

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНСТИТУТ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ

СТУДЕНЧЕСКИЙ ЧАПТЕР МЕЖДУНАРОДНОГО ОБЩЕСТВА
ИНЖЕНЕРОВ-НЕФТЯНИКОВ



ПРОБЛЕМЫ ГЕОЛОГИИ И ОСВОЕНИЯ НЕДР

Том I

*Труды XVIII Международного симпозиума имени академика
М.А. Усова студентов и молодых учёных, посвященного
115-летию со дня рождения академика Академии наук СССР,
профессора К.И. Сатпаева,
120-летию со дня рождения члена-корреспондента Академии наук СССР,
профессора Ф.Н. Шахова*

Издательство
Томского политехнического университета
2014

УДК 504(063)
ББК 20.1л0
П78

П78 Проблемы геологии и освоения недр: Труды XVIII Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых ученых, посвященного 115-летию со дня рождения академика Академии наук СССР, профессора К.И. Сатпаева, 120-летию со дня рождения члена-корреспондента Академии наук СССР, профессора Ф.Н. Шахова.
Том I; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 800 с.

ISBN 978-5-98298-569-9

В сборнике отражены проблемы палеонтологии, стратиграфии, тектоники, исторической и региональной геологии, минералогии, геохимии, петрологии, литологии, полезных ископаемых, металлогении, гидрогеологии, гидрогеохимии, инженерной геологии, геофизики, нефтяной геологии, геоинформационных систем в геологии, космогеологических исследований, разработки нефтяных и газовых месторождений, переработки углеводородного и минерального сырья, нефтегазопромыслового оборудования, бурения нефтяных и газовых скважин, техники и технологии разведки и добычи, транспорта и хранения нефти и газа, горного дела, технологии и техники разведки месторождений полезных ископаемых, геоэкологии, гидрогеоэкологии, охраны и инженерной защиты окружающей среды, комплексного использования минерального сырья, землеустройства, экономики минерального сырья и горного права.

Публикация сборника трудов XVIII Международного научного симпозиума осуществляется при информационной поддержке Министерства образования и науки РФ (Роснаука) и при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований РФ.

УДК 504(063)
ББК 20.1л0

Главный редактор – А.Ю. Дмитриев, директор
Ответственный редактор – Г.М. Иванова, доцент, к.г.-м.н.
Ответственные редакторы секций:
Секция 1 – Б.Д. Васильев, доцент, к.г.-м.н.
Секция 2 – И.В. Кучеренко, профессор, д.г.-м.н.
Секция 3 – А.К. Мазуров, профессор, д.г.-м.н.
Секция 4 – Н.М. Недоливко, доцент, к.г.-м.н.
Секция 5 – Ю.В. Колмаков, доцент, к.г.-м.н.
Секция 6 – В.К. Попов, профессор, д.г.-м.н.
Секция 7 – С.Л. Шварцев, профессор, д.г.-м.н.
Секция 8 – А.А. Поцелуев, профессор, д.г.-м.н.
Секция 9 – О.А. Пасько, профессор, д.с.-х.н.
Секция 10 – В.И. Верещагин, профессор, д.х.н.
Секция 11 – Л.П. Рихванов, профессор, д.г.-м.н.
Секция 12 – А.Т. Росляк, профессор, д.т.н.
Секция 13 (подсекция 1) – В.И. Ерофеев, профессор, д.ф.-м.н.
Секция 13 (подсекция 2) – Э.Д. Иванчина, профессор, д.т.н.
Секция 13(подсекция 3) – В.В. Коробочкин, профессор, д.т.н.
Секция 14 – В.Д. Евсеев, профессор, д.т.н.
Секция 15 – С.Я. Рябчиков, профессор, д.т.н.
Секция 16 – В.Г. Лукьянов, профессор, д.т.н.
Секция 17 – В.Г. Крец, доцент, к.т.н.
Секция 18 – А.В. Рудаченко, доцент, к.т.н.
Секция 19 – С.Н. Харламов, профессор, д.ф.-м.н.
Секция 20 – Г.Ю. Боярко, профессор, д.э.н.
Секция 21 – Л.М. Болсуновская, доцент, к.фил.н.
Технический редактор – О.Г. Токаренко, доцент, к.г.-м.н.

ISBN 978-5-98298-569-9

© ГОУ ВПО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», 2014

© Оформление. Издательство Национального исследовательского Томского политехнического университета, 2014

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF THE RUSSIAN FEDERATION
NATIONAL RESEARCH TOMSK POLYTECHNIC UNIVERSITY
INSTITUTE OF NATURAL RESOURCES

SPE STUDENT CHAPTER



PROBLEMS OF GEOLOGY AND SUBSURFACE DEVELOPMENT

Part I

*Proceedings of the 18th International Scientific Symposium of students,
Postgraduates and young Scientists devoted to the
115th Anniversary of Academician K.N. Satpaev and
120th Anniversary of Corresponding member of RAN of USSR F.N. Shakhov*

Tomsk Polytechnic University Publishing House
2014

P78 **Problems of Geology and Subsurface Development:** Proceedings of the 18th International Scientific Symposium of students, Postgraduates and young Scientists devoted to the 115th Anniversary of Academician K.N. Satpaev and 120th Anniversary of Corresponding member of RAN of USSR F.N. Shakhov. Part I; Tomsk Polytechnic University. – Tomsk: Tomsk Polytechnic University Publishing House, 2014. – 800 p.

ISBN 978-5-98298-569-9

Problems of paleontology, stratigraphy, tectonics, historical and regional geology, mineralogy, geochemistry, petrology, lithology, mineral products, hydrogeology, hydrogeochemistry, engineering geology, geophysics, oil geology, hydrocarbon and minerals refining, oil and gas fields development, oil field equipment, well drilling, techniques and technology of oil and gas transportation and storage, mining, exploration technique, geocology, environmental protection, complex mineral resource usage, land management, mineral economics and mining law were discussed.

Proceedings of the 18th International Scientific Symposium were published under the information support of Russian Agency of Education (Rosnauka) and under the support of Russian Foundation for Basic Research.

UDC 504(063)
BBC 20.1.10

Editor-in-chief – A.Yu. Dmitriev, director

Executive editor – G.M. Ivanova, Associate Professor

Panels' executive editors:

Panel 1 – B.D. Vasiliev, Associate Professor, Ph D (in Mineralogy)

Panel 2 – I.V. Kucherenko, Professor, Dsc (in Mineralogy)

Panel 3 – A.K. Mazurov, Professor, Dsc (in Mineralogy)

Panel 4 – N.M. Nedolivko, Associate Professor, Ph D (in Mineralogy)

Panel 5 – Yu.V. Kolmacov, Associate Professor, Ph D (in Mineralogy)

Panel 6 – V.K. Popov, Professor, Dsc (in Mineralogy)

Panel 7 – S.L. Shvartzev, Professor, Dsc (in Mineralogy)

Panel 8 – A.A. Potseluev, Professor, Dsc (in Mineralogy)

Panel 9 – O.A. Pasko, Professor, Dsc (in Mineralogy)

Panel 10 – V.I. Vereshagin, Professor, Dsc (in Mineralogy)

Panel 11 – L.P. Rikhvanov, Professor, Dsc (in Mineralogy)

Panel 12 – A.T. Roslyak, Professor, Dsc (in Mineralogy)

Panel 13 (1) – V.I. Yerofeyev, Professor, Dsc (in Mineralogy)

Panel 13 (2) – E.D. Ivanchina, Professor, Dsc (in Mineralogy)

Panel 13 (3) – V.V. Korobochkin, Professor, Dsc (in Mineralogy)

Panel 14 – V.D. Yevseyev, Professor, Dsc (in Mineralogy)

Panel 15 – S.Y. Ryabchikov, Professor, Dsc (in Mineralogy)

Panel 16 – V.G. Lukyanov, Professor, Dsc (in Mineralogy)

Panel 17 – V.G. Krets, Associate Professor, Dsc (in Mineralogy)

Panel 18 – A.V. Rudachenko, Associate Professor, Ph D (in Mineralogy)

Panel 19 – S.N. Kharlamov, Professor, Dsc (in Mineralogy)

Panel 20 – G.Yu. Boyarko, Professor, Dsc (in Mineralogy)

Panel 21 – L.M. Bolsunovskaya, Associate Professor, PhD (in Mineralogy)

Technical editor – O.G. Tokarenko, Associate Professor PhD (in Mineralogy)

ISBN 978-5-98298-569-9

© State Educational Institution of Higher Professional Training
«National Research Tomsk Polytechnic University», 2014
© Design. National Research Tomsk Polytechnic University
Publishing House, 2014

ПРЕДИСЛОВИЕ

7 – 11 апреля 2014 г. в Национальном исследовательском Томском политехническом университете (ТПУ) на базе Института природных ресурсов (ИПР) состоялся Восемнадцатый Международный научный симпозиум имени академика М.А. Усова студентов и молодых ученых «Проблемы геологии и освоения недр», посвященный 115-летию со дня рождения академика К.И. Сатпаева и 120-летию со дня рождения члена-корреспондента Академии наук СССР профессора Ф.И. Шахова.

Организация и проведение Восемнадцатый Международного научного симпозиума «Проблемы геологии и освоения недр» осуществлялась при информационной поддержке Министерства образования и науки РФ (Роснаука), Фонда фундаментальных исследований и была поручена Институту природных ресурсов Национального исследовательского Томского политехнического университета (ИПР ТПУ) как признание заслуг ИПР ТПУ, старейшего высшего технического учебного заведения, в подготовке геологических кадров и высоких достижений в научных исследованиях. Институт природных ресурсов в 2014 г. отметил свое 113-летие. Он был основан в 1901 г. В.А. Обручевым – первым штатным геологом Сибири, впоследствии ставшим академиком АН СССР, Героем Социалистического Труда, первым в нашей стране лауреатом Ленинской премии.

ИПР (горное отделение ГТИ) является родоначальником геологического образования и геологической науки в азиатской части России. Созданная В.А. Обручевым и М. А. Усовым Сибирская горно-геологическая школа сыграла и сегодня продолжает играть важную роль в открытии, изучении и освоении минерально-сырьевых ресурсов не только Сибири, Дальнего Востока и Северо-Востока нашей страны, но и Средней Азии.

Среди выпускников Института – целая плеяда выдающихся ученых, инженеров и организаторов производства. Это М.А. Усов – ученик и первый аспирант В.А. Обручева, первый из числа выпускников института (ГРФ, НГФ, ИГНД, ИПР) – профессор и первый из сибиряков – академик, с именем которого связано становление горнодобывающей промышленности Сибири и первенца ее геологической службы – Сибгеолкома; академик К.И. Сатпаев – организатор и первый президент Академии наук Казахстана; профессор Н.Н. Урванцев, первооткрыватель уникального Норильского рудного региона; профессор М.К. Коровин, первым указавшей на перспективы нефтегазоносности Западной Сибири и многие другие. Из почти 35 тысяч выпускников института (факультета) более 450 стали первооткрывателями месторождений полезных ископаемых, 1-Лауреатом Нобелевской премии, 50 – Лауреатами Ленинской и Государственной премий, более 250 – докторами и более 1600 кандидатами наук. Из стен ИПР вышло 15 академиков и членов-корреспондентов Академии Наук СССР (РАН), 5 Героев Социалистического Труда.

Сегодня Институт природных ресурсов ТПУ представляет собой крупный учебный (около 4500 студентов) и научный центр в области геологии, поисков, разведки и разработки разнообразных полезных ископаемых, в том числе геологии углеводородного сырья и его переработки, нефтегазодобычи, транспортировки и хранения нефти и газа. Он включает в себя 16 кафедр; аналитический центр; два Инновационных научно-образовательных Центра («Трубопроводный транспорт нефти и газа» и «Урановая геология»), 9 научно-производственных Центров и Инновационных научно-образовательных Центров, 24 научные лаборатории; 3 музея: минералогический, палеонтологический, кабинет-музей академиков В.А. Обручева и М.А. Усова. В ИПР работают более 357 преподавателей, среди которых 7 – академики РАН, 28 академиков и членов-корреспондентов общественных академий, 57 докторов и 160 кандидатов наук. Институт ведет подготовку кандидатов и докторов наук по 33 специальностям.

С момента основания в ИПР (ГРФ, НГФ, ИГНД) ТПУ успешно осуществлялось единство научно-исследовательской работы по фундаментальным и прикладным наукам – высшего образования и производственной деятельности, создавались и развивались богатые традиции НИРС, бережно сохраняемые и развиваемые и по сей день.

Симпозиум работал по 21 секции и Круглому столу: 1. Палеонтология, стратиграфия и региональная геология; 2. Минералогия, геохимия и петрография; 3. Месторождения полезных ископаемых. Современные технологии и методы поисков и разведки месторождений полезных ископаемых. Геоинформационные системы в геологии; 4. Геология нефти и газа. Современные методы поисков и разведки углеводородного сырья. Геоинформационные системы в геологии нефти и газа; 5. Геофизические методы исследования Земли, поисков и разведки месторождений полезных ископаемых. Геоинформационные системы в геофизических исследованиях; 6. Гидрогеология и инженерная геология. Геоинформационные системы в гидрогеологических исследованиях; 7. Гидрогеохимия и гидрогеоэкология Земли. Геоинформационные системы в гидрогеоэкологии; 8. Космогеологические исследования. Методы. Результаты. Перспективы; 9. Землеустройство: наука и практика; 10. Комплексное использование минерального сырья; 11. Геоэкология, охрана и защита окружающей среды. Геоинформационные системы в геоэкологии; 11.1 подсекция. Геоэкология, охрана и защита окружающей среды; 11. 2 подсекция. Общие проблемы экологии, биологии и географии; 12.Современные технологии разработки нефтяных и газовых месторождений; 13. Современные технологии подготовки и переработки минерального и углеводородного сырья; 13. 1 подсекция. Переработка нефти и газа; 13. 2 подсекция. Моделирование процессов переработки углеводородного сырья; 13. 3 подсекция. Переработка минерального сырья; 14. Современные технологии и техника бурения нефтяных и газовых скважин; 15. Современные технологии и техника разведки месторождений полезных ископаемых; 16. Горное дело. Разработка рудных и нерудных полезных ископаемых; 17. Современная нефтепромысловая техника и ее совершенствование; 18. Современные технологии и техника нефтегазопроводов и нефтегазохранилищ; 19. Моделирование процессов при транспортировке нефти и газа; 20. Экономика минерального и углеводородного сырья. Горное право; 21. Геология, горное и нефтегазовое дело (доклады на английском и немецком языках); 21. 1 подсекция. Доклады на английском языке; 21. 2 подсекция.

Доклады на немецком языке; 22. Круглый стол по теме: «Молодежные научные объединения. Возможности. Проблемы. Перспективы».

Восемнадцатый Симпозиум проведен при информационной поддержке Министерства образования и науки, при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 14-05-06-802 моб г), с финансированием на общую сумму 250 тыс. рублей.

Заявки для участия в симпозиуме подали **1195 студентов и молодых ученых** России, ближнего и дальнего зарубежья, которые **представили 970 докладов**, из которых **293** доклада заявили **иногородние участники**. Это представители дальнего зарубежья – **32 участника из 16 ВУЗов, научных и производственных организаций 12 городов**. Страны СНГ представили **58 участников из 30 ВУЗов, научных и производственных организаций 20 городов**. Россия была представлена **206 иногородними участниками из 78 ВУЗов, научных и производственных организаций, 48 городов**. Томичи представили **677 докладов**. С докладами на английском и немецком языках выступило **73 человека**.

Во время работы симпозиума на заседаниях 21 секции и Круглого стола, из **970 представленных докладов** было **заслушано 827 докладов** (из ТПУ – 677). **Стендовых докладов** было рассмотрено – 143. Активное участие в работе симпозиума приняли **иногородние участники**, которые выступили со **150 докладами**.

Статус участников симпозиума, из представивших **970 докладов**, следующий: **студентов – 655, аспирантов – 180, научных сотрудников – 82, инженеров – 30, молодых преподавателей – 18, школьников – 5**.

По отраслевой принадлежности участники были представлены следующим образом: из **ВУЗов – 607, из РАН – 22, НАН – 8, из отраслевых НИИ – 18, из производственных организаций – 10, из школ – 5**.

Из **827 заслушанных докладов** (из ТПУ – 677) **доклады студентов и магистрантов составили – 547** (из ТПУ – 490), **доклады аспирантов и молодых ученых – 130** (из ТПУ – 80) и **5 школьников**. Заседания симпозиума по 21 секции в течение 4-х дней **посетило 2010 человек**.

Наибольшее число докладов было представлено на секциях: «Геоэкология, охрана и защита окружающей среды. Геоинформационные системы в геоэкологии» - 78 докладов, 89 авторов; «Современные технологии подготовки освоения и переработки минерального и углеводородного сырья» - 83 доклада, 149 авторов; «Геология нефти и газа. Современные методы поисков и разведки углеводородного сырья.» - 70 докладов, 81 автора.

Дальнее зарубежье было представлено 32 докладами из 9 стран: Германии, Франции, Китая, Италии, Польши, Эквадора, Ирака, Вьетнама и Монголии.

Ближнее зарубежье (страны СНГ) представили 58 докладов из 9 стран: из Национальных Академий наук и вузов Украины, Белоруссии, Казахстана, Латвии, Азербайджана, Армении, Узбекистана, Киргизии, Таджикистана.

География участников симпозиума обширна. Участниками симпозиума представлены доклады из следующих университетов, академических и отраслевых институтов и производственных организаций: Российского государственного геологоразведочного университета им. Серго-Орджоникидзе (г. Москва), Института проблем нефти и газа Российской академии наук (г. Москва), Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова, Российского университета дружбы народов (г. Москва), Института геохимии и аналитической химии Российской академии наук (г. Москва), Всероссийского научно-исследовательского института природных газов и газовых технологий (г. Москва), ООО «Газпром ВНИИГАЗ» (г. Москва), Российского государственного университета нефти и газа им. И. М. Губкина (г. Москва), Институт минералогии, геохимии и кристаллографии редких элементов РАН (г. Москва), Института экспериментальной минералогии Российской академии наук (г. Москва), Нефтяной компании «Шлюмберже Лоджелко» ИпК (г. Москва), Национального минерально-сырьевого университета «Горный» (г. Санкт-Петербург), Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета им. С. М. Кирова, Санкт-Петербургского государственного университета, Сайгонского государственного университета (г. Сайгон, Вьетнам), Института технологической химии Технологического университета (г. Дрезден, Германия), Кембриджского университета (г. Кембридж, Великобритания), Университета Шеффилда (г. Шеффилд, Великобритания), Национального университета, Национального университета (г. Рим, Италия), ООО «Биттер-Фельд» (г. Фрайберг, Германия), Китайского геологического университета (г. Ухань), Университета Вроцлава (г. Вроцлав, Польша), Университета г. Манхейма (г. Манхейм, Германия), Национального университета (г. Ханой, Вьетнам), Национального университета Монголии (г. Улан-Батор, Монголия), Университета Париж-II (г. Париж, Франция), Университета Париж-11 (г. Орсей, Франция), Университета ХанOVERA (г. ХанOVER, Германия), Чешского технического университета (г. Прага, Чехия), Лукойл Мид-Ист Лдт (г. Басра, Ирак), Дортмундского технического университета (г. Дортмунд, Германия), Департамента природных ресурсов (г. Ханой, Вьетнам), Научно-исследовательского института геологии Днепрпетровского национального университета им. Олеса Гончара (г. Днепрпетровск, Украина), Гомельского государственного университета им. Франциско Скорины (г. Гомель, Белоруссия), Научно-исследовательского института минеральных ресурсов (г. Ташкент, Узбекистан), Таджикистанского национального университета (г. Душанбе, Таджикистан), Национального университета им. Мирзо Улугбека (г. Такшент, Узбекистан), Института геологических наук им. К. И. Сатпаева (г. Алматы, Казахстан), Восточно-Казахстанского государственного технического университета им. Д. Серикбаева (г. Усть-Каменогорск, Казахстан), Ташкентского государственного Технического университета им. Абу Райхона Бируни (г. Ташкент, Узбекистан), Институт радиационной безопасности и экологии (г. Курчатова, Казахстан), Ивано-Франковского национального технического университета нефти и газа (г. Ивано-Франковск, Украина),

Азербайджанской государственной нефтяной академии (г. Баку, Азербайджан), Белорусского научно-исследовательского и проектного института нефти «Бел НИПИ нефть» (г. Гомель, Белоруссия), Центр наук о Земле, металлургии и обогащение НАН (г. Алматы, Казахстан), Каспийского общественного университета (г. Алматы, Казахстан), Карагандинского государственного технического университета, (г. Караганда, Казахстан), Таразского государственного университета им. М. Х. Дулати (г. Тараз, Казахстан), Одесского национального университета им. И. И. Мечникова (г. Одесса, Украина), Латвийского центра окружающей среды, геологии и метеорологии (г. Рига, Латвия), Института ноосферы Национального Центра космических исследований и технологий (г. Алматы, Казахстан), Латвийского сельскохозяйственного университета (г. Елгава, Латвия), Национального аграрного университета Армении (г. Ереван, Армения). Белорусской государственной сельскохозяйственной академии (г. Горки, Белоруссия), Институт гидрогеологии и инженерной геологии НАН (г. Ташкент, Узбекистан), Государственного комитета Республики Узбекистан по геологии и минеральным ресурсам (г. Ташкент, Узбекистан), Ошский технологический университет (г. Ош, Казахстан), ООО «МАТЕК» (г. Киев, Украина), Кыргызского государственного технического университета им. Раззакова (г. Бишкек, Кыргызстан), Донецкого национального Технического университета (г. Донецк, Украина), Казахского агротехнического университета им. Сайфуллина (г. Астана, Казахстан), Национального университета Узбекистана им. Мирзо Улутка (г. Ташкент, Узбекистан), Института геологии и геофизики Национальной Академии Наук Узбекистана (г. Ташкент, Узбекистан), Казахский НИИ экологии и климата (г. Астана), Института геохимии и геофизики Национальной академии наук Белоруссии (г. Минск, Белоруссия), Института геологических наук Национальной Академии Наук Республики Армении (г. Ереван, Армения), Института геотехнической механики Национальной Академии Наук Украины (г. Киев, Украина), Западно-Казахстанский инженерно – гуманитарный университет (г. Уральск), Руднинского индустриального института (г. Рудный, Казахстан), Казахский НИИ радиационной медицины и экологии (г. Семей, Казахстан), Павлодарского государственного педагогического университета (г. Павлодар, Казахстан), Институт геологии и сейсмологии Академии наук Молдовы (Кишинев), Институт горного и дела и горных технологий (г. Бишкек, Кыргызстан), Ангарской государственной технической академии (г. Ангарск), Армавирского механико-технологического института (филиала Кубанского государственного технологического университета) (г. Армавир), Байкальского института природопользования СО РАН (г. Улан-Удэ), Белгородского государственного национального исследовательского университета (г. Белгород), Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета, (г. Волгоград), Воронежского государственного университета (г. Воронеж), НИИ экологии Севера (г. Якутск), Дальневосточного геологического института ДВО РАН (г. Владивосток), Дальневосточного федерального университета (г. Владивосток), Забайкальского государственного университета, (г. Чита), Института водных и экологических проблем СО РАН (г. Барнаул), Института геологии и геохимии им. Академика А.Н. Заварицкого УрО РАН (г. Екатеринбург), Дальневосточное отделение РАН (г. Хабаровск), Института геологии нефти и газа СО РАН (г. Новосибирск), Института геологии Уфимского научного центра РАН (г. Уфа), Северо-Кавказского государственного технического университета (г. Владикавказ), Астраханского научно-исследовательского и проектного института нефти и газа (г. Астрахань), Института геохимии им. А.П. Виноградова СО РАН (г. Иркутск), Института горного дела ДВО РАН (г. Хабаровск), Тихоокеанского океанологического института им. В. И. Ильичева ДВО РАН (г. Владивосток), Института горного дела Сибирского отделения Российской Академии наук (г. Новосибирск), Института комплексного анализа региональных проблем ДВО РАН (г. Биробиджан), Института мерзлотоведения им П.И. Мельникова Сибирского отделения Российской академии наук (г. Якутск), Института минералогии УрО РАН (г. Миасс), Института нефтегазовой геологии и геофизики СО РАН им. А.А. Трофимука (г. Новосибирск), Института органической и физической химии им. А.Е. Арбузова Казанского научного центра (г. Казань), Геологический институт Кольского научного центра РАН (г. Апатиты), Института проблем нефти и газа СО РАН (г. Якутск), Иркутского государственного технического университета (г. Иркутск), Казанского (Приволжского) Федеральный университет (г. Казань), Башкирский государственный университет (г. Уфа), Казанского государственного энергетического университета (г. Казань), Кемеровского государственного университета (г. Кемерово), Северо – Кавказский федеральный университет (г. Ставрополь), ООО Красноярск НИПИнефть (г. Красноярск), Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова (г. Магнитогорск), Научно-исследовательского геологоразведочного предприятия «АЛРОСА» (г. Мирный), Научно-производственного центра «Недра» (г. Ярославль), Национально следователский Саратовский государственный университет им. М.Г. Чернышевского (г. Саратов), Национального исследовательского Иркутского государственного технического университета (г.Иркутск), Национального минерально-сырьевого университета «Горный» (г. Санкт-Петербург), Новокузнецкого филиала Кемеровского государственного университета (г. Новокузнецк), Новосибирского национального исследовательского государственного университета (г.Новосибирск), Новочеркасской государственной мелиоративной академии (г. Новочеркасск), Пермского государственного технического университета (г. Пермь), Пермского национального исследовательского политехнического университета (г. Пермь), Самарского государственного технического университета (г. Самара), Сахалинского государственного университета (г. Южно-Сахалинск), Научно-производственный центр по сверхглубокому бурению и комплексному изучению недр Земли (г. Ярославль), Северо-Восточного федерального университета им. М.К. Аммосова (г. Якутск), Северо-Кавказского горно-металлургического института (государственного технологического университета (г. Владикавказ), Институт природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН (г. Чита), Сибирского государственного индустриального университета (г. Новокузнецк), Сибирского федерального университета (г. Красноярск), Института вулканологии ДВО РАН (г. Петропавловск-Камчатский), Института Земной коры СО РАН (г. Иркутск), Института морской геологии и геофизики ДВО РАН (г. Южно-

Сахалинск), Сыктывкарского государственного университета (г. Сыктывкар), Тюменского государственного нефтегазового университета (г. Тюмень), Уральского государственного горного университета (г. Екатеринбург), Уфимского государственного нефтяного технического университета (г. Уфа), Ухтинского государственного технического университета, (г. Ухта, Республика Коми), ФГУП «ЦНИИгеолнеруд» (г. Казань), Филиала ОАО «ТНК-ВР Менеджмент» (г. Тюмень), Филиала Тюменского государственного нефтегазового университета (г. Нефтеюганск), Амурский государственный университет (г. Благовещенск), Центрального научно-исследовательского института геологии нерудных полезных ископаемых (г. Казань), Югорского государственного университета (г. Ханты-Мансийск), Южно-Российского государственного политехнического университета им. М.И. Платова (г. Новочеркасск), Южного научного центра РАН (г. Ростов-на-Дону), Южного федерального университета (г. Ростов-на-Дону), Пермская государственная сельскохозяйственная академия им. академика Д.Н. Прянишникова (г. Пермь), Юргинского технологического института-филиала Томского политехнического университета (г. Юрга), ОАО «Боровичского комбината огнеупоров» (г. Боровичи), Сибирская государственная геодезическая академия (г. Новосибирск), Омского государственного технического университета (г. Омск), Амурского комплексного научно-исследовательского института ДВО РАН (г. Благовещенск), Нефтеюганского нефтегазового института (г. Нефтеюганск), Института Водных и экологических проблем СО РАН (г. Барнаул), Красноярский государственный педагогический им. В.П. Астафьева (г. Красноярск), ООО «ГеоКомпани» (г. Новосибирск), Западно-Сибирский филиал Российской академии правосудия (г. Томск), ООО «ГеоПрогноз» (г. Санкт-Петербург), ООО «ЗУМК-Инжиниринг», (г. Пермь), ООО «РН-КрасноярскНИПИнефть», (г. Красноярск), ЗАО «Промуглепроект», (г. Новокузнецк), ЗАО «Волгоград НИПИнефть», (г. Волгоград), Национальный исследовательский Томский политехнический университет (г. Томск), ООО «ЭкоТех» (г. Томск), ОАО «ТомскНИПИнефть» ВНК (г. Томск), Томский государственный архитектурно-строительный университет (г. Томск), Национальный исследовательский Томский государственный университет (г. Томск), Институт химии нефти СО РАН (г. Томск), Томский университет управления и радиотехники (г. Томск), Институт мониторинга климатических и экологических систем (г. Томск), ГНУК Сибирский научно-исследовательский институт сельского хозяйства и торфа (г. Томск), Инновационно-Технологический Центр Сибирского физико-технического института им. академика В.Д. Кузнецова.

Работа симпозиума шла в течение четырех дней одновременно по 21 секции и «Круглому столу». Уникальность этого симпозиума состоит в том, что он проходил по всем фундаментальным научным направлениям геологического профиля, по методам поисков и разведки всех полезных ископаемых, технологии и техники разведки полезных ископаемых, разработки и добычи, в том числе углеводородного сырья, включая космогеологические исследования и геоинформационные системы в геологии, а также по экологическим проблемам и комплексному использованию минерального сырья, по землеустройству, природоресурсному праву и экономике минерального сырья. Участвовали в симпозиуме лучшие студенты и молодые научные кадры России и стран СНГ, а также представители Дальнего зарубежья. На симпозиуме в докладах освещались достижения научных исследований авторов с использованием новейших методов исследований и оригинальных методов интерпретаций; результаты конструкторских разработок и экспериментальных исследований; достижения с использованием новых компьютерных технологий в геологии, нефтегазодобычи и геоэкологии; аналитические обзоры теоретических и экспериментальных исследований по различным геологическим проблемам и охране окружающей среды.

Тематика докладов охватывает важнейшие проблемы и новейшие достижения стратиграфии, палеонтологии, тектоники, исторической и региональной геологии, минералогии, геохимии, петрографии, литологии, полезных ископаемых, металлогении, гидрогеологии и инженерной геологии, геофизики, нефтяной геологии, разработки нефтяных и газовых месторождений и переработки углеводородного и минерального сырья, геоинформационных систем в геологии, космогеологических исследований, нефтегазопромышленного оборудования, технике и технологии разведки месторождений твердых полезных ископаемых, добычи, транспорта и хранения нефти и газа, бурения скважин, горного дела, геоэкологии, гидрогеоэкологии, охраны и инженерной защиты окружающей среды, комплексного использования минерального сырья, землеустройства, горного и природоресурсного права, а также проблемы экономики минерально-сырьевых комплексов России и стран СНГ. Для участников, делавших доклады на английском и немецком языках, работала специальная секция.

XVIII Международный симпозиум традиционно открыл директор Института природных ресурсов Национального исследовательского Томского политехнического университета А.Ю. Дмитриев и проректор Национального исследовательского Томского политехнического университета А.К. Мазуров. Перед участниками симпозиума на открытии каждой секции выступили ведущие ученые, профессора, которые осветили проблемы и перспективы развития науки в XXI веке по каждому из 21-го научных направлений секций. Доклады ученых опубликованы в данном сборнике.

Научный уровень докладов очень высок, некоторые из них отличаются новизной и оригинальностью идей, а ряд исследований представляет собой принципиально новые открытия. Доложенные результаты лучших научных работ молодых ученых чрезвычайно актуальны, отражают исследования как в области фундаментальных наук, так и экспериментальных исследований и имеют и важное прикладное значение, и при дальнейшей научной разработке многие из них могут быть представлены в виде диссертаций на соискание ученых степеней, конструкторских разработок. Многие доклады являются частью хозяйственных НИР, госбюджетных НИР, выполняемых по грантам, научным программам Российского, регионального и областного уровней, результаты многих научных работ могут быть использованы на производстве. Результаты исследований по ряду представленных докладов имеют патенты и лицензии.

Авторы научных работ на XVIII Международном симпозиуме студентов и молодых ученых «Проблемы геологии и освоения недр» – 2014 продемонстрировали владение самыми современными методами научных исследований.

В рамках XVIII Международного симпозиума им. академика М. А. Усова студентов и молодых ученых «Проблемы геологии и освоения недр» были проведены три выставки:

1. Выставка исторических материалов: «К 115-летию со дня рождения академика Академии наук СССР, создателя Академии наук Казахской ССР, профессора, выпускника ТПУ К.И. Сатпаева и к 120-летию со дня рождения члена-корреспондента Академии наук СССР профессора Ф.И. Шахова, основоположника и создателя кафедры месторождений полезных ископаемых в ТПУ».

2. Выставка «Научные достижения ученых и выпускников ИПР ТПУ по созданию минерально-сырьевой базы страны» (1901 – 2014 гг.)

3. Выставка научных достижений студентов и молодых ученых ИПР ТПУ в области геологии и современных технологий в освоении недр Земли (1901-2014 гг.)

Во время работы XVIII Международного симпозиума был проведен конкурс лучших научных докладов. Лауреаты конкурса лучших докладов по всем 21 научным направлениям (секциям) награждены дипломами и призами. Всем участникам симпозиума были выданы сертификаты. Награждение было проведено в торжественной обстановке в Международном культурном центре ТПУ, был организован праздничный концерт.

Для участников симпозиума были организованы экскурсии: в музей истории ТПУ, в минералогический и палеонтологический музеи, в научные и учебные лаборатории ТПУ, по городу Томску, в Сибирский ботанический сад, в современное автоматизированное хранилище с лабораторно-аналитическим центром; в кабинет-музей академиков В.А.Обручева и М.А.Усова, в Центр профессиональной подготовки специалистов нефтегазового дела, обучающихся по программе Heriot-Watt на базе Эдинбургского университета (Великобритания), в Инновационный научно-образовательный Центр «Урановая геология», в Инновационный научно-образовательный Центр подготовки специалистов трубопроводного транспорта нефти и газа, в библиотеку ТПУ, в Выставочный Центр современных научных достижений ТПУ.

В рамках XVIII Международного симпозиума «Проблемы геологии и освоения недр» был проведен отборочный тур Всероссийского конкурса грантов «У.М.Н.И.К.» Фонда содействия развитию малых форм предприятия в научно-технической сфере в номинации «За научные результаты, обладающие новизной и среднесрочной перспективой (до 6-8 лет) их эффективной коммерциализации». Для участия в конкурсе грантов «У.М.Н.И.К.» на I-тур было подано и рассмотрено 50 заявок студентов и молодых ученых. Для участия во II отборочном туре экспертами на секциях были отобраны 15 проектов.

Конкурсные комиссии секций симпозиума рекомендовали лучшие доклады для публикации в журнале «Известия ТПУ» (ВАКовском журнале).

По итогам симпозиума лучшие 50 статей были подготовлены и опубликованы в специальном выпуске журнала, индексируемом SCOPUS «Науки о Земле и защита окружающей среды» в соответствии с соглашением № 39 от 27.01.2014 г. с издательством Института Физики, Темпл сёкус, Темпл Уэй, Бристоль (Великобритания).

Материалы и итоги симпозиума были размещены на сайте симпозиума: www.portal.tpu.ru/science/konf/pgon. Кроме сайта симпозиума на русском языке, симпозиум имеет англоязычный сайт в интернете.

Доложенные материалы нередко несут новые научные идеи и имеют большую практическую значимость. В частности, в области геофизических методов поисков и разведки месторождений полезных ископаемых использовались современные геоинформационные технологии с широким применением персональной компьютерной техники, а также новейшая компьютеризированная геофизическая аппаратура, в том числе непосредственно разработанная участниками симпозиума. На секции были предложены разработки программных комплексов для интерпретации спутниковых геофизических данных, а также возможности применения морской гравиметрии при изучении шельфовой зоны, научные разработки по совершенствованию методики геофизических исследований и интерпретации геофизических данных при поисках и разведки рудных и нефтегазовых месторождений/ как наземными, так и скважинными методами. В ряде работ молодых ученых были использованы также новейшие математические методы (МКЭ) для моделирования электромагнитных полей в обсаженных скважинах, атомно-эмиссионная спектрометрия с индуктивно связанной плазмой, метод лазерного микроанализа и т.п. Интерес представляет доклад И.В. Парубенко, студента Института природных ресурсов Национального исследовательского Томского политехнического университета, на тему «Геофизические признаки нефтеносности Баженовской свиты». В докладе представлены доказательства того, что Баженовская свита является коллектором нетрадиционного типа. Рассмотрены возможности выделения новых залежей углеводородов в её пределах, что может позволить по-новому взглянуть на нефтяной потенциал территорий, где распространена Баженовская свита. Интересны и многие другие доклады.

При минералогических, петрографических, литологических и металлогенических исследованиях использовались такие новейшие методы, как атомная абсорбция, нейтронная активация, эмиссионный спектральный анализ, микрозондовый анализ на микроанализаторе, исследования на импульсном оптическом спектрометре, получение ИК-спектров поглощения стекол в коротковолновой области, рентгеноструктурные исследования типохимизма минералов, атомно-эмиссионная спектрометрия с индуктивно-связанной плазмой, инструментальный нейронно-активационный анализ, метод лазерного микроанализа, моделирование минералообразования по методикам М.Б. Букаты, изотропно-геохимические исследования, изучения обогатимости кварцитов посредством аэромеханической очистки с ультразвуковым воздействием, исследования

на основе лазерной томографии, электронный, кристаллооптический, фотолюминесцентный анализы, метод осколочной f-радиографии, оригинальные методики расчета количества керогена типа-II по результатам ядерно-геохимической аналитики пород, методики выявления зон флюидомиграции с использованием литогеохимических и петрографических анализов пород, с использованием ГИС-технологий, методов физико-химического моделирования с использованием программного продукта «HydroGeo», сканирующие электронные микроскопы, микроанализаторы, методы изучения кристаллохимии минералов и хромофоров элементов в минералах с помощью метода адсорбционной оптической спектроскопии, ИК-спектроскопии, рентгенофлуоресцентный анализ, методы изучения минерального состава отдельных отходов с целью прогноза возможности их использования в целях переработки на извлечение минералов платиновой группы, метод криометрии для изучения солевого состава растворов газово-жидких включений, Ag-метод для определения абсолютного возраста отложений и метод электронного парамагнитного резонанса для оценки структурной упорядоченности минералов, микротермометрический метод с использованием микрокриотермостойка THMSG-600 (Linkam) для исследований флюидных включений, метод натяжного сплайна в программном пакете ArcGis, геомикробиологические методы с дистанционными, структурно-геоморфологическими, структурно-гидрогеологическими методами, показана возможность использования инфракрасных спектров топаза для прогнозных целей, трехмерное моделирование, методы многомерной статистики, дешифрование космо – и аэрофотоснимков и др. При геохимических исследованиях широко применялись уникальные возможности исследователя ядерного реактора Томского политехнического университета. В представленных докладах отражены новые методики оценки экологического состояния территорий и отражена возможность применения биогеохимии для оценки уровня техногенного загрязнения. Представлены новые данные по содержанию и закономерностям распределения химических элементов в базальтоидах, по которым была расшифрована геохимическая специализация и обстановки формирования пород, что позволяет применять эти данные при прогнозировании и поисках месторождений полезных ископаемых. В другой части докладов приведены технологии компьютерного моделирования месторождений урана и рудных тел. Впервые была предложена методика разделения существенно радиевых и существенно урановых ореолов внутри одного рудного тела. Все вышеизложенное позволяет грамотно разрабатывать рекомендации по постановке поисково-прогнозных работ и рационально использовать природные ресурсы. Авторами разработаны новые методики оценки перспективных рудных полей на обнаружение месторождений урана, золота, железа, а также кварцевого сырья. В представленных докладах получены новые данные относительно минералогии уранового месторождения «Инкай», проведено фашиальное расчленение Бакчарского железорудного месторождения. Авторами даны новые данные по химическому составу гранатов, биотитов, турмалинов из гранитов и пегматитов, перспективных на промышленную редкометалльную минерализацию. В части докладов освещены термобарогеохимические условия образования месторождений. В другой части докладов приведены способы дегазации метана в угольных шахтах, что снижает возможность риска аварийных ситуаций в шахтах Кузбасса. Все вышеизложенное позволяет грамотно разрабатывать рекомендации по природоохранным мероприятиям и рационально использовать природные ресурсы. Достоверность всех полученных результатов подтверждается значительным количеством проанализированных проб с применением современных методов анализа.

Большой интерес вызвал доклад Р.Р. Хазиева, Э.И. Фахрутдинова, аспирантов Казанского (Приволжского) федерального университета, на тему «Литолого-геохимическая неоднородность пермских и верхнекаменноугольных отложений северо-восточного склона Южно-Татарского свода». Объектами исследования явились пермские отложения (скважины 158-Т, 85-Т, 93-Т), как одни из наиболее изучаемых стратиграфических объектов в России и, в частности, в Республике Татарстан. Это обусловлено как историей стратиграфии, так и минерагеническим значением пермских отложений, выступающих резервуарами природных битумов и других нерудных полезных ископаемых. По данным измерений были построены кривые вариаций содержания химических элементов и их отношений по разрезам. Литостратиграфические границы в результате проделанного метода оказались согласованными с хемостратиграфическими границами, выделенными по кривым распределения элементов. Выделение седиментационных циклов в разрезах было произведено на основании использования терригенных и хемогенных литохимических компонентов, а также по данным гамма-каротажа. В ходе проведенных исследований была получена литохимическая зональность и циклизация нижнепермских разрезов на территории северо-восточного склона Южно-Татарского свода. Интересен также доклад А. В. Ощепковой, (магистрант Иркутского государственного университета), выступившая с докладом «Применение модели твердых растворов для описания минерального состава донных осадков оз. Байкал». Донные осадки озера Байкал хранят ценную информацию о палеоклиматических изменениях в Азии в кайнозое. Успешные работы по проекту «Байкал Бурение» позволили получить керны байкальских осадков до 600-метровой глубины. По биогенному кремнезему, содержащемуся в донных осадках, выявляются циклы «потепление-похолодание», хорошо согласующиеся с морской изотопной кривой. Полученные результаты исследования позволяют дать экспрессную оценку соотношению глинистых минералов (показывающую соотношение иллит-сметтит) и содержанию неглинистых минералов, что обеспечивает возможность реконструкции условий выветривания в водосборном бассейне, основываясь только на данных петрохимического состава. Проверка разработанного метода будет проведена на других горизонтах байкальских скважин. Интерес представляет доклад М.А. Рудмина (аспирант Института природных ресурсов Национального исследовательского Томского политехнического университета), на тему «Фашиальные особенности рудовмещающих горизонтов Бакчарского месторождения». В докладе представлены результаты детального фашиального анализа в масштабе месторождения при помощи интерпретации стратиграфических колонок в комплексе с макро- и микроскопическим исследованием, а также в комплексе с изучением на РФА, электронной микроскопии и термического анализа. Из студенческих работ

интересен доклад Батсуурь Жавзмаа, студента Института природных ресурсов Национального исследовательского Томского политехнического университета на тему «Геодинамические обстановки формирования гранитоидов и их рудоносности южной части Монголии». В докладе представлены данные химического анализа четырех гранитных массивов Монголии, их интерпретация и пересчет при помощи математической статистики, в результате чего был сделан вывод о их общности в геодинамической обстановки образования. Научную и практическую значимость имеют и другие доклады на секциях 2 и 3.

При гидрогеологических и инженерно-геологических исследованиях были применены методы и методики гидродинамического и гидрогеохимического моделирования, основанные на использовании компьютерных технологий, а также современные методы изучения ВРОВ (хромато-масс-спектрометрия) и исследования вод, применено более совершенное оборудование для исследований геологической среды (применение МРЗ-плеера в качестве устройства регистрации и хранения необходимой информации), использован квалитетрический метод при оценке климато-куртологического потенциала и факторов инженерно-геологических исследований, ряд докладов посвящены исследованию многомерзлых грунтов, что является актуальным при освоении месторождений в зоне криолитозоны, проведено также моделирование уплотнения грунтов в основании сооружения с использованием новейших программных продуктов, использование метода многофакторного корреляционного анализа для прогноза оседания земной поверхности, изучены вопросы экспериментальной микробиологии, использованы новейшие программные продукты для решения задач моделирования (Abagus, Plaxis, комплекс геофизических программ для решения вопросов гидрогеологии), квалитетрический метод и его применение для оценки факторов инженерно-геологических условий, ротационная динамика как природный фактор формирования гидродинамического режима понтического водоносного горизонта, метод лазерного микроанализа, потенциометрия, атомно – эмиссионная спектрометрия с индуктивно связанной плазмой, атомно-адсорбционный анализ, инструментальный нейтронно-активационный анализ и др. Научную и практическую значимость, в частности, представляет доклад Е. А. Солдатовой (аспирант Института природных ресурсов Национального исследовательского Томского политехнического университета), представившей результаты собственных исследований, связанный с особенностями распределения азота в природных водах водосборной площади оз. Поянху (Китай). Автором выявлены основные закономерности распределения азотистых соединений, а также приведен обобщенный анализ возможных источников поступления азотсодержащих соединений в поверхностные и подземные воды. Из студенческих работ интересен доклад С.В. Ляпунова (магистрант Новосибирского государственного университета) в котором были подробно представлены результаты интерпретации данных химического и изотопного состава вод Байкитской антеклизы. Небезынтересным является то, что в результате поиска закономерностей поведения соотношений основных компонентов воды изучаемой антеклизы четко определены группы вод, что позволило установить их генезис. В исследуемом районе установлен сложный тип вертикальной гидрогеохимической зональности: в соленосной формации установлен тренд роста минерализации с глубиной, в надсолевой и подсолевой закономерности не выявлено. Выявлено 5 химических типов рассолов: хлоридный натриевый, хлоридный кальциевый, хлоридный кальций-натриевый, хлоридный натрий-кальциевый и хлоридный натрий-магниевый. В надсолевой формации распространен хлоридный натриевый тип вод, в соленосной – хлоридный натриевый, хлоридный кальциевый, хлоридный кальций-натриевый, в подсолевой формации выявлены все 5 типов вод. По происхождению подземные воды надсолевой формации относятся к рассолам выщелачивания, высокометаморфизованные рассолы соленосной формации имеют седиментационное происхождение, воды подсолевой формации представляют собой воды смешанного генезиса. Интерес представляет также работа А.В. Шестаковой, (магистрант Института природных ресурсов Национального исследовательского Томского политехнического университета) представившей доклад, связанный с гидрогеохимическими условия формирования углекислых холодных и термальных вод природного комплекса Чойган. В докладе представлены результаты собственных исследований, подробно рассмотрены особенности химического состава исследуемых вод, приведены аналоги изучаемых по содержанию в них углекислоты. Доклад был сделан на высоком научном уровне, отражал эрудированность автора по рассматриваемому вопросу. Интересны и другие доклады по данному направлению.

При исследованиях в области геологии и разведки нефтяных и газовых месторождений широко использовались методы компьютерного моделирования геологического строения и процессов разработки нефтяных месторождений с помощью программы Eclipse Шлюмберге и других современных программных материалов (для построения трехмерной модели месторождений, для оценки запасов нефти, для установления положения водонефтяного контакта, для статистического анализа данных и т.д.), в том числе новейшее программное обеспечение CENEX, W-Seis, GeoSeism, SURFER и GridMaster, позволяющие реконструировать тектоническое строение малоизученных территорий, также использовались космоснимки при прогнозировании ловушек нефти структурного типа. При изучении химического состава нефти и органического вещества нефтематеринских пород использованы хроматография и хромато-масс-спектрометрия, атомно-адсорбционный анализ, газовая хроматография, рентгеноструктурный анализ, электронная микроскопия, люминесцентная микроскопия, ртутная порометрия и др. В исследованиях молодых ученых и студентов широко используются информационные технологии и статистические модели поведения коллекторов нефтяных и газовых месторождений, термобарический и геохимический методы реконструкции палеогидрогеохимических условий развития осадочных отложений, методы - термостимулированной люминесценции грунтов при поисках месторождений нефти и газа, компьютерное моделирование залежей углеводородов с использованием трехмерных моделей, зарубежные и отечественные программные комплексы по моделированию истории формирования современных структур и прогноза нефтегазоносности месторождений углеводородов. В представленных молодыми учеными и студентами докладах рассмотрены вопросы геологического строения и

нефтегазоносности Западно-Сибирской, Днепрово-Принятской, Прикаспийской, Волго-Уральской, акватории северных морей и других нефтегазоносных провинций. Авторами проведена оценка перспектив нефтегазоносности новых территорий – востока Томской области, акваторий северных морей, в том числе Арктического шельфа (Баренцева моря, Карского моря и моря Лаптевых) и глубоководных горизонтов Западной Сибири. В данном направлении интерес представляет доклад Р.И. Сафина, инженера Сибирского научно-аналитического центра, (г. Тюмень), доклад «Перспективы нефтеносности Верхореченской зоны на юге Ямальского полуострова». В докладе представлены новые результаты исследования геологического строения, литологических особенностей и локализации залежей на Верхореченской площади, по результатам бурения и испытания скв. 7-кп и 32-пр отрисован контур предполагаемой залежи в зоне контакта палеозоя и альба, установлена высота залежи нефти. Показано, что Верхореченская зона – некоторый аналог неокомских залежам битуминозных песков в Канаде, что, несомненно, повышает интерес дальнейшего изучения нефтеносности района. Доказано, что прямые признаки нефтеносности явно указывают на существовавшие здесь процессы региональной миграции из мезозойских прогибов вверх по восстанию пластов, следовательно, они имели место и в зонах выклинивания проницаемых толщ на пути их миграции. Интересен также доклад А.А. Кочнева, студента Пермского национального исследовательского политехнического университета, (г. Пермь), по теме: «Исследование горных пород методом рентгеновской компьютерной томографии». В докладе на основе исследования образцов горных пород Восточной Сибири, Пермского края, Узбекистана и Ирака охарактеризованы особенности пустотно-порового пространства терригенных, карбонатных и соленосных пород, показаны возможности и доказано, что рентгеновская томография ядра – очень перспективный метод при исследовании петрофизических свойств горных пород, позволяющий решать огромное разнообразие прикладных и фундаментальных геологических задач. Теоретический и прикладной интерес представляют и многие другие работы.

По научному направлению региональной геологии, палеонтологии и стратиграфии авторами продемонстрированы новейшие компьютерные технологии и, в частности, ГИС-технологии, в том числе новейшие программы, позволяющие обрабатывать аэрофото- и космоснимки с последующим прогнозом. При исследованиях использованы кластерный метод, палеонтологические, математические, а также классические методы исследований, методы электронно-парамагнитного резонанса (ЭПР), нейтронно-активационный анализ, метод люминесцентной микроскопии для изучения органического вещества, анализ аэрофотоснимков и космоснимков. В палеонтологических исследованиях было показано применение универсального принципа симметрии Пьера-Кюри для характеристики форм и условий обитания отряда фузулинид и т.д. В работах использованы новейшие методы исследования веществ пород на современной инструментальной базе СО РАН и Мюнстерского университета, определения абсолютного возраста пород, палеонтологических реконструкций при прогнозировании месторождений и т.д. В частности, интерес представляет одна из лучших работ – С.В. Межеловской, (аспиранта Института минералогии, геохимии и кристаллохимии редких элементов РАН, г. Москва) в котором дана собственная оценка возраста и происхождения высокомагнезиальных палеопротерозойских вулканитов одного из районов Кольского полуострова, на основе авторского подхода определения их петротипов по хромовым шпинелям. Автором использованы самые современные методы лабораторно-аналитических исследований. Интересны также работы научных сотрудников Северо-Восточного федерального университета им. М.К. Аммосова (г. Якутск) Г.П. Новгородова, М.Ю. Чепрасова и С.Е. Григорьева по теме: «Новое местонахождение мамонтовой фауны Юнниген в бассейне реки Яны», которые демонстрировали в бассейне р. Яны не только скелетные останки, но и хорошо сохранившихся туш мамонтов, шерстистых носорогов и других представителей вымерших животных, относящихся к ранне-неоплеистоценово-голоценовым комплексом. Хорошая сохранность мягких тканей и шерсти животных обеспечивается многолетней мерзлотой Якутии. Такая исключительная сохранность останков позволяет в дальнейшем возможность клонирования, восстановления вымерших животных и других научных открытий. Интересны предложения новой компьютерной томографии в микропалеонтологии в дальнейших вопросах изучения микрофлоры и микрофауны, изложенные в работе А.И. Гуц, студента Гомельского государственного университета им. Франциска Скорины из Белоруссии. Интересны и многие другие доклады по данному направлению.

В секции «Космогеологические исследования. Методы, результаты перспективы» представлены доклады актуально ориентированные на решения научных и практических проблем в области геологии, геохимии, рационального природопользования, охраны и защиты окружающей среды с использованием современных методов анализа данных дистанционного зондирования Земли. В представленных докладах отражены разработанные, собственно самими авторами, новые методы оценки экологического состояния территорий, динамических режимов горных массивов соляных рудников, методов прогноза рудных полезных ископаемых и поисков месторождений нефти и газа.

Авторы для решения задач в процессе исследования использовали современные методы: статистический анализ напряженного состояния горных массивов, линеamentный анализ, методы улучшения, классификации и дискретизации растворовых изображений. Работу секции открыл профессор, заведующий кафедрой общей геологии и землеустройства ИПР ТПУ А.А. Поцелуев с интересным обзорным докладом «Дистанционные исследования – неотъемлемая часть современного геологоразведочного процесса». Актуальное и интересное сообщение сделала доцент ИПР ТПУ В.Г. Жидков по теме: «Космогеологические исследования при прогнозировании и поисках месторождений алмазов» и доцент ТПУ Ю.С. Ананьев: «Рудные поля и месторождения цветных, редких и благородных металлов Центральной Азии в материалах современных космических съемок». С интересным докладом выступили магистранты Северо-Кавказского федерального университета (г. Ставрополь) Р.И. Исмаилов и Т.В. Логвинова по теме: «Дистанционные методы оценки

нефтегазоносности платформ, орогенных и складчатых систем (на примере Кавказа и Русской платформы». А также доцент Д.В. Мозер и магистранты А.С. Туякбай и Н.И. Гей (Карагандинский государственный технический университет, Казахстан) по теме: «Дистанционное зондирование Караганды на основе использования радарных данных со спутника ENVISAT» Интересна работа и аспиранта Хасан Махмуд Гомаа Ибрагима (Саратовского государственного университета им. Н.Г. Чернышевского) «Воздействие изменений некоторых космических параметров на изменение уровня Каспийского моря». Интерес вызывал и целый ряд других докладов.

В секции «Землеустройство. Наука и практика» доклады выполнены студентами и молодыми учеными на высоком современном уровне. Актуальность их состоит в решении научных и практических проблем в области землеустройства, геодезии, картографии, геоэкологии, рационального использования и охраны земельных ресурсов. Представленные доклады имеют несомненную научную новизну. Они отражают результаты оценки состояния земельных ресурсов на основе изучения природных сред и предложены рекомендации по природоохранным мероприятиям. Значительная часть докладов посвящена проведению землеустроительных работ в пределах урбанизированных территорий, в районах добычи полезных ископаемых, при создании особых экономических зон развития туризма. Часть докладов посвящена становлению земельно-имущественных отношений и их значению при ведении землеустроительных работ. Достоверность полученных результатов основана на использовании информации, представленной государственными структурами и на применении современных методов анализа. В 2014 г. работу секции открыл пленарный доклад профессора Латвийского сельскохозяйственного университета В.З. Баумане (Латвия), которая осветила ситуацию в землеустройстве в странах Балтии. Пленарный доклад профессора Института природных ресурсов ТПУ О.А. Пасько охарактеризовал историю и перспективы развития землеустройства в России. Активное участие в работе секции приняла доктор биологических наук Дальневосточного отделения РАН Института водных и экологических проблем (г. Хабаровск) Г.В. Харитонов. В её докладе «Современные методы изучения почв» была представлена информация международного уровня исследований, использованы англоязычные слайды, на конкретных примерах разъяснен алгоритм выстраивания научных исследований. Практически все доклады участников вызвали активное обсуждение. Выступающим задавали не менее десятка вопросов и предложений, что позволяло с разных сторон обсудить проблему и увидеть перспективы исследований. Один из наиболее интересных докладов по данному направлению является доклад А.В. Алиферовой, студента Института природных ресурсов Национального исследовательского Томского политехнического университета: «Состояние земель сельскохозяйственного назначения анализ проблем и пути их решения на примере Томской области». Интересны также доклады Л.В. Бабинович, студента Института природных ресурсов Национального исследовательского Томского политехнического университета: «Формирование земельных участков в условиях застроенной территории», А.В. Чернова (Сибирская государственная геодезическая академия (г.Новосибирск) по теме: «О возможностях создания и ведения трехмерного кадастра природных ресурсов в России». Интересны и многие другие доклады на данной секции.

В области проблем разработки нефтяных и газовых месторождений использованы методы повышения эффективности работ. В частности, использованы новейшие современные информационные технологии, вычислительные алгоритмы, математические модели и программные средства для трехмерного гидродинамического моделирования разработки нефтяных месторождений ECLIPSE 100, GeoQuest, Petrel, Temp Test, MS Office, Pipe-Sim; математические модели для описания процесса теплообмена в скважине между трехфазным флюидом и погружным оборудованием. Авторами применен новый метод обезвоживания нефти, основанный на использовании электрического поля в технологических установках подготовки нефти, а также оригинальный способ решения проблем замерзания перепускных клапанов при механизированных способах эксплуатации нефтяных скважин. Использован оригинальный способ и технические устройства высокообводных скважин, оригинальный метод фотонной корреляционной спектроскопии в исследовании дисперсных систем, применен вибрационной метод для измерения свойств нефтяных систем в области водонефтяного контакта, метод спектрометрического импульсного нейтронного гамма-карогажа, волоконно-оптического геотехнического мониторинга и др. Молодыми учеными использованы современные методы математического моделирования процессов движения жидкости и газа в пласте, проведено решение теоретических задач по оптимизации процессов фильтрации и повышению точности гидродинамических исследований скважин, также использованы современные информационные технологии, вычислительные алгоритмы, математические модели и программные средства для трехмерного гидродинамического моделирования разработки нефтяных месторождений (Eclipse 100t, GeoQuest, Petrel, Tempes). Кроме того, участниками симпозиума предложена механистическая модель лифта скважины при моделировании совместной разработки газовой шапки и оторочки высоковязкой нефти; оригинальная методика определения стратегии разработки нефтяных месторождений Западной Сибири интегрированная с анализом рисков и неопределенностей; оригинальные экспериментальные исследования процессов вытеснения нефти различными композициями из реальных образцов керн. В работах использовано математическое и физическое моделирование процессов нефтеизвлечения, проведены натурные эксперименты и испытания новых устройств и технологий на действующих месторождениях. Молодыми учеными предложены разработки новых оригинальных программ для решения конкретных задач по интенсификации добычи углеводородов и производительности скважин на нефтяных месторождениях на поздних стадиях разработки и при наличии осложнений вызванных асфальтосмолопарафиновыми отложениями. В частности, рассмотрено осложняющее добычу нефти тепловое взаимодействие скважинной продукции и узлов установки электроцентробежного насоса, приводящее к преждевременному выходу из строя погружного оборудования и кабельных линий. Построена физическая и математическая модель вынужденного конвективного теплообмена

между трехфазным потоком флюида и погружным электродвигателем при различных свойствах флюида (плотности, вязкости, газонасыщенности, обводненности) и параметрах погружного оборудования (габаритных размеров двигателя, мощности, диаметра эксплуатационной колонны и др.). Актуальность данной проблемы обусловлена часто встречающимся отказом двигателя и кабельных линий по причине недостаточного охлаждения. Кроме того, экспериментальными и теоретическими исследованиями молодых ученых установлено, что образование дисперсных систем (эмульсий) внутри пласта может благоприятно сказываться на подвижности исходной нефти, тем самым, увеличивая ее дебит. Проведены исследования процессов образования и разрушения водонефтяных эмульсий. В качестве объекта исследования выбрана высоковязкая нефть Усинского месторождения. Данная нефть содержит высокий процент смол и асфальтенов (природных эмульгаторов), что позволяет получать устойчивые во времени эмульсии. Молодыми учеными использованы новые методы экспериментальных исследований процессов отложения неорганических солей и подбора ингибиторов для борьбы с этим явлением, а также оригинальные способы и техническое устройство для получения оперативной информации о технологических параметрах нефтедобывающих скважин. Лучшие доклады содержат результаты теоретических и экспериментальных исследований эффективности применения новых методов и технологий: 1) увеличение нефтеотдачи пластов и производительности скважин путем создания радиальных каналов методом глубокой гидроперфорации горных пород в сочетании с кислотным гидроразрывом пластов; 2) проблемы адаптации гидродинамических моделей к реальным характеристикам конкретных залежей и месторождений; 3) новые технологии и технические решения по совершенствованию скважинной добычи нефти (разрезка боковых стволов, управляемое бурение горизонтальных скважин, совместная разработка двух объектов и др.); 4) проблемы повышения успешности и прогнозирования эффективности проведения гидроразрыва пласта; 5) вопросы конверсии попутных нефтяных газов в высокооктановые бензины на цеолитных нанокompозитных катализаторах; 6) влияние ультрафиолетового облучения цеолитных нанокompозитных катализаторов на выход и селективность образования жидких углеводородов. В одном из лучших докладов Горшкова А.М., аспиранта ИПР ТПУ - по теме: «Исследование влияния диспергирующей присадки С-5А на устойчивость нефтяных асфальтенов в модельной системе методом фотонной корреляционной спектроскопии». Автором отмечается, что в зависимости от состава и внешних условий нефть можно рассматривать как дисперсную систему или молекулярный раствор. Термодинамический анализ фазообразования в дисперсных системах показывает, что изменение размеров ассоциатов под действием различных факторов оказывает влияние на физико-химические свойства дисперсных систем. Таким образом, появляется новая независимая переменная – дисперсность, которая обратно пропорциональна размеру частиц, изменение которой характеризует важнейшие свойства коллоидно-дисперсных систем. Прямые измерения размеров ассоциатов в ультрамикрорегетерогенных и микрогетерогенных системах практически отсутствуют. Использование для этого методов обычной оптической спектроскопии затруднено из-за низкого разрешения приборов. Для решения этой проблемы предложено использовать метод спектроскопии оптического смещения – метод фотонной корреляционной спектроскопии. Цель работы – разработка методики определения размеров частиц в модельных дисперсных системах (золь гидрата окиси железа и золь серы) на приборе PhotoCor Complex, с дальнейшим определением размеров ассоциатов асфальтенов в нефти. Участниками симпозиума предложена новая методика подготовки проб осадочных пород с использованием процесса седиментации, волоконно-оптическая система геотехнического мониторинга, метод спектрометрического импульсного, нейтронного, гамма-каротажа и др. В представленных докладах отражены разработанные собственными авторами новые модели интерпретации данных гидродинамических исследований скважин, новые экспериментальные методики проведения лабораторных исследований фильтрационно-емкостных свойств пород-коллекторов и новые методики расчетов для подбора оборудования для эксплуатации скважин. Все вышеизложенное позволяет выработать рекомендации по созданию оптимальных систем разработки нефтяных и газовых месторождений и мероприятия по предупреждению осложнений при эксплуатации скважин. Одним из интересных докладов является доклад Донг Ван Хоанг, студента Института природных ресурсов Национального исследовательского Томского политехнического университета, доклад на тему «Повышение эффективности работы газлифтных скважин на нефтяном месторождении «Белый Тигр» (Вьетнам)», в котором предложены методы увеличения КПД газлифтных скважин с помощью: 1. увеличения глубины погружения подъемника; 2. снижения относительной скорости газа. Интересен доклад студента ТПУ Г.Т. Зятекова «Перспективы нанотехнологий при добычи нефти». Теоретическую и практическую значимость имеют и многие другие доклады по данному направлению.

В области исследования бурения нефтяных и газовых скважин и технологии и техники разведки МПИ применялся весь арсенал современных методов: тонкие физические измерения (электромагнитная эмиссия, дозированное радиационное облучение), современные математические методы обработки анализов на ЭВМ, выявлена новая возможность применения высокомолекулярного поливинилпирролидона в качестве добавок в тампонажных растворах, имеющих повышенную прочность почти в 2 раза и равные адгезионные свойства, измерение термо-ЭДС в твердосплавном породоразрушающем инструменте, определение микротвердости с использованием современных компьютерных микротвердомеров, тензометрия при определении режимных параметров бурения с выдачей информации на компьютер, а также методика регистрации импульсного релаксационного тока, возбуждаемого на границе горная порода–режущий инструмент и др. Молодые исследователи широко использовали программные средства автоматизированного проектирования различных технических устройств таких, как «Автокад», «Компас», программы расчета прочности изделий методом конечных элементов «Ansys», программы статистического анализа результатов применения новых образцов буровой техники, например «Statistica». В лабораторных исследованиях свойств различных материалов использовались комплексы современного аналитического оборудования, например, комплекс контроля свойств

буровых растворов «OFITE». Для контроля процессов электризации породы на контакте с породоразрушающим инструментом при бурении скважин применялся разработанный в ТПУ новый метод записи электрических токов, протекающих через бурильную колонну. Студенты ТПУ спроектировали и создали лабораторную установку с компьютеризованным измерительным комплексом. Особое внимание молодыми учеными было уделено буровым промывочным и тампонажным растворам, проблемам профилактики и ликвидации осложнений и аварий в бурении, моделировании процессов бурения, рассмотрены новые подходы к повышению механической скорости бурения путем контроля давления в скважине. Студентами кафедры бурения ИПР ТПУ подготовлен и продемонстрирован лабораторный стенд для проверки и отработки нового способа бурения – гидро-мониторно-абразивного с применением гидромониторного долота эжекторного типа. Ими разработаны также уникальные методики и лабораторные установки и стенды, например, установка, позволяющая оценивать влияние различных технологических жидкостей, используемых для бурения и крепления скважин, на проницаемость пласта в условиях, соответствующих условиям залегания продуктивных пластов нефтегазовых скважин и уникальный стенд для гидроабразивного бурения с циркуляцией в призабойной зоне абразивного порошка рэлита. Значительная часть представленных докладов по данному направлению ориентирована на разработку, либо усовершенствование буровых технических средств с использованием оригинальных идей, в большинстве своем не имеющих аналогов в буровой практике. Так, необходимо отметить разработанную студентами компьютерную программу для расчетов в буровой механике. В ряде докладов излагался ход проектирования и изготовления лабораторных установок для научных исследований в области бурения скважин. Некоторые разработки молодых ученых заслуживают патент или свидетельства на полезную модель.

Большой интерес вызвал доклад Д.Н. Мезенцева, ведущего инженера ОАО «ТомскНИПИнефть», на тему «Лабораторные исследования эффективности технологий глушения скважин с контролем поглощения жидкости». В докладе представлены результаты лабораторных исследований изменения проницаемости образцов терригенного керна в результате воздействия блокирующих составов. Актуальность работы обусловлена необходимостью минимизации негативного эффекта снижения проницаемости пласта после обработки блокирующим составом. Для решения этой задачи выполнен лабораторный анализ технологий с использованием образцов керна объекта разработки и выбора рецептур с минимальным влиянием на проницаемость пласта. На примере нескольких известных составов в работе показана возможность экспериментальной оценки коэффициента восстановления проницаемости после воздействия жидкостью глушения. Сравнительный анализ коэффициентов восстановления проницаемости после воздействия блокирующих составов показал, что наибольшей эффективностью ($\beta_i=0,6$ д.ед.) среди рассмотренных составов обладает «FloThru» (производства «MI-Swaco»). Интересен также доклад В.С. Лесина, Е.И. Рычкова, магистрантов Института природных ресурсов Национального исследовательского Томского политехнического университета, доклад на тему «Исследование трения в анизотропных породах». В докладе представлены результаты исследования трения в анизотропных породах. Ключевой задачей исследования было подтверждение предположения, что трение между частицами горной породы в ядре сжатия (при вдавлении в нее индентора) является характеристикой процесса разрушения. Экспериментальные исследования проводились на специально сконструированном трибометре. Было показано, что анизотропия в горной породе существенно влияет на трение. При этом классический конус трения с окружностью в основании преобразуется в конусоид с эллиптическим основанием. Полученные результаты подтвердили важность изучения процесса разрушения горной породы через управление трением в области разрушения.

Практический и теоретический интерес имеет доклад Е.Д. Исаева, студента Института природных ресурсов Национального исследовательского Томского политехнического университета по теме: «Исследование технологических процессов при шароструйном бурении методом высокоскоростной видеосъемки», в котором представлены результаты исследования технологических процессов при шароструйном бурении методом высокоскоростной видеосъемки. В результате исследований были получены данные о процессах движения шаров и шлама при работе бурового снаряда. Установлены причины возникновения осложнений в процессе бурения снарядом и предложены способы их предупреждения. Исследована траектория движения шаров в камере смещения. Новый исследовательский подход позволил ответить на множество вопросов относительно технологии процесса и наметить направления совершенствования конструкций бурового снаряда и критерии подбора параметров режима бурения. Научную и практическую значимость имеют доклады и других участников секции.

При рассмотрении вопросов по совершенствованию нефтегазопромыслового оборудования участниками симпозиума предложено применение ударно-волновой технологии в малодебитных и рентабельных скважинах; использование новейших информационных технологий для создания поисковой системы нефтегазопромыслового оборудования; применение кислотной обработки коллектора с использованием установки с гибкими трубами, что должно привести к интенсификации и увеличению притока нефти; показана уникальность и эффективность использования торцевых уплотнителей центробежных насосов и т.д.; были продемонстрированы результаты экспериментов по внедрению ударно-импульсной технологии воздействия на продуктивную зону нефтегазового пласта, что вдвое повышает нефтеотдачу; предложена оригинальная методика определения уровня жидкости в межтрубном пространстве нефтедобывающих скважин методами эхометрии; авторами была продемонстрирована модель учета, контроля и анализа надежности подземного оборудования эксплуатационного фонда скважин, оборудованных УЭЦН, которая позволит оперативно управлять технологическим процессом и снизить себестоимость добычи нефти; участниками симпозиума предложена новая технология селективного гидроразрыва продуктивных пластов с применением гибких непрерывных труб и т.д. и т.п. Доклады выполнены на высоком уровне. Актуальность состоит в решении современных научных и

практических проблем в области нефтепромыслового оборудования. Представленные доклады имеют несомненную научную новизну (более половины). Например, в работе О.Л. Булгаковой магистранта Института природных ресурсов Национального исследовательского Томского политехнического университета «Применение воздушно-сухого и термообработанного торфа при сорбции и утилизации аварийного разлива товарной нефти Нюрольского месторождения на водной поверхности». В докладе представлены результаты применения сорбционных материалов при различных условиях разлива, таких как на почве, на твердой искусственной поверхности и на поверхности природных водоемов. Приведен широкий обзор и детальное сравнение предлагаемых сорбентов с существующими аналогами. Интересны и многие другие доклады. Интересны также доклады студента Института природных ресурсов Национального исследовательского Томского политехнического университета Ю.Р. Галиевой «Совершенствование технологии изоляции трубопроводов полиэтиленовыми ленточными покрытиями с двухсторонним липким слоем», и А.А. Сухова, студента Уфимского государственного нефтяного технического факультета: «Мобильный комплекс для механизации спуско-подъемных операций при капитальном и текущем ремонте скважин». Интерес вызвал доклад Д.А. Казанцева и доцента М.С. Салтымакова «Моделирование и оптимизация гидравлических систем в среде FLOWMASTER M7». Интересны и другие доклады по данной секции.

По направлению «Современные технологии и техника нефтегазопроводов и нефтегазохранилищ» участники симпозиума в своих сообщениях отражают решения актуальных сегодня задач, стоящих перед ОАО «Центрсибнефтепровод», ОАО «АК «Транснефть». Научные идеи и инженерные методики расчетов представленных докладов позволяют использовать их в качестве экспресс-методов оценки при проектировании магистральных трубопроводов и насосно-силового оборудования. В своих расчетах, подтверждающих научные идеи, участники симпозиума использовали общие положения теории размерностей, гидравлического подобия и моделирования явлений, методы математической статистики обработки результатов экспериментов, микроструктурный анализ, потенциометрия, метод спектрального разложения Фурье, часть работ является конструкторскими разработками. В ряде работ рассмотрены результаты внутритрубной диагностики магистральных нефтегазопроводов. Изучены признаки особо опасного вида разрушений нефтегазопроводов – коррозионное растрескивание со стороны внешней катоднозащитной поверхности. Проведен анализ методов обнаружения, диагностики и прогнозирования расслоения стенок труб нефтегазопроводов в процессе их эксплуатации, удалось смоделировать напряженно-деформационное состояние монтажных швов вертикального стального резервуара (РВС) в программном комплексе ANSYS® Workbench Simklation, рассмотрена возможность применения машин Стирлинга для предотвращения потерь легких фракций углеводородов от испарения при хранении нефти и нефтепродуктов в резервуарах. В представленных докладах отражены разработанные авторами методики для оценки состояния объектов магистральных трубопроводов и рекомендации по их применению. Так, в работе А.В. Ермолаевой, студентки Института природных ресурсов Национального исследовательского Томского политехнического университета, обоснована необходимость внедрения и разработки программного приложения для паспортизации узлов измерений расхода газа. В результате предложена необходимость связать две базы данных «Инфотех» и «УОРО МИКС» и разработать программные приложения для построения структурной и аксонометрической схем. Прикладное значение имеет доклад В.А. Фаермана, студента и А.Г. Черемнова студента Института Кибернетики Национального исследовательского Томского политехнического университета, по теме: «Перспективы применения частотно-временного корреляционного анализа для поиска утечек в нефтепроводах методом акустической эмиссии», в котором показаны перспективы применения частотно-временного корреляционного анализа для математической обработки сигнала. Применения частотно-временного корреляционного анализа потенциально способно повысить эффективность обнаружения течей в нефтепроводах методом акустической эмиссии за счет частичного устранения его принципиальных недостатков. Кроме того, одновременное представление временной и спектральной информации на одной графической структуре (поверхности частотно-временной корреляционной функции), является более наглядным и упрощает работу оператора. Интерес вызвали также доклады А.А. Синюгина, аспиранта и А.С. Ядыкина, студента Самарского государственного технического университета: «Оптимизация моделирования спирального бандажа в Ansys» и А.С. Гареева, студента Уфимского государственного нефтяного технического университета: «Капитальный ремонт магистральных нефтепроводов при помощи трубопроводного подъемника». Научное и практическое значение имеют и многие другие доклады данной секции.

На секции горного дела молодыми учеными предложен оригинальный способ защиты от разрушения гидравлической крепи при воздействии горных ударов. В одной из научных работ дана новая методика расчета устройства, основанного на использовании инерционных сил, действующих на верхнюю часть крепи. Предложенный способ не имеет отечественных и мировых аналогов. Молодыми учеными также разработана оптимальная кинематика элементов винтопроходческих комплексов, позволяющая разрушать породу на забое с минимальными затратами энергии, даны расчеты анкерного крепления при проходке горно-разведочных выработок, составлены и решены уравнения, на основе которых предложен оптимальный вариант кровли и блоков горной выработки одной из шахт Кузбасса; рассмотрены способы, позволяющие избавиться от вредного воздействия момента, изгибающего штангу при бурении шпуров и скважин, что позволяет повысить в несколько раз усталостную выносливость инструмента и т.д. В научных работах по горному делу широко использовались методы имитационного и экономико-математического моделирования, методы планирования экспериментов, статистические методы обработки результатов экспериментов и аналитические исследования и т.п. Молодыми учеными проводились исследования, такие как изучение напряженно-деформированного состояния массива горных пород и управления мобильными (самоходными) машинами, опыт внедрения развитых систем автоматизации техники (дистанционное программирование процессов, бортовые телекамеры, системы

технического зрения и автономной навигации, элементы искусственного интеллекта, объединение автоматизированных машин информационной сетью). В ходе автоматизации оборудования для горного дела широко используются сегодня элементы микроэлектроники. И это отражено в докладах молодых исследователей. Доклады выполнены на высоком современном уровне и несомненно имеют научную новизну. Актуальность состоит в решении научных и практических проблем в области горного дела и разработке твердых полезных ископаемых. Доложены результаты теоретических и практических основ прогрессивной многозабойной технологии проведения горно-разведочных выработок при детальной и эксплуатационной разведке, базирующихся на выявленных закономерностях между основными организационно-технологическими параметрами многозабойного метода проходки с использованием современных технических средств и передовых форм организации труда. Расширены результаты и углублены исследования в области техники, технологии и организации проведения горно-разведочных выработок в Сибири. Часть докладов посвящена анализу и изучению оборудования для переработки торфяного сырья, определению прочностных и деформационных свойств соляных пород, исследованию работы рабочих колес крупных шахтных осевых вентиляторов, посвящена изучению подогрева в шахтных калориферных установках. Достоверность полученных результатов подтверждается значительным количеством экспериментальных исследований с применением современных методов анализа. В частности интерес представляет доклад Цыганковой М.В., аспиранта Института физики высоких технологий Национального исследовательского Томского политехнического университета, по теме: «Моделирование гидродинамической системы буровых установок в безразмерных параметрах». В докладе представлена разработка математической модели гидродинамического безбойкового механизма, входящего в состав буровых установок. Исследования этого механизма показали большие возможности для регулирования формирующегося импульса. Данный механизм в связи с имеющимися конструктивными особенностями, может изменять параметры формирующегося импульса, за счет незначительных изменений в конструкции. Большой интерес представляет доклад Д.Ю.Седнева, аспиранта Пермского национального исследовательского политехнического университета, по теме: «О возможности применения частичной теплоизоляции горных выработок уклонных блоков нефтешахт Ярегского месторождения для повышения энергоэффективности процесса добычи». В докладе представлен термощахтный способ добычи нефти. Основное нововведение данного способа заключается в создании в системе разработки термонагнетательной подсистемы, целью которой является снижение вязкости нефти и, как следствие, повышение коэффициента извлечения нефти. Применение частичной теплоизоляции в горных выработках позволит уменьшить теплоотдачу в воздушную струю, улучшить условия труда, а также создать возможность для повышения средней температуры пласта путем сдерживания теплового фронта. Интересен также доклад в практическом отношении Т.Р. Мифтахова, студента Пермского национального исследовательского политехнического университета по теме: «Способ повышения интенсификации теплообмена в шахтных калориферных установках», в котором представлены исследования для повышения интенсификации теплообмена по периметру калориферного канала предлагается размещать термостекло, у которого со стороны, прилегающей к калориферному каналу, практически отсутствуют тепловые потери, а с внутренней стороны канала – производится нагрев воздуха. Данное введение в значительной степени позволит повысить интенсификацию теплообмена при осуществлении воздухоподготовки, а следовательно, снизить затраты энергоресурсов на работу ШКУ в холодное время года. Интерес вызвал доклад Д.С. Плотникова, студента Забайкальского государственного университета (г.Чита) по теме: «Технологические способы управления качеством углей с повышенным содержанием естественных радионуклидов». В докладе представлена разработка эффективных систем управления радиационным качеством углей, которые бы обеспечивали не только полноту извлечения угольной массы из недр, но и обеспечивали радиационную безопасность угольной продукции. Исследования углей на всех месторождениях проводились двумя методами: гамма-пробование углей в естественном залегании, в штабелях и в пробах угля в лаборатории с использованием сцинтилляционного гамма-спектрометра. В процессе проводимых исследований было выявлено закономерности распределения естественных радионуклидов в углях, которые показали, что Уртуйские угли характеризуются весьма высокой изменчивостью содержания радионуклидов и, следовательно, различным их вкладом в суммарную удельную активность. Интересны и многие другие доклады по данному научному направлению.

На секции «Моделирование процессов при транспортировке нефти и газа» доклады выполнены на высоком современном научном уровне. Актуальность их заключается в решении научных и практических проблем в области гидрогазодинамики, тепломассопереноса во внутренних системах (трубах и каналах), экспериментальных и теоретических методов исследования гомогенных и гетерогенных потоков, реологии вязких сред и теплофизики. В 2014 г. работу секции открыл пленарными докладами д. ф.-м. н., профессор Института природных ресурсов Томского политехнического университета С.Н. Харламов. Профессор С. Н. Харламов, подробно осветил современные информационные технологии и ресурсоэффективные модели в решении задач энергосбережения и транспорта вязких сред: историю, достижения и перспективы. В представленных докладах участников отражены разработанные собственно самими авторами новые методики комплексного физико-математического, компьютерного моделирования процессов переноса импульса, тепла и массы в гомогенных и гетерогенных средах в условиях наличия и отсутствия действия внешних сил (закрутка, магнитных полей, сил тяжести и т.д.), экспериментального исследования движений сложных сред в трубопроводах. Получены новые данные по гидродинамической и тепловой структуре смесей в условиях пространственной и тепловой деформации углеводородных сред. В некоторых докладах представлены новые данные по содержанию и закономерностям распределения интегральных параметров (сопротивления и тепломассопереноса) в инертных и химически реагирующих потоках жидкостей, анализу структуры движения фаз. В другой части докладов приведены новые схемы расчета и эффективные алгоритмы расчета пристеночных

анизотропных потоков. Приведены подходы к математическому моделированию процесса транспорта высоковязких неньютоновских жидкостей, что особенно актуально в свете эксплуатации новых месторождений высоковязких нефтей с уникальными реологическими свойствами, а также месторождений в районах Крайнего Севера. Все вышеизложенное позволяет эффективно моделировать и изучать динамику процессов транспорта углеводородного сырья, а также закладывать основные положения при проектировании оборудования по подготовке нефти и газа к транспортировке. Достоверность всех полученных результатов подтверждается использованием современных методов математического моделирования, а также высоким качеством используемых программных продуктов. Показаны результаты апробации редко используемых в практике прикладных расчетов модели турбулентности. Все вышеизложенное опирается на многочисленные сравнения с экспериментальными авторскими данными распределений гидродинамических и теплодиффузионных характеристик. Предлагаются критериальные зависимости для расчета потерь на трение и тепломассообмен при сложном движении смесей в трубопроводах. В процессе исследований молодыми учеными были использованы новейшие методы и методики такие как: моделирование течений смесей в рамках подходов – RANS, LES и Hybrid models, visualization, LDV Systems, photo-video technics; численное моделирование мелкомасштабных процессов в рамках низкорейнольдсовых течений и с неньютоновской реологией. В процессе исследования авторами использованы современные сведения по комплексному физико-математическому моделированию процессов переноса импульса, тепла и массы в реологически сложных системах, основанных на привлечении феноменологической и статистической теорий турбулентности, данных бесконтактных средств регистрации изменений пульсационных полей скорости, температуры и концентрации как в гомогенных, так и в гетерогенных средах. В численных исследованиях сложных процессов течения и тепломассообмена в трубопроводах выделяются эффективные и быстродействующие алгоритмы со сквозным расчетом характеристик течения непосредственно со стенки, включая ламинарный подслои и буферную зону. Получены новые данные по гидродинамической и тепловой структуре смесей в условиях пространственной и тепловой деформации углеводородных сред, при действии сосредоточенных и распределительных нагрузок на трубопроводы, проложенных на местности со сложным рельефом и климатических условиях. Прогноз аварийных ситуаций функционирования трубопроводов и оптимизация режимов их работы, как правило, выполнены по многопараметрическим моделям турбулентности, опирающимся на полные дифференциальные уравнения Лоя компонент для полного тензора напряжений Рейнольдса, удельных скалярных потоков тепла и массы. Все методики оригинальны и до настоящего времени редко используются в практике прикладных расчетов гидродинамики и тепломассообмена из-за слабой апробированности на технических системах. В ряде докладов приведены новые схемы расчета и эффективные алгоритмы расчета пристеночных потоков напряжений и деформаций. Показаны результаты апробации редко используемых в практике прикладных расчетов модели турбулентности. Представленные исследования могут служить материалом, подтверждающим большие потенциальные возможности используемых моделей и методов в расчетах сложных сопряженных процессов в природе и технике. Одной из наиболее интересных работ в этом направлении является доклад Р.А. Альгинова, инженера I категории ОАО «ТомскНИПИНефть» по теме: «Особенности разделения турбулентного потока в узлах и сочленениях трубопроводов». В докладе представлены сведения об особенностях численного исследования изменений структуры углеводородных сред в областях слияния и разделения потока. Приведены рекомендации по прогнозу сопротивления трения и теплообмена в энергонапряженных участках. Кроме этого интересен и второй доклад Р.А. Альгинова: «Математическое моделирование влияния диэлектрофореза как способа интенсификации электрокоалесценции водонефтяных эмульсий». Из студенческих работ интересен доклад Р.Г. Афанасьева, студента Национального исследовательского Томского политехнического университета по теме: «Компьютерное моделирование НДС участка газопровода с абразивным износом дна вследствие наличия в потоке механических примесей». Автором предложены сведения о комплексном физико-математическом и численном моделировании процессов абразивного износа с учетом примесей и сформулированы подходы к детальному прогнозу оптимальных режимов функционирования ТП, определены локальные участки интенсификации процессов и НДС газопровода. Интерес представляет также доклад студентов Института природных ресурсов Национального исследовательского Томского политехнического университета Н.С. Куделина и П.О. Дедеева «Численное моделирование тепловых процессов в стенке трубопровода». Интересны, особенно в теоретическом плане, многие другие доклады по данному направлению.

В направлении «Переработка углеводородного сырья» молодыми учеными использовались следующие новые методы: современные физико-химические методы исследования металлических и наноструктурированных цеолитных катализаторов: ИК-Фурье спектроскопия, рентгенофазовый анализ с помощью дифрактометра Shimadzu XRD-6000, дифференциальный термоанализ на приборе синхронного термического анализа NETZSCH STA 409 (Германия), электронно-микроскопические исследования на растровом электронном микроскопе VEGAII LMU (Чехия) с системой рентгеновского энергодисперсионного микроанализа, интегрированного с VEGAII LMU, Oxford INGA Energy 350; кислотные и каталитические свойства интерметаллидов и наноструктурированных цеолитных катализаторов изучены на специальных автоматизированных установках: термодесорбционная и проточные автоматизированные каталитические установки с различным объемом реакторов; современные методы исследования физико-химических свойств нефтеполимерных смол, а также новейшие методы термогравиметрии, рентгеноструктурного анализа, БЭТ, спектроскопии ЯМР 13С, метод ГХ-МС, спектроскопии ЯМР 13С, 1Н, ИК, метод математического моделирования, применение интеллектуальных программных комплексов, газовой хроматографии, метод термодесорбции и др. Лучшие доклады содержат результаты теоретических и экспериментальных исследований эффективности применения новых методов и технологий: 1) утилизация и глубокая химическая переработка попутных нефтяных газов (ПНГ) на

наноструктурированных модифицированных цеолитсодержащих катализаторах в жидкие углеводороды и «сухой газ»; 2) углекислотная конверсия природного газа в синтез-газ на интерметаллидах никеля и алюминия; 3) переработка прямогонных бензиновых фракций газовых конденсатов и нефти на наноструктурированных модифицированных цеолитных катализаторах в высокооктановые бензины марок «Евро-4 и 5»; 4) получение различных модифицированных нефтеполимерных смол с улучшенными характеристиками из жидких продуктов пиролиза; 5) моделирование процессов промышленной подготовки нефти, газа и газового конденсата и заводской переработки углеводородного сырья (обессоливание, обезвоживание, каплеобразование, сепарация, ректификация, каталитический риформинг, изомеризация, дегидрирование, гидрирование, алкилирование); 6) освещены вопросы совершенствования процессов переработки тяжелой смолы пиролиза в ценные химические продукты, а также получения 2-этилгексановой кислоты, как основного компонента при производстве металлокомплексных катализаторов и других веществ. 7) представлены результаты модернизации нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств с применением технологических моделирующих систем; 8) показана актуальность повышения ресурсоэффективности переработки различных видов углеводородного сырья в продукты с высокой добавленной стоимостью – высокооктановые моторные топлива и добавки к ним, полуфабрикаты синтетических моющих средств – линейные алкилбензолы, тяжелая смола пиролиза – сырье для производства саж и технического углерода, 2-этилгексановой кислоты для производства сиккативов, растворителей, оловоорганических соединений, в процессе получения солей металлов, служащих катализаторами в производстве пластификаторов. Результаты исследований позволяют объективно оценивать современный уровень развития нефтегазопромышленной отрасли, а также нефтепереработки и нефтехимии. Доклады выполнены на высоком научном современном уровне. Актуальность их заключается в решении научных и практических проблем в области цеолитного катализа и его применения в нефти - и газохимии, рационального природопользования, особенно легкого углеводородного сырья: природного и попутных нефтяных газов и газовых конденсатов, эффективного использования побочных продуктов пиролиза для синтеза нефтеполимерных смол. В представленных докладах рассмотрены результаты исследований по физико-химическим свойствам различных модифицированных микропористых цеолитных катализаторов типа ZSM-5, а также процессов переработки легкого углеводородного сырья: природного и попутного нефтяного газов, газовых конденсатов в низшие олефины, ароматические углеводороды и высокооктановые бензины, что имеет не только научное, но и большое прикладное значение, особенно для нефте- и газодобывающих регионов для решения экологических проблем, охраны окружающей среды и их комплексного развития. Впервые проведены исследования по превращению прямогонных бензинов и попутных нефтяных газов C_3-C_4 на цеолитных катализаторах, модифицированных гетерополисоединениями Mo и W. Показано, что введение гетерополисоединений Mo и W приводит к повышению выхода высокооктановых бензинов из газового конденсата и ароматических углеводородов из газообразных насыщенных углеводородов. Рассмотрены технико-экономические показатели этих новых процессов и показана перспективность их практического применения. Другая часть докладов была посвящена новым способам и процессам использования жидких продуктов термического пиролиза углеводородных фракций и получению на их основе новых эффективных нефтеполимерных смол. Показано, что модификация ароматических нефтеполимерных смол комплексом электрогенерированных окислителей позволяет значительно улучшить физико-механические характеристики модифицированных нефтеполимерных смол. В ряде докладов приведены новые альтернативные способы переработки различных видов сырья: биоспиртов, биомасел и других в углеводороды, синтетические моторные топлива и другие ценные продукты (Институт технической химии Технического университета г. Дрезден, Германия). В некоторых докладах представлены новые данные по исследованию состава тяжелых фракций нефти, по превращению высокомолекулярных компонентов природного битума (Институт химии нефти СО РАН, г. Томск), а также по созданию новых эффективных пленкообразующих материалов на основе нефтеполимерных смол (Институт природных ресурсов Томского политехнического университета). Все вышеизложенное позволяет более квалифицированно разрабатывать рекомендации по рациональному использованию природных углеводородных ресурсов. Достоверность всех полученных результатов подтверждается большим количеством полученного экспериментального материала с использованием новейших физико-химических методов анализа. Одним из лучших докладов по данному направлению является доклад И.С. Хомякова, аспиранта, и А.И. Татаркиной, магистранта Института природных ресурсов Национального исследовательского Томского политехнического университета по теме: «Исследование процесса облагораживания прямогонных бензиновых фракций газового конденсата на цеолитах типа MFI, модифицированных гетерополисоединениями». В докладе представлены новые уникальные результаты исследования активности цеолитных катализаторов, модифицированных гетерополисоединениями вольфрама, молибдена и висмута, в процессе превращения прямогонных бензинов в высокооктановые бензины и исследованных с помощью современных методов анализа: ИК-спектроскопия, рентгенофазовый анализ, электронная микроскопия и метода термодесорбции аммиака. Интерес вызвал также доклад: А.Н. Кошеваровой и Ю.А. Храмовой, магистрантов Института природных ресурсов Национального исследовательского Томского политехнического университета, по теме: «Эпоксидирование нефтеполимерных смол на основе фракции C_9 ». Авторами показано, что эпоксидирование нефтеполимерных смол на основе алифатической C_5 и широкой фракции углеводородов позволяет значительно улучшить физико-механические характеристики модифицированных нефтеполимерных смол. Интересны также доклады: Л.Л. Коробицыной, А.А. Степанова, В.В. Козлова, А.В. Восмерикова, сотрудников Института химии нефти СО РАН г. Томск: «Неокислительная конверсия метана на Mo-содержащих цеолитах», а также В.И. Ерофеева, А.И. Татаркиной, И.С. Хомякова, Т.Н. Волгиной, сотрудников Национального исследовательского Томского политехнического университета:

«Получение высокооктановых бензинов из прямогонных бензинов на наноструктурированных цеолитах MF1, модифицированных гетерополисиоидными W и Mo». Интересны также доклады: Д.С. Корнеева, магистранта Института природных ресурсов Национального исследовательского Томского политехнического университета, на тему: «Термические превращения тяжелых нефтяных систем и оценка структурных изменений их высокомолекулярных компонентов методом ПМР», в котором представлены новые исследования и данные по результатам автора по влиянию состава перерабатываемого сырья на эффективность процесса термолитического разложения нефтяных остатков. Необходимо отметить доклад А.А. Крутея, студента Института природных ресурсов Национального исследовательского Томского политехнического университета, по теме: «Подбор эффективных ингибиторов солеотложений для двух нефтей различного состава». Интересные работы представили: Н.С. Белинская, аспирант Института природных ресурсов Национального исследовательского Томского политехнического университета, по теме «Компьютерная моделирующая система процесса каталитической депарафинизации дизельных топлив» и М.В. Майлин, студент Института природных ресурсов Национального исследовательского Томского политехнического университета, по теме: «Оптимизация процесса производства товарных бензинов методом математического моделирования». Интересны и другие доклады по данному направлению.

По направлению «Современные технологии подготовки, освоения и переработки минерального сырья» доклады выполнены на высоком научном современном уровне. Актуальность заключается в решении научных и практических проблем в области переработки минерального сырья, рационального природопользования, охраны и защиты окружающей среды, технологии переработки минерального сырья. В представленных докладах отражены современные направления обогащения полиметаллических руд, технологии комплексного освоения и переработки отходов золоторудных объектов, получены новые данные по созданию водостойких магнезиальных материалов на основе диопсидового и серпентинитового сырья, показаны возможности увеличения поглотительной способности глин и активации бентонитов ионами натрия, исследованы возможности использования карбонатных марганцевых руд в металлургической промышленности и для получения катализаторов глубокой конверсии природного газа. Представлены новые результаты в области нетрадиционных методов получения оксидов металлов с использованием электрохимического синтеза на переменном токе, модифицирование свойств и эксплуатационных характеристик геля гидроксида алюминия, аналитического контроля ионного состава растворов промышленных предприятий, использующих природные рассолы. Разработаны методы получения сорбентов на основе отходов обезжелезивания воды, используемых для очистки и регенерации отработанных масел. В представленных докладах отражены современные направления технологий комплексной переработки золы углей Кузбасса. Достоверность полученных результатов подтверждается большим количеством проведенных экспериментов, использованием современных методов физико-химического анализа. В процессе исследований молодыми участниками использовались новейшие методы и методики: рентгенофазовый анализ, рентгеноструктурный анализ, атомно-абсорбционный анализ, потенциометрия, кондуктометрия, электронная микроскопия, определение удельной поверхности по методу БЭТ, химический анализ и др. В частности, практическую значимость имеет доклад И.А. Королева, аспиранта Кузбасского государственного технического университета имени Т.Ф. Горбачева, (г. Кемерово), по теме «Предпроектная разработка технологии обогащения каменных углей с применением математического моделирования». В докладе представлены математическая модель расчета качественно-количественных показателей обогащения угля, реализованная в виде компьютерной программы, которая может использоваться после запуска фабрики для прогнозирования технико-экономических показателей работы и управления качеством выпускаемой товарной продукции. Изложенный подход к проектированию обогатительных фабрик и выполнению предпроектных проработок используется в проектных организациях Кузбасса. Имеется положительный опыт внедрения данной методики проведения предпроектных исследований в ЗАО «Научно-исследовательский и проектный институт «Кузбасспроект» при выполнении проектной документации по реконструкции обогатительного модуля шахты «Талдинская Западная 1» ОАО «СУЭК-Кузбасс», а также при работе над другими проектами. Среди студенческих работ интерес представляет доклад А.М. Ежова, студента Института природных ресурсов Национального исследовательского Томского политехнического университета, на тему: «Обогащение железной руды Бакчарского железорудного месторождения методом сухой магнитной сепарации». В докладе представлены результаты исследования руды Бакчарского железорудного месторождения, отобранной методом скважинной гидродобычи. Показано, что выход концентрата при обогащении руды методом сухой магнитной сепарации определяется классом крупности и напряженностью магнитного поля: основная масса магнитных частиц сосредоточена в мелкозернистой фракции (от 0,25 до 0,5 мм); разделение с высоким выходом достигается при относительно невысокой силе тока в обмотке сепаратора (не более 6 А). Проведение пересчетных стадий позволяет повысить выход. Однако, после первого цикла разделения содержания железа в концентрате ($C_{Fe} > 60\%$) достаточно для того, чтобы его можно было использовать в доменных процессах. Интересны и многие другие доклады по данному научному направлению.

В научных работах, связанных с комплексным использованием различных видов сырья, в процессе исследований применялись такие современные методы исследования, как рентгенофлуоресцентный анализ, электронная сканирующая микроскопия, комплексный термический анализ, спектрофотометрия, рентгенофазный анализ ДТА, атомно-абсорбционный анализ, атомно-эмиссионная спектрометрия, метод лазерного микроанализа, потенциометрия, инверсионная вольтамперометрия, электронная микроскопия и энергодисперсионный анализ, дилатометрия, рентгенофлуоресцентный анализ, инфракрасная спектроскопия, дифференциально-термический анализ и др. Доклады секции выполнены на высоком научном современном уровне. Актуальность заключается в решении научных и практических проблем в области комплексного

использования минерального сырья. В представленных докладах отражены разработанные собственно самими авторами и их научными руководителями технологии рационального использования сырьевой базы России, а также представлены технологии переработки техногенных отходов с целью замены ими природного сырья. В представленных докладах отражены разработанные собственно самими авторами новые способы и технологии использования минерального сырья и техногенных отходов для производства кислотоупорных керамических изделий, теплоизоляционных материалов для гражданского и промышленного строительства, алюмосиликатные пропанты для нефтегазодобывающей отрасли, пигменты и бетоны с широким спектром свойств. Широко рассмотрены вопросы утилизации зол ТЭС, а также доменных шлаков, шлаков чёрной металлургии и другие отходы промышленности, что позволяет конструктивно решать экологические проблемы. Особое внимание уделено проблемам ресурсоэффективности. В связи с особенностью географического расположения и суровыми климатическими условиями Россия вынуждена расходовать огромные энергетические ресурсы на отопление зданий и сооружений различного назначения. Кроме того, эта проблема связана с невысоким качеством и ограниченным ассортиментом материалов, используемых при тепловой изоляции теплогенерирующих установок, тепловых магистралей и объектов теплоснабжения. Примером практически значимой технологии является разработка получения пеностекла на основе алюмосиликатного сырья. Проведенные исследования подтверждают целесообразность использования всего известного многообразия различных техногенных отходов с алюмосиликатной основой в качестве исходного сырья для варки стекла, на основе которого можно получать пеностекло при более низких энергозатратах. Молодыми участниками были предложены новые технологии создания новых видов керамики и силикатных строительных материалов, разнообразных стеклоизделий, а также в ряде случаев предложены в качестве сырья нестандартные минеральные ассоциации для производства некоторых изделий. Предложенные авторами разработки имеют большое практическое значение и позволяют с использованием минерального и техногенного сырья Сибирского и Уральского регионов расширить номенклатуру изделий. Так, интерес представляет научная работа Л.П. Говоровой, аспиранта Национального исследовательского Томского политехнического университета, на тему: «Исследование химико-минералогического состава и поведения при нагревании дунита Иовского (Кытлымского) месторождения». В докладе автора представлены результаты комплексного исследования дунитовых пород Иовского месторождения, расположенного на Урале. Исследования проведены с помощью современных методов анализа (рентгенофазовый и термический (ТГА/ДСК/ДТА) анализы). Подробно рассмотрены фазовые превращения, протекающие при нагревании пробы иовского дунита в температурном интервале от 600 до 1500°C. Результаты исследования, представленные в докладе, имеют перспективу практического применения в технологии гранулированных расклинивающих агентов (пропантов), применяющихся для интенсификации нефтедобычи на основе Иовского дунита. Кроме того, проведенные исследования позволяют существенно снизить стоимость пропантов за счет исключения из технологической схемы операции предварительной термодготовки. Из студенческих докладов интерес представляет работа Д.А. Пашкова, магистранта Национального исследовательского Томского политехнического университета, по теме: «Стеклокерамические материалы низкотемпературного спекания для электронной техники». В докладе представлены результаты исследования двух видов свинцовоборосиликатных стекол различных составов (СТ1 и СТ2), выбор которых осуществлялся с использованием компьютерной программы «SciGlass». На примере данных композиций рассмотрены особенности спекания стеклокерамических композитов. Приведенные в докладе экспериментальные и расчетные данные позволяют утверждать, что при подобранных условиях наиболее пригодными для ЛТСС-керамики являются стеклокерамические композиты с содержанием 50% компонента СТ1, обожженные при температуре 900°C, так как их степень спекания и механические свойства оптимальны, а повышение температуры до 950°C незначительно улучшает характеристики изделий. В современной отечественной промышленности отсутствуют производства низкотемпературной керамики полного цикла, поэтому применение результатов исследования имеет высокую практическую ценность. Интересны и многие другие доклады на данной секции.

На секции «Геоэкология, охрана и защита окружающей среды» актуальность докладов, выполненных на высоком научном современном уровне, не вызывает сомнений и заключается в решении научных и практических проблем в области геоэкологии, геохимии, биогеохимии, рационального природопользования, охраны и защиты окружающей среды. В представленных докладах отражены разработанные собственно самими авторами новые методики оценки экологического состояния этих территорий, что восполняет пробелы в решении существующей проблемы объективной и полной оценки уровня загрязнения урбанизированных, горнодобывающих и нефтегазодобывающих территорий. Получены новые данные по содержанию тяжёлых металлов в пылеаэрозолях г. Томска и районов Томской области. В некоторых докладах представлены новые данные по содержанию и закономерностям распределения химических элементов в зольном остатке организма человека и свиньи домашней, проживающих в различных ландшафтно-геохимических и техногенно-трансформированных условиях природной среды, что может быть использовано при медико-биологических исследованиях в целях прогнозирования заболеваемости и оздоровления населения. В другой части докладов приведены новые способы снижения техногенного воздействия на объекты окружающей природной среды. Показаны результаты апробации накипи как индикатора качества питьевых вод и взаимосвязи элементного состава солевых отложений и питьевых вод, из которых формируются отложения. Также представлены доклады по активно развивающемуся направлению – «зелёной химии»: на примере процессов эпиксидирования показаны возможные пути реализации принципов «зелёной химии». Активно рассматриваются вопросы элементного и минерального состава углей различных территорий с целью их эколого-геохимической оценки. Всё вышеизложенное позволяет грамотно разрабатывать рекомендации по природоохранным мероприятиям и рационально использовать природные ресурсы. В процессе исследования геоэкологических проблем и охраны и защиты окружающей среды молодыми

учеными использовались такие методы, как метод осколочной f-радиографии, инструментальный нейтронно-активационный анализ (ИНАА), атомно-эмиссионная спектрометрия с индуктивно-связанной плазмой (ISP), методы гамма и альфа - спектрометрии, метод лазерного микроанализа с применением компьютерных методов обработки результатов исследований, рентгено-структурный анализ, катодная люминесценция, биотестирование, потенциометрия, электронная микроскопия, атомная адсорбция, эмиссионная спектроскопия с индуктивно связанной плазмой и др. В работе молодых участников симпозиума широко использован современный уровень применения ГИС-технологий при экологическом сопровождении в процессе освоения и эксплуатации разнообразных месторождений. В научных работах предложены и новые, практически значимые методы в области геоэкологии, радиоэкологии, геохимии, биогеохимии, рационального природопользования, охраны и защиты окружающей среды, в частности, предложено рассмотрение поведения брома, как элемента-индикатора техногенного воздействия на различные среды; использование разработанных программ радиоэкологического мониторинга на различных объектах; проведена оценка влияния отвалов горнодобывающих предприятий на почву; предложена организация работы по разработанной авторами программе радиоэкологического мониторинга в районах нефтегазодобычи. Молодыми учеными были продемонстрированы итоги разработки нового потенциометрического метода с использованием геохимических характеристик биоты при индексации качества природной среды; были предложены оригинальные идеи при переработке отходов производства; новые методологические подходы к разработке очистных сооружений; методы оптимизации составов исходных материалов и технологических режимов при утилизации промышленных химических отходов; моделирование и исследование процессов очистки сточных вод высокоактивными материалами нанотехнологий и использование электрических разрядов как эффективного инструмента очистки природных вод и промышленных стоков; моделирование и изменения условий функционирования биоценоза с помощью УФ- и ИК-излучений, совершенствование электрохимических технологий обезвреживания отходов фармацевтической промышленности, использование усовершенствованного математического аппарата для оценки геотехнической безопасности оползневых территорий и т.д. и т.п. Вся тематика научных экологических докладов на секции проходила по четырем направлениям: 1) общие геоэкологические проблемы территорий; 2) общие экологические проблемы и биотехнологии; 3) эколого-геохимические проблемы; 4) радиоэкология; 5) охрана и инженерная защита окружающей среды. В представленных докладах отражены результаты собственных исследований авторов по комплексной оценке воздействия на окружающую среду и оценке экологических рисков, что восполняет пробел в решении существующей проблемы объективной и полной оценки уровня загрязнения урбанизированных, горнодобывающих и нефтегазодобывающих территорий. Получены новые данные по содержанию редких, редкоземельных и радиоактивных элементов в пылеаэрозольных выпадениях на территории г. Усть-Каменогорска (Республика Казахстан) и районе Томской области. В некоторых докладах представлены новые данные, отражающие геохимические особенности почв урбанизированных территорий и зоны расположения полигона ТБО. Часть докладов посвящена изучению содержания и особенностей распределения химических элементов в органах и тканях человека, проживающего в различных ландшафтно-геохимических и техногенно-трансформированных условиях природной среды, произведена оценка регионального уровня содержания элементов в волосах по предварительному количеству проб, предложены региональные нормативы по элементному составу волос в Томской области. Был представлен доклад в рамках нового научного направления «Медицинская геология», в котором была доказана экологическая обусловленность заболевания саркоидозом в Омской области, что, несомненно, имеет важное значение при лечении этого заболевания. Все вышеизложенное позволяет грамотно разрабатывать рекомендации по природоохранным мероприятиям и рационально использовать природные ресурсы. Достоверность всех полученных результатов подтверждается значимым количеством проанализированных проб с применением современных методов анализа.

Представлены оригинальные данные по активно развивающемуся направлению – дендрохронологии элементного состава – и использованию такого рода данных в оценке динамики поступления химических элементов в окружающую среду. Все вышеизложенное позволяет грамотно разрабатывать рекомендации по природоохранным мероприятиям и рационально использовать природные ресурсы. Достоверность всех полученных результатов подтверждается значимым количеством проанализированных проб с применением современных методов анализа: инструментальный нейтронно-активационный анализ (ИНАА), масс-спектрометрия с индуктивно связанной плазмой (ICP-MS), эмиссионная спектроскопия с индуктивно связанной плазмой, сканирующая электронная микроскопия, рентгеновская дифрактометрия, атомная адсорбция и другие. Научный и практический интерес по данному направлению представляет доклад А.Р. Ялалдиновой, аспиранта Института природных ресурсов Национального исследовательского Томского политехнического университета, по теме: «Биологическое поглощение химических элементов в системе «почва-растение» (на примере тополя черного, г. Усть-Каменогорск (Казахстан))». В докладе представлены новые данные об элементном составе листьев тополя черного как индикатора состояния окружающей среды в г. Усть-Каменогорске (Казахстан). Автором были приведены и проанализированы данные о влиянии промышленных предприятий различной специализации на аккумуляцию химических элементов в системе «почва-растение». Из студенческих работ наиболее интересна работа А.С. Мироновой, студента Института природных ресурсов Национального исследовательского Томского политехнического университета, по теме: «Изучение элементного состава годовичных колец сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*) Баргузинского района Республики Бурятия». В докладе приведены результаты изучения элементного состава годовичных колец сосны обыкновенной на территории Байкальской природной территории. Исследование осуществляется в рамках активно развиваемого направления биогеохимии – дендрохронологии элементного состава. Полученные данные позволяют оценить динамику поступления и накопления химических элементов в годовичных кольцах деревьев, которые являются

стратифицированными образованиями. Результаты показывают, что так называемый процесс «металлизации биосферы» находит свое отражение и в годичных кольцах деревьев. Интересен также доклад студентов Н.И. Богомолова, П.Д. Будагова (Северо-Кавказский федеральный университет, г.Ставрополь) по теме: «Методика прогноза и предупреждения аномальных речных волн и процессов затопления (на основе анализа ситуаций в станице Новомарьевской Ставропольского края и г.Крымска Краснодарского края)» Интерес представляет доклад А.В. Таловской, доцента, Е.А. Филимонова, аспиранта, Е.Е. Ляпиной, студента Института природных ресурсов Национального исследовательского Томского политехнического университета, по теме: «Токсичные элементы (As, Se, Cd, Hg, Pb) и их минеральные и техногенные образования в снеговом покрове в окрестностях промышленных предприятий г.Томска», а также доклад М.М. Васильева, студента Национального исследовательского Томского политехнического университета: «Исследование сорбционных способностей наноразмерных материалов на основе оксидов металлов для очистки водных сред от радиоактивного загрязнения». Интерес представляют также и многие другие доклады.

На секции «Экономика минерального и углеводородного сырья. Горное право» доклады выполнены на высоком научном современном уровне. Актуальность исследований состоит в решении научных и практических проблем в области экономики минерального сырья, экономики нефтегазовой отрасли и горного права. Представленные доклады имеют несомненную научную новизну. Результаты исследований молодых ученых показали возможность использования энергетической рентабельности для оценки эффективности работы энергоёмких отраслей ТЭК; экономическое обоснование оптимизации фонда скважин с методикой оценки работы фонда бездействующих скважин, позволяющих эффективно управлять проблемным фондом скважин; новые идеи организации технико-внедренческих зон для России, практику использования метропольрегионов в Германии. В представленных докладах был проведен экономический анализ истощения углеводородных ресурсов Томской области, обоснован критерий сравнения энергоресурсов – энергетическая рентабельность, представлена перспективная методика их оценки с применением этого критерия, выделены инновационные аспекты альтернативных энергоресурсов и дана оценка их экономической эффективности, рассмотрены проблемы мультикультурных факторов в нефтедобывающей отрасли и проблемы утилизации попутного нефтяного газа, исследованы особенности применения CVP-анализа деятельности нефтегазовой компании. В некоторых докладах представлены данные по оценке наличия сырьевой базы углеводородов на территории Томской области и Западно-Сибирской нефтяной провинции, масштаб их освоения. Озвучены проблемы организации производственной деятельности: дана управленческая оценка организации производства через аутсорсинг, оптимизации капитала промышленных компаний. Среди представленных докладов наибольший интерес и значимость в современных экономических условиях представляют работы, посвящённые проблемам: повышения ресурсоэффективности отрасли и энергоэффективности экономики России в целом; изучения экономического опыта других государств и развития сотрудничества России в нефтегазовой сфере; совершенствования законодательной базы рационального природопользования и налогообложения недропользователей; поиска и применения нетрадиционных энергоресурсов; повышения эффективности управления финансовой и производственной деятельностью отечественных и зарубежных предприятий-недропользователей.

Научная новизна и оригинальность новых идей в значительной степени представлены в работах магистрантов и молодых учёных, посвящённых: консолидации финансовой отчётности; количественным методам расчёта аварийных ситуаций и страховых взносов на магистральных трубопроводах; реструктуризации рынка редкоземельных элементов; применения мотивационных факторов функционирования кластеров в экономике; оптимизации структуры капитала; расчёта платежей за негативное воздействие на окружающую среду; методики оценки инвесторов в нефтегазовой отрасли и др. В процессе исследований докладчиками были использованы:

- *методы исследований*: формально-логические методы, в т.ч. методы классификации и обобщения, индуктивный и дедуктивный методы, конструирование понятий и аргументация; общенаучные методы, в т.ч. наблюдения, экспериментирование, измерения и сравнения, анализа и синтеза; а также специфические методы, в т.ч. исследования первичных документов, проведения модельного эксперимента, социологических исследований и анкетирования и др.

- *методики исследований*: количественного анализа рисков; экономической оценки инвестиций; финансового анализа; экологического мониторинга; технологического аудита; консолидации финансовой отчётности; рейтинговой оценки; оптимизации структуры капитала; расчёта платежей за загрязнение окружающей среды и др.

Интересным докладом в данном направлении является доклад А.В. Сизова, аспиранта Института природных ресурсов Национального исследовательского Томского политехнического университета, по теме: «Супервайзинг как метод повышения входного контроля качества работ, услуг». В докладе было указано представлены история формирования супервайзинговых услуг в Российской Федерации, общая характеристика деятельности супервайзера, основные цели и задачи деятельности супервайзера, представлен анализ нормативной правовой базы деятельности супервайзера, общая характеристика договора на оказание супервайзинговых услуг. Новизна представленного доклада заключалась в развитии системы автоматизации супервайзинга. Из студенческих работ интересны доклады Фам Ву Ань и Фам Тьенг Танг, студентов Института природных ресурсов Национального исследовательского Томского политехнического университета, по теме: «Общая характеристика нефтегазовой группы «PETROVIETNAM»» В докладе был представлен анализ структуры нефтегазовой группы компаний «PETROVIETNAM», по направлению деятельности нефтегазовой группы компаний «PETROVIETNAM», по территориальному устройству структурных организаций компании, по

видам добываемых, перерабатываемых ресурсов, рынку их сбыта. Также были представлены основные экономические показатели характеристики деятельности компании по добыче и переработке. Дана оценка перспектив развития компании в регионе Юго-Восточной Азии и Дальнего Востока. Интерес вызвал доклад Д.С. Рожковой и И.А. Хадкевич, магистрантов Института природных ресурсов Национального исследовательского Томского политехнического университета, по теме: «Экономическое обоснование применения сорбентов на основе торфов Томской области» Интересны и многие другие доклады данного направления.

Главными рабочими языками на симпозиуме были русский, английский и немецкий. Поскольку часть докладов участниками делалась на английском и немецком языках, то для них работала специальная секция – «Геология и нефтегазовое дело» с двумя подсекциями, на которой было представлено 82 доклада 93 авторов. На открытии данной секции выступил представитель Британского Совета – Harriot-Watt University. Участники симпозиума представили доклады на актуальные темы в области геологии и нефтегазодобычи, доложив результаты своих персональных исследований, а также дали информацию по новейшим технологиям в нефтегазовом деле, полученную при изучении научной англоязычной литературы и литературы на немецком языке. Помимо российских участников с докладами выступили представители зарубежья – из Индонезии, Вьетнама, Германии, Англии. В составе конкурсной комиссии секции присутствовали специалисты, свободно владеющие английским и немецким языками. Они отметили, что лучшие доклады содержат результаты теоретических и экспериментальных исследований эффективности применения новых методов и технологий, разработанных пакетов программного обеспечения и технологий, необходимость которых определяется спецификой объектов или стадий процессов, подвергающихся анализу. В докладах по геоэкологии, геохимии, биогеохимии рационального природопользования, охраны и защиты окружающей среды отражены авторские методики оценки экологического состояния этих территорий, что восполняет проблемы в решении существующей проблемы объективной и полной оценки уровня загрязнения урбанизированных, горнодобывающих и нефтегазодобывающих территорий. Получены новые данные по содержанию ртути в пылеаэрозолях и почвах, талой воды гг. Томска и г.Усть-Каменогорска(Казахстан). В некоторых докладах представлены новые данные по содержанию и закономерностям распределения химических элементов в органах и тканях человека, проживающих в различных ландшафтно-геохимических и техногенно-трансформированных условиях природной среды России и Франции, что может быть использовано при медико-биологических исследованиях в цели прогнозирования заболеваемости и оздоровления населения. В другой части докладов приведены новые способы снижения техногенного воздействия на объекты окружающей природной среды. В докладах по тематике землеустройства рассматривается проблема кадастрового закрепления различных ресурсов и земельных полос, восстановления качества земельных угодий, дан анализ правовой обеспеченности природоохранных мероприятий и рационального использования природных ресурсов. Достоверность всех полученных результатов подтверждается значимым количеством проанализированных проб с применением современных методов анализа. В сфере нефтепромысловых технологий представлены проекты эффективного сбора технологий повышения нефтеотдачи пласта, а также выработки месторождений особых типов, находящихся на разных этапах разработки Предложен корреляционный анализ продуктивности нефтегазосносного комплекса по геофизическим данным. Для предупреждения кавернообразования, разрушение устьевой зоны, осыпей и обвалов при бурении скважин в условиях многолетней мерзлоты, разработаны требования для буровых промысловых растворов, одновременное соблюдение которых позволит избежать возникновения круга проблем, определяемых суровым климатом и широким распространением многолетней мерзлоты. Представлены разработки в сфере трубопроводного транспорта, позволяющие повысить надежность конструкций, представлен сравнительный анализ спецификаций по сооружениям подобного типа в России и Канаде. Некоторые доклады носят фундаментальный характер, являются результатом кропотливой работы с образцами пород и окаменелостей, исследования данных, значимых для палеонтологии.

Из наиболее интересных докладов отмечен доклад Б.В. Сахневича, магистранта Института природных ресурсов Национального исследовательского Томского политехнического университета, на тему «INCREASING THE EFFICIENCY OF TRADE GASOLINE BLENDING PROCESS USING COMPUTER MODELING SYSTEM». В докладе представлена методика вычисления энергий диссоциации молекул углеводородов при компьютерном моделировании процесса компаундирования товарных бензинов и выявление зависимости октановых чисел от энергии диссоциации. Исследование зависимости октановых чисел от энергии диссоциации позволило создать более точную, учитывающую явление детонации, математическую модель расчета октановых чисел для процесса компаундирования товарных бензинов. Интересен также доклад МОНКАМ МОНКАМ Ле Гран Кловис, студента Института природных ресурсов Национального исследовательского Томского политехнического университета, по теме: «EXPERIMENTAL MODELING OF THE FLOW OF OIL-WATER EMULSIONS WITH POLYMER ADDITIVES» The article considers reduction of hydrodynamic resistance of turbulent flow of fluids being pumped through pipelines. Thus, this issue refers to a relevant in 21 century scientific research connected with energy conservation. The antiturbulent polymer-based additives are widely used at present for transport of dehydrated (single-phase) oil through trunk pipeline, whereas there is no information about application of such additives for water-oil mixtures (two-phase system) through gathering pipelines. The laboratory investigations described in the article fill in this gap to some extent. Интерес вызвал также доклад А.М. Горшкова, аспиранта Национального исследовательского Томского политехнического университета: «Effect of magnetic and ultrasound fields on process of petroleum asphaltene aggregation in model system», в котором представлено вычисление энергий диссоциации молекул углеводородов при моделировании процесса компаундирования товарных бензинов и выявление зависимости октановых чисел от энергии диссоциации при воздействии магнитных и ультразвуковых полей. Исследование зависимости октановых чисел от энергии диссоциации позволило создать автору более точную, учитывающую

явление детонации, математическую модель расчета октановых чисел для процесса компаундирования товарных бензинов. В ходе данного исследования были рассчитаны энтальпии молекул атомов углеводородов, из которых состоит товарный бензин, при стандартных условиях. По результатам исследования установлено, что чем легче разрывается молекула, тем меньше октановое число. Следовательно, углеводороды, имеющие наименьшее значение энергии диссоциации, обладают наименьшей детонационной стойкостью. Интересны и другие доклады.

Кроме того, в рамках симпозиума был проведен «Круглый стол» по теме: «Молодежные научные объединения. Возможности. Проблемы. Перспективы». Проблемы, поднятые на «Круглом столе», актуальны для развития и будущего России, поэтому они вызвали большой интерес у преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов. Открыл его и вел профессор, заведующий кафедрой Геоэкологии и геохимии Института природных ресурсов Национального исследовательского Томского политехнического университета, профессор Е.Г. Языков. Представленные доклады были выполнены на высоком научно-методическом уровне и доложены специалистами, имеющими большой опыт научной и учебно-методической деятельности. Большой интерес вызвали почти все прочитанные доклады. В частности, несет большую и интересную информацию доклад Е.И. Коротковой, профессора, заместителя директора Института природных ресурсов ТПУ: «Пути инновационного развития науки в вузах России» Интересен доклад и поднятые в нем проблемы Е.Г. Языкова, профессора, заведующего кафедрой ГЭГХ ИПР ТПУ: «Пути инновационного развития подготовки специалистов геологического профиля». Профессор, проректор ТПУ А.К. Мазуров осветил современные вопросы процедуры аккредитации, сертификации и лицензирования геонауки в развитых странах. Доцент К.Н. Третьяков посвятил свой доклад вопросам молодежных научных сообществ в вузе сегодня: проблемы и перспективы. Интересный доклад сделал Л.П. Рихванов, профессор, Заслуженный деятель науки РФ, поделившийся многолетним 40-летним опытом деятельности студенческой научно-исследовательской лаборатории (СНИЛ) «Луч», основанной им еще в аспирантские годы 40 лет назад и успешно работающей до сих пор под его руководством. Он подчеркнул о возможностях и проблемах деятельности таких объединений в современных условиях. О путях, направлениях и проблемах развития молодежной науки в современном вузе, поделилась в своем докладе зам. начальника научного отдела ИПР ТПУ, доцент Г.М. Иванова. Большую дискуссию вызвал доклад ассистента ИПР, научного руководителя МНО «Синергия» А.В. Епихина, по теме: «Кто нам нужен: универсальный специалист, инженер или научный сотрудник? Кого готовит вуз сегодня?». Очень интересный доклад сделала доцент Т.А. Гайдукова «Преемственность поколений в 50-летний юбилей деятельности молодежного научного объединения «Факел» ИПР ТПУ. Всего было заслушано 20 докладов. Интересны, актуальны и другие доклады Круглого стола. Равнодушных выступающих и слушателей не было, дискуссии велись оживленно и заинтересовано. Предложения, выработанные на «Круглом столе» было решено довести до руководства.

В процессе работы симпозиума на секциях использовались современные технические средства демонстрации научных работ: мультимедийный проектор, компьютерный проектор, ноутбук, графопроектор, программа для презентаций «Powerpoint», оверхед, проектор «Полилюкс», демонстрационное средство «Лектор 2000», видеопроекторы, диапроекторы, проектор Nec 595VT, оптические преобразователи в режиме Power Point, интерактивная доска Hitachi, видео-стена 3-D визуализации, плазменный экран, а также использовались для демонстрации самые последние версии популярного пакета программ MS Office, Corel Draw, Arc View, MapInfo и других новейших программных средств. Некоторые доклады сопровождался показом фильмов собственного производства.

Учитывая финансовые трудности в стране, редакционная коллегия в целях поддержки научной молодежи приняла решение опубликовать материалы большинства представленных докладов. Критерием отбора служили лишь содержание докладов, их научная новизна, практическая значимость и возраст авторов. Редакционная коллегия симпозиума надеется, что публикуемые материалы позволят заинтересованным читателям получить представление об уровне научных исследований в области геологии и освоения недр, выполняемых молодыми учеными, и использовать предложенные молодыми авторами идеи и разработки в своей научной и производственной деятельности. Кроме того, публикация трудов каждой секции открывается проблемным докладом ведущих ученых и специалистов научного направления каждой конкретной секции. Редакционная коллегия считает, что опубликованные доклады ведущих ученых будут полезны и интересны студентам и аспирантам, ведущим исследования в данных научных направлениях.

Редакционная коллегия симпозиума выражает благодарность администрации Томского политехнического университета (ректор ТПУ, профессор П.С. Чубик), руководству Института природных ресурсов ТПУ (директор ИПР ТПУ, А.Ю. Дмитриев), финансовой поддержке которых способствовала проведению симпозиума и публикации данного сборника.

Ученый секретарь XVIII симпозиума, доцент, кандидат геол.-мин.наук – Г.М. Иванова

**ПОСВЯЩАЕТСЯ
115-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ АКАДЕМИКА К.И. САТПАЕВА,
120-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ ЧЛЕНА–КОРРЕСПОНДЕНТА
АКАДЕМИИ НАУК СССР ПРОФЕССОРА Ф.Н. ШАХОВА**

ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

**ТПУ – КРУПНЫЙ НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР: ВЧЕРА, СЕГОДНЯ, ЗАВТРА
П.С. Чубик, профессор, ректор ТПУ**

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Указом Президента Российской Федерации от 7 мая 2012 г. № 599 «О мерах по реализации государственной политики в области образования и науки» Правительству Российской Федерации, в частности, поручается обеспечить:

- разработку и утверждение до конца октября 2012 г. плана мероприятий по развитию ведущих университетов, предусматривающих повышение их конкурентоспособности среди ведущих мировых научно-образовательных центров.
- Вхождение к 2020 году не менее пяти российских университетов в первую сотню ведущих мировых университетов согласно мировому рейтингу университетов.
- Во исполнение этого Указа Президента Правительство Российской Федерации утвердило:
- Распоряжением от 22 ноября 2012 г. № 2148р – государственную программу Российской Федерации «Развитие образования» на 2013-2020 годы. Прогнозируемый объем финансового обеспечения программы за счет средств федерального бюджета составит около 4 триллионов рублей. При этом ежегодные затраты бюджета возрастут с 446 миллиардов рублей в 2013 г. до 631 миллиарда в 2020. Консолидированный бюджет образования на период до 2015 г. планируется в сумме около 8 триллионов рублей, а прогноз на 2016 и 2020 г. – свыше 20 триллионов. На поддержку программ развития ведущих университетов предполагается направить 54,4 млрд. руб.
- Распоряжением от 29 октября 2012 г. № 2006-р - план мероприятий по развитию ведущих университетов, предусматривающих повышение их конкурентоспособности среди ведущих мировых научно-образовательных центров.



*П.С. Чубик, ректор
ТПУ*

Таким образом, ставится вопрос о подготовке глобально конкурентоспособных специалистов (далее для краткости – элитных), создающих и внедряющих уникальные технологии и продукты. Подготовка таких специалистов невозможна без проведения передовых (прорывных) научных исследований и является необходимым условием функционирования современного университета.

Тренды

В настоящее время в сфере высшего профессионального образования наблюдаются следующие тренды.

Мировые тренды:

- **глобализация** рынков интеллектуального труда и, как следствие, растущая конкуренция университетов в борьбе за рынки научных и образовательных услуг и признание компетенций выпускников;
- **прагматизация** университетов, ориентация их на запросы экономики и общества: согласование с работодателями результатов обучения, оценка качества образования со стороны независимых центров, сертификация профессиональной квалификации выпускников; корпоративный заказ на подготовку специалистов, в том числе команд специалистов, приоритезация научных исследований в соответствии с потребностями рынка и др.;
- **цифровизация** образования: использование открытых (национальных и мировой) информационно-образовательных сред (ОИОС), симуляторы и виртуальное обучение, персонализация образовательных траекторий, образование в течение всей жизни и др.

Российские тренды:

- формирование кластера ведущих университетов (МГУ, СПбГУ, федеральные и национальные исследовательские университеты);
- усиление взаимодействия университетов с реальным сектором экономики и наукой;
- резкое возрастание конкурентных преимуществ столичных (Москва, Санкт-Петербург) вузов вследствие
- стирания для абитуриентов территориальных барьеров в результате введения ЕГЭ.

Перечисленные выше тренды определяют основные вызовы, стоящие перед отечественной системой высшего профессионального образования (ВПО):

- вступление России в ВТО и нарастающее давление глобальной конкуренции за рынки и квалифицированных специалистов;
- слабая востребованность интеллектуального продукта деятельности вузов (элитные специалисты, инновационные научные разработки) со стороны реального сектора экономики;

- массовизация высшего профессионального образования и, как следствие, высокая дисперсия качества школьной подготовки поступающих в вузы;
- низкий конкурс на технические направления и специальности.

Ответами на них со стороны государства и университетов должны стать:

- обеспечение признания российского образования на мировом уровне и, прежде всего, путем подготовки элитных специалистов;
- финансовая и организационная поддержка фундаментальных научных исследований по приоритетным направлениям развития (ПНР) Российской Федерации;
- генерация новых прорывных знаний и технологий, включая образовательные;
- переход от «образования на всю жизнь» к «образованию в течение всей жизни»;
- поддержка и развитие междисциплинарности, интеграции с РАН и другими государственными академиями, реальным сектором экономики;
- развитие государственно-частного партнерства: производственные стажировки преподавателей, производственные практики студентов, участие работодателей в образовательном процессе, заказы предприятиями новых образовательных программ, корпоративные кафедры и лаборатории, постоянный мониторинг требований работодателей к компетенциям выпускников, корпоративные «распределения» и др.;
- продвижение лидеров отечественного образования в группу университетов мирового уровня.

Программа развития ТПУ

Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), с момента своего учреждения в 1896 г. Императором Николаем II как Томского технологического института практических инженеров и по сей день, является кузницей инженерных и научных кадров и одним из лидеров отечественного инженерного образования. Вместе со страной вуз пережил две волны индустриализации: «имперскую» и «советскую». И не просто пережил – он был генератором новых кадров и знаний, приводивших в движение механизм многоотраслевой экономики Сибири и в немалой степени – всей страны. Сегодня, несмотря на свой солидный возраст, университет формирует и воплощает в жизнь современную стратегию развития высшей инженерной и научной школы, основанную на интернационализации и интеграции исследований, образования и практики, и подготовку инженерной и научной элиты.



Национальный исследовательский Томский политехнический университет (главный корпус)

Вклад вуза в развитие науки, образования и промышленности отмечен орденами Трудового Красного Знамени (1940) и Октябрьской революции (1971). В 1997 г. Указом Президента Российской Федерации ТПУ включен в Государственный свод особо ценных объектов культурного наследия народов Российской Федерации. В 2009 г. в результате победы в конкурсе Томскому политехническому установлена категория «Национальный исследовательский университет». В 2013 г. ТПУ вошел в число 15 ведущих российских вузов-победителей конкурса на получение господдержки на продвижение в число лучших университетов мира. Начиная с 1991 г., ТПУ строит свою деятельность в соответствии с комплексными программами развития на среднесрочную перспективу. В ответ на задачи по новой индустриализации страны и развитию образования, поставленные Президентом и Правительством Российской Федерации, разработан проект программы развития ТПУ на 2013-2020 гг. как ведущего исследовательского университета.

Глобальная цель Программы:

Развитие ТПУ как исследовательского университета мирового уровня и центра подготовки инженерной и научной элиты, успешно позиционирующегося в мировых рейтингах.

Система целей Программы:

1. Исследования мирового уровня; 2. Высокое качество предоставляемых образовательных услуг при подготовке специалистов, в том числе инженерной элиты для высокотехнологичного сектора экономики; 3. Социальная ответственность перед обществом; 4. Обеспечение университета необходимыми ресурсами; 5. Продвижение в top - 100 мировых рейтингов университетов.

Научный фундамент программы развития ТПУ-это сформировавшиеся научные школы

Томский политехнический университет с первых дней своего существования развивался не только как учебный, но и как научный центр. Он всегда был сильным инженерным вузом, одним из лучших в стране. И по качеству образования и по научным исследованиям. И в советские, «не рыночные» времена, неплохо зарабатывал на хозяйственных работах. Во второй половине 80-х в вузе ежегодно выполнялось научных исследований и разработок на 22-25 миллионов рублей. Это примерно 3 миллиарда рублей на сегодняшние деньги. По численности студентов очной формы обучения показатели 70-х – 80-х годов практически такие же, как сейчас – 11-12 тысяч человек.

В первые десятилетия в ТПУ сложились сильные научные школы: в области геологии и горного дела, химии и химической технологии, механики и машиностроения, металловедения, термической обработки материалов, архитектуры и градостроительства, строительного дела. Создателями научных школ были ученые, впоследствии получившие мировое признание, в их числе академики В. А. Обручев и М. А. Усов – первооткрыватели Сибирской горно-геологической школы, сыгравшей выдающуюся роль в изучении и освоении Кузнецкого и Канско-Ачинского угольных бассейнов, Западно-Сибирского нефтегазового комплекса, в создании промышленных гигантов – Кузнецкого металлургического, Магнитогорского металлургического и Норильского горно-металлургического комбинатов. Среди прямых продолжателей их научных идей следует назвать академиков В. А. Кузнецова, Ю. А. Кузнецова, К. И. Сатпаева; членов-корреспондентов АН РАН А. А. Иванова, Г. А. Хельмквиста, А. С. Хоментовского, Ф. Н. Шахова, профессоров П. А. Удодова, В.К. Радугина, Н.Н. Урванцева, М.К. Коровина и др. Академик-снобатель школы стали химиков-политехников академик Н.М. Кижнер, ученик всемирно известного химика-органика В. В. Марковникова, в томский период деятельности сделал крупные открытия в области органической химии, в том числе – две новые химические реакции, впоследствии названные его именем и вошедшие во все учебники органической химии. Одним из основателей сибирской школы химиков-органиков является выдающийся ученый, Заслуженный деятель науки СССР, профессор Б. В. Тронов. В начале 50-х годов Б.В. Троновым и его учеником А. Н. Новиковым был открыт простой и удобный метод синтеза ароматических йодпроизводных, получивший в научной литературе название метода Тронова-Новикова. Продолжателями научных школ в области химии стали профессора Л. П. Кулев, П. Г. Усов, И. В. Геблер, В. П. Стабников, И. Ф. Пономарев, С. И. Смольянинов, В. М. Витюгин, А. Г. Стромберг и многие другие. Академик Н. П. Чижевский, будучи преподавателем ТТИ, сформировал школу металлургии. Им были начаты работы по коксованию Кузнецких углей и разработаны теоретические основы конструирования первых советских коксовых печей. В ТПУ были заложены основы широко известных в последующие годы научных школ: «Обработка металлов резанием» – профессором Т. И. Тихоновым, «Металловедение» – профессорами Т. И. Тихоновым, Н. В. Гутовским. Существенное значение в развитии прикладной механики и машиностроения имели работы профессора И. И. Бобарыкова. Из этих школ выросли более узкие направления: «Обработка металлов резанием» (А. М. Розенберг), «Хладоломкость литой и штамповой инструмент» (профессор А. Н. Добровидов). Основателем сибирской школы инженеров-электротехников был профессор А. А. Потебня. Он заложил основы электротехнического образования и научных исследований систем переменного тока. Работы А. А. Потебни оказались основополагающими, в трудах его учеников и последователей. Один из них – академик АН Украины В. М. Хрущев, основатель и первый директор Харьковского Института энергетики Украины. Профессор И. Н. Бугаков создал первую научную школу по эффективному использованию топливно-энергетических ресурсов. Большой вклад в развитие энергетической техники и становление энергетики в Сибири внесли выпускники теплоэнергетики – профессора Г. И. Фукс, В. Т. Юринский и И. К. Лебедев. Становление Сибирской школы физики, как науки, в Томском политехническом университете связано с именем профессора Б. П. Вейнберга. До 1924 г. он оставался единственным доктором физики в Сибири. Мировое значение работ профессора Б. П. Вейнберга в основном связано с его исследованиями в областях физики твёрдого тела и физики льда и ледников. В лабораториях профессора Вейнберга выполнял свои работы будущий лауреат Нобелевской премии в области физической химии академик Н. Н. Семенов. Продолжателем данного научного направления стал профессор П. С. Тартаковский, под руководством которого начинал свою научную деятельность А. А. Воробьёв, родоначальник направлений: физика электрического пробоя диэлектриков, ускорительная техника и ядерная физика, радиационная физика твёрдого тела, техника высоких напряжений, физика диэлектриков и высоковольтной техники. В сравнительно короткие сроки под его руководством были созданы электронные ускорители различных типов от малогабаритных бетатронов до синхротрона на 1,5 ГэВ, а также электростатический ускоритель, микротроны, циклотрон, исследовательский ядерный реактор. Предпосылкой для зарождения сильноточной электроники в стенах ТПИ явилось существование научной школы высоковольтников, основателем которой был тоже ректор ТПИ А. А. Воробьёв. По его инициативе в 1957 году в ТПИ были начаты работы по генерации наносекундных высоковольтных импульсов. Возглавил эту работу профессор Г. А. Воробьёв (автор открытия «Закономерность пробоя твердого диэлектрика на границе раздела с жидким диэлектриком при действии импульса напряжения»), который привлек к ней Г. А. Месяца, С. П. Бугаева, Б. М. Ковальчука, впоследствии ставших академиками. Результаты научных исследований оказали впоследствии большое влияние на развитие наносекундной техники и сильноточной электроники. Постепенно сложилась известная во всём мире научная школа Г. А. Месяца, характерной чертой которой является эффективное взаимодействие научных групп, работающих в разных областях электрофизики, радиофизики, физики плазмы, физики пучков заряженных частиц, лазерной физики, физики твёрдого тела. В 1967 в НИИ ЯФ группой под руководством Г. А. Месяца был создан первый сильноточный импульсный ускоритель электронов.

Учёные института сыграли активную роль в организации Западно-Сибирского (ЗСФ), Томского и Новосибирского филиалов СО РАН. Основной научный и инженерный потенциал в ЗСФ АН был представлен преимущественно томичами. Серьезное влияние университет оказал на развитие образования, науки и подготовку кадров в различных государствах Азиатско-Тихоокеанского региона: Казахстане, Узбекистане, Киргизии, Таджикистане, Туркменистане, а также в Грузии, Азербайджане, Армении. На базе отдельных факультетов, кафедр и специальностей Томского политехнического института было открыто более 20



Луноход «ЛУНА-24» с турбобуром и заборным устройством для отбора лунного грунта

самостоятельных вузов в Москве, Новосибирске, Омске, Томске, Красноярске, Иркутске, Кемерово, Барнауле, Чите, Хабаровске и других городах. По существу, Томский политехнический университет оказал решающее влияние на формирование и развитие высшей технической школы на территории от Урала до Тихого океана.

Высшие достижения и открытия ТПУ в XX веке

Первый отечественный автомобиль «Руссобалт» создал питомец университета Дмитрий Бондарев, а первый серийный трактор – Михаил Тerasатуров. Д. Бондарев был строителем и директором Московского автозавода, М. Тerasатуров – директором Путиловского завода в Петербурге. В стенах Томского политехнического была создана первая в мире электрическая дорога на магнитной подушке, первый в мире турбобур, произведший революцию в нефтяном деле, первый отечественный бетатрон и первый газогенераторный двигатель. Выпускник механического отделения М. А. Капелюшников, член-корреспондент АН СССР является основой для начала нефтедобычи в Сибири, изобретения первого в мире турбобура для добычи нефти. А. П. Малышев, посвятивший всю свою жизнь изучению законов построения машин, создал формулу, известную как «Формула Малышева». В Томском политехническом учились всемирно известные создатели вертолетов Н. И. Камов и М. Л. Миль. Инженерная смелость и талант выпускника университета Н. В. Никитина воплотилась в таких сооружениях, как первое в стране высотное здание Московского университета, Останкинская телебашня, знаменитый стадион в Лужниках, мемориал Героям Сталинградской битвы - знаменитая статуя «Родина – Мать зовет!» С Томским политехническим связаны имена Г. И. Носова – директора Магнитки, М. К. Коровина, чьи работы послужили основой для начала нефтедобычи в Сибири, основателя Норильска и первооткрывателя уникальной Норильской рудной зоны Н. Н. Урванцева. Ученые и выпускники института активно участвовали в проектировании, строительстве и пуске главных предприятий Сибири: Кузнецкого металлургического комбината, шахт и рудников Кузбасса, заводов Новосибирска, Урала и Дальнего Востока, освоении Норильска, а также открытии, разработке и освоении Сибирских недр. С именем бывшего выпускника ТПИ (ТПУ), а затем академика О.Д. Алимова связано создание турбобура на первый автоматический луноход, взявшего и доставившего на Землю первые образцы лунного грунта. Сегодня практически все руководители и большинство ведущих специалистов крупнейших научно-производственных организаций, промышленных предприятий, многие ректоры вузов и директора научно-исследовательских институтов Сибири являются выпускниками Томского политехнического университета и его научных школ.

Научная и инновационная деятельность ТПУ сегодня

Сегодня произошли принципиально новые изменения в стране и требования к научно-образовательным учреждениям и их коллективам. На мой взгляд, никогда за всю свою историю наш вуз не сталкивался с такими глобальными вызовами, как сейчас. Университет впервые получил возможность стать полноценной частью мирового научно-образовательного сообщества. Такой задачи перед вузом государство никогда ранее не ставило. Мы сейчас как будто переходим в другое более высокое качество. Единого рецепта – каким должен быть университет мирового уровня – нет. Каждый из тех вузов, что находятся в первой сотне международных рейтингов, обладает своими особенностями, спецификой, базой. Большинство вузов отталкивается в развитии от своего исторического фундамента, традиций, сформировавшихся научных направлений и школ, наращивая и трансформируя уже имеющийся потенциал доводя его до необходимых кондиций с учетом лучших международных практик. Томский политехнический, на мой взгляд, должен идти именно по такому пути. У нас великолепная история, знатные традиции, хорошие научные школы. Это наша база, наш фундамент. Теперь нам предстоит нарастить имеющийся потенциал до мировых кондиций.

Получив в 2009 г. статус Национального исследовательского университета, Томский

политехнический продолжал активно развиваться не только как учебный, но и как научный центр. В настоящее время ТПУ проводит исследования в различных областях науки и техники и успешно движется к поставленной цели – выйти на мировой уровень.

Сегодня научный сектор университета располагает крупным кадровым потенциалом: более двух тысяч преподавателей и научных сотрудников участвуют в научных исследованиях, в разработке новой техники и технологий, более половины из них – доктора и кандидаты наук, 16 академиков и членов-корреспондентов РАН и РАМН.

С 1997 года, после отнесения ТПУ к особо ценным объектам культурного наследия народов Российской Федерации, университету выделяется целевое финансирование на научные исследования. ТПУ победитель конкурса инновационных образовательных программ (ИОП) вузов в рамках Приоритетного национального проекта «Образование». За пять последних лет консолидированный бюджет ТПУ увеличился вдвое. Сегодня бюджет нашего вуза сопоставим с одной шестой расходной части бюджета всей Томской области. Основные направления НИУ опираются на исследования ведущих научных школ, выполнены комплексные программы



Зал 3D визуализации в Международном Инновационно-научно-образовательном Центре профессиональной переподготовки специалистов нефтегазового дела ИПР ТПУ-совместный проект Herriot-Watt с Эдинбургским университетом (Великобритания). Защита магистерских диссертаций

различного уровня, в т.ч. университетские, инновационную образовательную программу (ИОП) и соответствуют приоритетным направлениям развития науки, технологий и техники РФ.

Для развития научной инновационной деятельности в университете созданы: в 2002 году – Инновационно-технологический центр и первый в России на тот момент ООО «Технологический инкубатор ТПУ» путем внесения в уставной капитал предприятия интеллектуальной собственности университета. Оработаны конкретные экономические и юридические схемы трансфера и коммерциализации РИД университета, одним из первых в России получено роялти от реализации лицензионного договора. ООО «Технологический инкубатор ТПУ» стал управляющей компанией Конструкторско-технологического бизнес-инкубатора Томской области

Зародившиеся в 60-х годах студенческие, конструкторские бюро при кафедрах и студенческий научный центр, созданный в 1983 г., положили основу развития инновационной деятельности студентов. В 2003 году был создан Студенческий бизнес-инкубатор. С 2009 г. Студенческий технологический бизнес-инкубатор (СТБИ) ТПУ работает в новых помещениях площадью более 700 кв.м. С 2003 года началось формирование «пояса» малых инновационных предприятий с использованием объектов интеллектуальной собственности ТПУ, в том числе при поддержке Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере.

Томский политехнический университет является участником проектов ACCESSRU, FP7, TEMPUS и др. Университет сотрудничает с Международным агентством по атомной энергии (МАГАТЭ) в области безопасности и нераспространения ядерных материалов, физической защиты ядерных установок и культуры физической ядерной безопасности. Одной из задач КПП ТПУ было развитие международной деятельности и вхождение в мировое научно-образовательное пространство. В эти годы в университете создаются первые совместные международные лаборатории с партнерами из Франции, Германии, США, Японии, Китая, Великобритании и др.

В 2012 году Томский политехнический университет сохранил свои позиции в рейтинге ведущих университетов мира QS World University Rankings. ТПУ занимает позицию 601+. На сегодняшний день в мире насчитывается 20 тысяч университетов. Заняв место в топ-700 рейтинга QS, ТПУ вошел в 4% ведущих вузов мира. Среди 14 вузов России в рейтинге QS ТПУ занимает 10-ю позицию. То есть, учитывая, что в стране сегодня около 700 государственных вузов, ТПУ входит в 2% ведущих учебных заведений России.

В 2014 г. Томский политех вошел в число вузов с лучшей репутацией в России. Международное рейтинговое агентство «Эксперт РА» впервые подготовило рейтинг репутации вузов России по техническим направлениям. Томский политехнический университет занял в этом рейтинге шестое место, его репутацию как одного из лучших технических вузов страны признали эксперты из 78 регионов страны.

Впереди ТПУ в этом рейтинге три московских вуза — МГУ, МГТУ им. Баумана, МФТИ, а также Санкт-Петербургский и Новосибирский государственные университеты.

В 2013 г. в ТПУ открыт первый собственный инспекционно-досмотровый комплекс (ИДК) для крупногабаритных грузов, созданный на основе изобретенных политехниками бетатронов – ускорителей частиц, презентованных сегодня в Институте неразрушающего контроля ТПУ. Комплекс установили в здании площадью 300 квадратных метров.

Университет занимает лидирующее положение среди вузов РФ по объемам НИОКР, зарубежных контрактов, количеству опубликованных статей, полученных патентов и защитам кандидатских и докторских диссертаций. Объем НИОКР в 2012 г. – около 1,5 млрд. руб. **По объемам внебюджетных НИОКР, в т.ч. из зарубежных источников, ТПУ занимает 1 место в стране.**

Доля ТПУ среди вузов СФО по НИОКР составляет 21%, в т.ч. по внебюджетным средствам – 25%, а из зарубежных источников – 56%. Объем внебюджетных средств ТПУ среди вузов города и ТНЦ СО РАН, РАН – 47%.

В ноябре 2012 г. ТПУ посетил председатель Правления компании ОАО «Газпром» А.Б. Миллер. Наиболее тесно и продуктивно университет взаимодействует с томской дочерней компанией ООО «Газпром трансгаз Томск». Объем НИОКР для «Газпрома» составляет 15% из общего объема ТПУ. Хорошо зарекомендовали себя и эффективно используются в ТПУ методы прогнозирования и разработки месторождений нефти и газа, технологии переработки нефти и газа, включая попутные газы и газовые конденсаты. Дана оценка и прогноз воздействия предприятий ОАО «Газпром» на состояние окружающей среды в Сибири, на Дальнем Востоке и в Арктике. Нами будут продолжены работы по поиску и разведке нефтегазовых месторождений на основе материалов современных мультиспектральных и радарных космических съемок; по рентген-тепловизионным методам контроля с использованием мобильного комплекса для дефектоскопии сварных соединений и труб большого диаметра для газопроводов; по новым методам обеззараживания и очистки хозяйственно-бытовых сточных вод и др. Особое внимание глава ОАО «Газпром» уделил следующим разработкам и технологиям ТПУ: новым высокотехнологичным модульным светодиодным светильникам, лазерному сканированию для создания трехмерных моделей различных инженерно-технических объектов и технологии по нанесению теплосберегающих покрытий на листовое стекло.

В ТПУ открыта новая магистерская программа «Инжиниринг в биотехнологической и фармацевтической отрасли», созданная на кафедре ФАХ Института природных ресурсов ТПУ в рамках сотрудничества с ЗАО «Р-Фарм». Сегодня в рамках сотрудничества компании «Р-фарм» и ТПУ идет работа над подготовкой современных специалистов идет по нескольким направлениям: новая магистерская программа, совместный научно-образовательный центр, стипендиальная программа, программа стажировок в различных подразделениях компании, в том числе в США и Китае.

В ТПУ создан научно-образовательный центр для подготовки элитных специалистов для научно-исследовательской и инновационной деятельности в таких областях, как радиационные технологии, обращение с отработанным ядерным топливом, проектирование, эксплуатация ядерных энергетических установок, создание новых материалов ядерной техники. В Центре начали подготовку специалистов в рамках российско-вьетнамского проекта по подготовке специалистов для атомной отрасли.



Крупнейший электронный синхротрон, созданный в ТПУ

В ТПУ работает Лаборатория технологического прогнозирования. За 2012 г. разработано 4 вероятных сценария перспективного развития проекта ЭНИН «Всерезимный моделирующий комплекс реального времени электроэнергетических систем»; проведен анализ перспективности создания на базе ФТИ Центра ядерной медицины, выявлены препятствия и пути их решения, установлены способы взаимодействия разных сторон; установлено стратегическое партнерство с Геолого-географическим факультетом МГУ по экспертной оценке ключевой технологии «Рационального природопользования». Разработана первая версия дорожной карты «Стратегия ТПУ–2020», что является неотъемлемой частью на пути к достижению цели войти в ТОП-100 вузов по классификации QS.

За предыдущий год в ТПУ Опытное производство при ПКИ выполнило 16 проектных работ для сторонних заказчиков, в том числе для ОАО «ТомскНИПИнефть», ОАО ВНИПИЭТ, ООО «Норд Империл», ООО «Альянснефтегаз», ЗАО «Уралнефтесервис», ООО «Томскнефтехим». Всего привлечено внебюджетных объемов около 30 млн. рублей.

Университет является опорным вузом (ГК «Росатом», ОАО «РАО Энергетические системы Востока», ОАО «Газпром», ОАО «Системный оператор Единой энергетической системы», ФГУП «Научно-производственное объединение по медицинским иммунобиологическим препаратам «Микроген», ОАО «ИСС» им. акад. М.Ф. Решетнева»). В 2012 году ОАО «Алроса» включила ТПУ в свою Программу геолого-разведочных работ до 2018 г. Эта программа предполагает создание дистанционной основы поиска и разведки месторождений алмазов на основе мультиспектральных и радарных космических съемок. Центр входит в структуру Института природных ресурсов ТПУ и занимается обработкой материалов космосъемок. В 2012 году направлено более 50 заявок через технологические платформы на формирование тематик и объемов финансирования работ и проектов в рамках мероприятий федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007—2013 годы» на 2013 год.

В ТПУ ежегодно проводится около 300 молодежных научных мероприятий, в т. ч. более 30 – международного уровня. Ежегодно командировается более 200 студентов и молодых ученых для участия в конференциях, олимпиадах, конкурсах. Аспирантами и молодыми учеными ежегодно за счет грантов выполняется более 100 исследовательских стажировок

Студентами и молодыми учеными ТПУ ежегодно выигрывается 2 медали РАН, более 240 дипломов и более 260 стипендий на международных и российских научных конкурсах, более 130 грантов на проведение исследований, в т.ч. в ведущих исследовательских центрах мира.

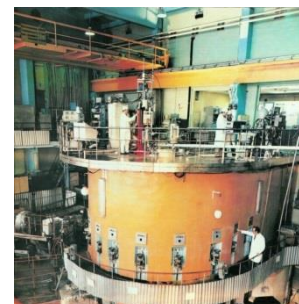
Сотрудниками, аспирантами и докторантами защищено 33 докторские (из них сотрудниками до 40 лет – 12) и 136 кандидатских (из них сотрудниками до 30 лет - 80) диссертаций. Эффективность работы аспирантуры и докторантуры – 52,2% от приема. В магистратуру зачислено 985 человек.

В течение последних 3х лет гражданами иностранных государств, аспирантами ТПУ, защищено 23 диссертации, в т.ч. докторская диссертация гражданином Японии. 21 аспирант ТПУ обучается по согласованным программам PhD-докторантур в партнерских университетах Германии, Франции, Италии, Венгрии и др.

Сотрудниками университета опубликовано 8622 публикации, в т. ч. 2782 статьи в научной периодике, индексируемой иностранными и российскими организациями (Web of Science, Scopus, Российский индекс цитирования), 258 монографий, в том числе 167 зарубежных.

Сотрудники университета участвовали в 454 конференциях, в т.ч. 295 международных и 126 зарубежных (США, Италия, Франция, Украина, Казахстан и др.). На базе университета проведена 81 научно-технических конференция, из них – 33 международных, в т. ч.: III Международный конгресс по радиационной физике и химии конденсированных сред, сильноточной электронике и модификации материалов пучками заряженных частиц и потоками плазмы; IFOST 2012, который собрал гостей из Китая, Кореи, Монголии, Индонезии, Бангладеша и других стран. Труды мероприятия будут представлены в индексируемой базе Scopus.

Свыше 500 экспонатов были представлены на 60 выставках, в т.ч. 22 международных и 21 зарубежных: Вьетнам, Германия, Казахстан, Корея, Китай, Таиланд, Украина, Швейцария. На выставке в Корее (ярмарка изобретений «SIF-2012»), три разработки вуза получили 2 серебряных медали и Гран При Корейской ассоциации продвижения изобретений.



Исследовательский ядерный реактор ТПУ

Выставочный Центр современных научных достижений ТПУ посетили 109 делегаций, в т.ч.: премьер-министр РФ В.В. Путин, посол Великобритании в России Тим Барроу, председатель Правления ОАО «Газпром» А.Б. Миллер, вице-президенты Сколковского университета науки и технологий М.Ю. Мягков и Эд Сайдел и др. По результатам посещения выставочного центра поступило 12 заказов на представленные разработки от российских и зарубежных заказчиков. Заключены договоры на 2,0 млн. руб. (Institute of Organic Chemistry, Bulgarian Academy of Science; University of Food Technology, г. Пловдив; ОАО «ННКЦ», г. Новоуральск и др.).

За последний год получено 187 патентов; на бухгалтерский баланс поставлено 17 объектов интеллектуальной собственности; заключено 10 лицензионных договоров; поданы заявки на получение 3 зарубежных патентов.

Объем НИОКР в рамках международных научных программ на 2012 г. составляет 180,1 млн. руб.

14 профессоров ТПУ ежегодно приглашаются Нобелевским комитетом к выдвижению номинантов на Нобелевскую премию.

Главные научные достижения ТПУ в 2013 г.

Сегодня ТПУ участвует в 24 технологических платформах и 14 программах инновационного развития госкорпораций. В 2013 году университет вступил в две новые технологические площадки: «Легкие и надёжные конструкции» и «Комплексная безопасность промышленности и энергетики», и в две новые ПИР: РКК «Энергия» и ФГУП «ВИАМ».

В рамках Постановления Правительства РФ №218 в 2013 году поддержано 2 новых комплексных проекта: «Разработка и внедрение высокоэффективной технологии активно-пассивного контроля качества соединений, полученных методом сварки трением с перемешиванием» совместно с РКК «Энергия» на сумму 110 млн руб. и «Создание и постановка на производство нового вида щитовых проходческих агрегатов многоцелевого назначения — геоходов» совместно с ОАО «КОРМЗ» на сумму 90 млн. руб.

В 2013 году ТПУ выполнены крупные зарубежные контракты для Малайзии, Китая, Великобритании, Тайваня на поставку бетатронов на сумму более 25 млн руб. Заключён договор с Японией на 15 млн. руб. на разработку научных основ конверсии тетраоксида кремния в трихлорсилан импульсным плазмохимическим методом.

Компания ООО НИИ ТЭК «ТПУ-Бурение» (резидент ОЭЗ ТВТ «Томск») — лауреаты конкурса «Лидеры томского предпринимательства» за внедрение новых технологий, в 2014 году начинается строительство собственного производственного комплекса.

По итогам 2013 года сотрудниками вуза опубликовано свыше 10 000 работ: монографий — 176, из них в зарубежных издательствах — 59; статей, докладов, тезисов докладов — около 9000, из них 3226 статей опубликовано в научной периодике, индексируемой иностранными и российскими организациями (Web of Science, Scopus, РИНЦ). В настоящее время 24 сотрудника университета имеют индекс Хирша 10 и выше.

В 2013 году Томский политехнический университет начал долгосрочное сотрудничество с ведущими международными компаниями «Эльзевир» и Thomson Reuters. Заключён договор на доступ к следующим электронным продуктам: базы данных SciVal Spotlight и SciVal Strata, реферативная и аналитическая база данных Scopus, база данных Web of Science.

Важнейшее направление по сближению с потенциальными потребителями, неизменно реализуемое университетом, — участие в выставочных мероприятиях в России и за рубежом. В 2013 году разработки ТПУ были представлены на 47 выставках (в т. ч. 14 зарубежных и 22 международных). Высокий уровень выставляемых инновационных проектов и разработок подтверждают 78 полученных наград, из них 41 медаль и 37 дипломов, в т. ч.:

- **3 медали на 41-й Международной выставке изобретений «Inventons Geneva», г. Женева, Швейцария:** 2 золотых медали за разработки «Всерезимный моделирующий комплекс реального времени электроэнергетических систем ЭЭС» и «Ионно-плазменная технология создания биосовместимых наноструктурных покрытий на основе оксинитридов титана и фосфатов кальция для медицинских имплантатов».
- **Специальный приз Тайваньской ассоциации изобретателей** за разработку «Ионно-плазменная технология создания биосовместимых наноструктурных покрытий на основе оксинитридов титана и фосфатов кальция для медицинских имплантатов».
- **Серебряная медаль** за разработку «MehBIOS – операционная среда реального времени» Международного салона изобретений «Конкурс Лепин» (г. Париж, Франция), и Бронзовая медаль за разработку «Гибридная система буферного накопления электроэнергии для систем автономного электроснабжения (ГСБНЭ)».
- **2 золотых медали на международной выставке «Передовые российские технологии»** в рамках Национальной ярмарки достижений науки и техники «NSTF-2013», г. Бангкок, Таиланд за разработки «Технологический комплекс очистки и обеззараживания хозяйственных промышленно-бытовых сточных вод» и «Гибридные материалы и покрытия для биоинженерии тканей».

Медалями РАН награждены молодые учёные Ф.А. Губарев, В.Д. Покровский, Д.Г. Прокопьев.

Научный коллектив из Томского политехнического университета под руководством П.А. Стрижака вошёл в число победителей X Общероссийского конкурса молодёжных исследовательских проектов в области энергетики «Энергия молодости».

Преподаватели ТПУ Е.Н. Пашков и Н.В. Мартюшев удостоены золотых медалей «Европейское качество» («European Quality») в области технических наук.

Впервые в истории ТПУ в 2013 году аспирант Энергетического института Александр Пак принял участие во встрече нобелевских лауреатов в области химии с молодыми учёными. Регулярные встречи нобелевских лауреатов с самыми перспективными молодыми учёными планеты проводятся в немецком городе Линдау с 1951 года.

Наиболее значимые достижения ТПУ последних лет

1. 19 молодых ученых и студентов получили медали и премии РАН.
2. Академики РАН Конторович А.Э. и Накоряков В.Е., профессора ТПУ, стали лауреатами Международной энергетической премии «Глобальная Энергия». Молодые ученые (Громов А.А., Толбанова Л.О. и Казаков А.В.) стали победителями Общероссийского конкурса молодежных исследовательских проектов в области энергетики «Энергии Молодости» фонда «Глобальная энергия».
3. 23 сотрудника университета удостоены звания «Заслуженный деятель науки РФ», 10 – «Заслуженный химик», 10 – «Заслуженный геолог РФ» и др.
4. GRAND PRIX «TFFIE» и приз «Золотая пальма» международной программы ЕЭС «Партнерство ради прогресса» (Франция) за развитие международного сотрудничества.
5. Зарегистрировано открытие «Явление упорядочения структуры кристаллов малыми дозами ионизирующего излучения»: Открытие РФ, диплом № 173 (Мамонтов А.П., Черданцев П.А., Чернов И.П.)
6. Четыре научные школы ТПУ, получили статус ведущих научных школ России (руководители академик РАН Панин В.Е., профессора Марков Н.Г., Коробейников А.Ф. и Шварцев С.Л.)
7. 16 сотрудников университета стали лауреатами премии Правительства РФ в области науки и техники. (Жерлицын А.Г., Диденко А.Н., Лапшин Б.М., Москалев Ю.А., Конторович А.Э., Лавринович В.А., Вавилов В.П., Гаврилов П.М., Кузнецов Г.В.: Высокоморная О.В., Глушкова Д.О., Захаревич А.В., Стрижак П.А., Сигов А.С., Сонькин М.А., М.М. Штейн.

Стратегический путь ТПУ в будущее

Перед нами стоит сложная задача пробиться в число ста лучших вузов планеты в довольно короткие сроки. По итогам конкурентного соперничества в 2013 году из первой сотни вузов России выпали лишь четыре университета.

Томский политехнический выбрал себе стратегический путь – стать сетевым междисциплинарным Центром превосходства в области ресурсоэффективности. После жесткого отбора, процедура которого еще не закончилась, мы определились с мега-проектами, на которых будем концентрировать ресурсы. То, в чем мы особенно сильны, где наши идеи и разработки имеют международный потенциал.

Чтобы нам, действительно, стать центром превосходства, мы должны предложить миру не пять-шесть интересных разработок, а трансформироваться в мощный «мозговой» центр, где помимо фундаментальных и прикладных исследований по «ресурсоэффективной» тематике велась бы работа по широкой популяризации этой темы, регулярно проводились бы форумы и конференции с привлечением лучших ученых и экспертов России и мира. Было бы интересно создать при ТПУ Центр изобретательства, который взял бы на себя функции привлечения и стимулирования изобретателей со всей Сибири, продвижения и коммерциализации их идей и разработок.

Я уже говорил неоднократно, чтобы иметь представление о масштабности общей стоящей перед нами задачи, надо понять, что если за последние пять лет мы многие показатели развития своего университета удвоили, то в предстоящие пять-шесть лет их надо еще утроить.

У нас нет иного пути, как наращивать свою конкурентоспособность на мировом научно-образовательном рынке. А для этого необходимо, чтобы наши образовательные программы соответствовали лучшим международным стандартам, чтобы исследования велись на мировом уровне. Это вопрос и дальнейшего развития, и сохранения вуза, как такового.

На мою ректорскую долю выпала возможность решать столь масштабные и трудные задачи. Ответливо осознаю свою ответственность перед предыдущими поколениями политехников и перед поколениями будущими. И я буду делать для этого все возможное и невозможное, опираясь на сильный коллектив университета.



Музей истории ТПУ

КРАТКАЯ СПРАВКА О ТПУ

Город-университет

Томский технологический институт, основанный в 1896 году как институт практических инженеров, является первым техническим вузом на обширной территории Азиатско-Тихоокеанского региона России. Вуз имеет богатейшие традиции в подготовке инженерных кадров высшей квалификации по широкому спектру направлений.

Более 160 000 специалистов - с момента основания вуза!

Национальный исследовательский Томский политехнический университет сегодня – это целый университетский городок. Развитую инфраструктуру университета составляют 31 учебный корпус площадью 200 000 квадратных метров, более 6 000 мест в 14 студенческих общежитиях, Научно-техническая библиотека, фонд которой превышает 2,7 миллиона книг, свыше 200 зон WiFi в корпусах вуза, 5500

персональных компьютеров, около 10 000 квадратных метров крытых спортивных сооружений, 550 мест в санатории-профилактории и центрах отдыха, около 1000 мест в университетских столовых и кафе, современные концертный, танцевальный залы и зал торжеств Международного культурного центра. Единственный в мире супер-компьютерный кластер ТПУ «СКИФ-политех», телекоммуникации обеспечивающие общение со всем миром.

В состав ТПУ входят **11 научно-образовательных и учебных институтов, 97 кафедр, 65 научно-исследовательских лабораторий**, в т.ч. **20 - международных**. На базе университета и учреждений РАН созданы и реализуют научно-образовательную деятельность **18 совместных кафедр и лабораторий**, успешно действуют **12 центров коллективного пользования**.

Число научно-педагогических работников университета составляет **2 367 человек**, из них **380 докторов наук и 1338 кандидатов наук, 24 заслуженных деятеля науки и техники, 22 члена РАН, 6 лауреатов Госпремии, 125 членов общественно-профессиональных академий, 18 лауреатов премии Правительства РФ**, из них **5 лауреатов премии Правительства РФ в области науки и техники для молодых ученых, 21 лауреат именных и международных премий, 3 лауреата премии Президента РФ**.

В вузе обучается **20 854 студента, 18,6%** составляют иностранные граждане. Ежегодно на **первый курс** университета поступают **около 3000** выпускников школ и других учебных заведений.

В ТПУ проходят подготовку 55 докторантов и 800 аспирантов. Консолидированный бюджет ТПУ – 7млрд 228млн руб.

МЕГАПРОЕКТЫ ТПУ

**М.А. Сонькин, профессор, проректор по научной работе и инновациям
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия**



**М.А. Сонькин,
проректор по научной
работе и инновациям
ТПУ**

Томский политехнический университет запустил в 2014 году сразу несколько крупных проектов – ученые вуза создадут новые материалы для освоения космоса, инновационные препараты для диагностики и лечения онкологических заболеваний, системы связи для уникальных «подводных роботов» и многое другое. О прорывных разработках политехников рассказывает проректор вуза по научной работе и инновациям Михаил Сонькин.

Направления мегапроектов

В ТПУ реализуется шесть крупных проектов, которые мы по-другому называем мегагрантами. Мы считаем, что вместо финансирования десятков небольших проектов необходимо сконцентрировать средства на крупных направлениях, соответствующих актуальным и перспективным исследовательским трендам в мире.

Содержание мегагрантов соответствует кластерам созданного в ТПУ сетевого междисциплинарного центра превосходства в области ресурсоэффективности: «Медицинская инженерия», «Устойчивая энергетика», «Безопасная среда обитания», «Ресурсы планеты», «Когнитивные системы и телекоммуникации» и «Социально-

гуманитарные технологии инженерной деятельности». Мегагранты направлены на разработку прорывных технологий по этим направлениям. Идея каждого мегапроекта - довести разработку до законченных инновационных продуктов и технологий.

Цель мегапроекта — создание различных аппаратно-программных комплексов для нового поколения АНПА. Финансирование мегапроектов предполагает софинансирование до 50% из средств хозяйственных договоров университета.

АНПА – это подводный аппарат, который может без экипажа опускаться на глубину до шести километров и перемещаться под водой в автономном плавании. АНПА оснащён устройствами для беспроводной передачи информации и изображения оператору в центре управления.

Естественно, с развитием технологий хочется, чтобы эти автономные аппараты могли опускаться на большую глубину, передавать больше информации. Хочется, чтобы можно было управлять не одним, а десятками этих аппаратов одновременно.

Мы не будем производить сами АНПА, но мы будем совершенствовать для них телекоммуникационные системы, сенсорные комплексы, математическое и программное обеспечение, и создавать новые. Уверены, что с помощью ТПУ в России будут созданы подводные комплексы нового поколения, которые будут лучшими в мире.

В рамках проекта в ТПУ уже создана новая научно-исследовательская лаборатория телекоммуникаций, приборостроения и морской геологии. В ней будут решаться задачи по повышению эффективности существующих и созданию «подводных роботов» нового поколения.



**Научные исследования в Научно-образовательном центре
«ТПУ – Р-Фарм»**

Мегагрант «Медицинская инженерия»

ТПУ является обладателем уникального оборудования — это наш исследовательский ядерный реактор. Нами разработаны уникальные технологии, которые позволяют получать препараты на основе радиоактивных нуклидов для диагностики и лечения различных болезней. Перед нами стоит задача создания новых радиофармпрепаратов, устройств и методик для диагностики и терапии, прежде всего, онкологических и сердечно-сосудистых заболеваний. Мы намерены разработать и внедрить технологии повышения продолжительности жизни людей, создать международную платформу в области инженерной медицины.

Как известно, сердечно-сосудистые и онкологические заболевания лидируют в статистике смертности. Использование радионуклидной диагностики с применением короткоживущих и ультракороткоживущих радионуклидов позволит повысить эффективность неинвазивной диагностики ишемической болезни сердца на 15%, увеличит в 3-4 раза число органосохраняющих хирургических вмешательств при ряде злокачественных новообразований, повысит доступность лечения онкологических заболеваний для населения.

Проект сложный. Вещества препаратов с использованием радиоактивных компонентов разрабатывают ученые ТПУ. Клинические испытания, сертификация медпрепаратов, сама разработка, сертификация и тестирование этих препаратов — это все идет через наших партнёров, медицинские учреждения.

Мегапроект по созданию новых материалов для работы в экстремальных условиях

Речь идет о создании целой линейки материалов и изделий, которые могут работать в широком диапазоне температур с очень высокой физической нагрузкой и, соответственно, отвечают серьезным требованиям по прочности.

Сложность освоения и изучения сред и территорий с низкими или высокими температурами, высоким давлением и радиацией определяются множеством факторов и демонстрирует уровень текущего технологического развития человечества. Это — космическое пространство, Крайний Север. Функционирование изделий в экстремальных условиях предъявляет особые требования к свойствам материалов, из которых они изготовлены.



Новую научную лабораторию в ТПУ «Телекоммуникации, приборостроение в морской геологии» презентует Леонид Наумов, директор Института проблем морских технологий

В рамках реализации проекта будут разработаны два основных класса материалов. Первый — для работы в условиях космоса. Это конструкционные материалы космических аппаратов на основе современных легких, высокопрочных стекло- и углепластиков и радиационно-стойких защитных материалов и нанопокровов для защиты электроники космических аппаратов.

Второй — для работы в условиях Крайнего Севера: ресурсоэффективные нанонаполненные композиционные полимерные конструкционные материалы. Совместно с Институтом науки города Бангалор (Индия), входящим в Корпорацию Instron, будет создан и оснащен не имеющий аналогов в России Международный научно-образовательный центр ресурсных испытаний и технической диагностики изделий и конструкций для экстремальных условий.

Мегапроект «Технологии и комплексы томографического неразрушающего контроля нового поколения»

В его рамках, в частности, ученые ТПУ создадут томограф нового поколения для использования в авиационной, космической промышленности и точном машиностроении. В настоящее время в этой сфере используются зарубежные разработки. Мы же создаем российские томографы, работающие на различных физических принципах.

Речь идет о термографических и ультразвуковых томографах, которых пока нет в мире. Создаем томографы на основе уникальных источников излучения — бетатронах — разработке ТПУ.

В ТПУ за несколько десятилетий была создана целая линейка специальных устройств в этой сфере. Они, грубо говоря, «просвечивают» насквозь предметы, не разрушая их. У нас разработан самый малогабаритный в мире томограф, который позволяет производить неразрушающий контроль. На его основе можно сделать различные комплексы. Например, досмотровые комплексы, в которые может заехать целый автомобиль или вагон, где с использованием безопасных методов технику будут «просвечивать», определять наличие взрывчатых и иных опасных веществ. Сегодня это достаточно востребовано в нашем взрывоопасном мире. Мы хотим один из таких томографов в малогабаритном исполнении поставить на подводный аппарат с тем, чтобы, например, производить исследование корпусов подводных лодок, других судов, а также портовых сооружений. А это уже сетевое взаимодействие с мегапроектом по «подводным роботам». Так никто не делал в мире, это прорывная технология.

Мегапроект «Комплексное исследование нетрадиционных коллекторов нефти и газа»

К работе над проектом привлекаются партнеры из зарубежных университетов, включая специалистов Института нефтяного инжиниринга университета Хериот-Ватт (Великобритания), университета Оклахомы (США) и университета Калгари (Канада). Наши исследования в этой области позволят повысить эффективность разработки сложнопостроенных нетрадиционных месторождений нефти и газа, таких как, например, сланцевых. Мы создадим методику подсчета запасов углеводородов в нетрадиционных коллекторах. Будет создана международная научно-исследовательская лаборатория по этому направлению.

Мегапроект «Гибридное моделирование и управление в интеллектуальных энергосистемах»
 Электроэнергетические системы (ЭЭС) нуждаются в усовершенствованных противоаварийных системах управления. Разработка таких систем позволит значительно снизить количество аварий. Создать новую систему невозможно без точного моделирования ЭЭС, поскольку натурные эксперименты в данном случае проводить нереально. ТПУ является мировым лидером в области гибридного моделирования ЭЭС. Поэтому нам под силу создание новых, опережающих мировой уровень инновационных технологий для интеллектуальных энергосистем и новых электротехнических устройств.

В итоге мы получаем новые системы противоаварийной автоматики, использующие инновационные технологии в принятии решений по противоаварийным воздействиям.

Роль зарубежных партнёров в мегагрантах ТПУ

Международный опыт ничем не заменить. Наши партнеры — люди, которые являются экспертами в своей сфере. Их присутствие вдохновляет нас на то, чтобы мы создавали разработки мирового уровня. Кроме всего прочего, они являются носителями других технологий, другого отношения к работе, и у нас есть возможность сравнивать. Есть возможность самосовершенствоваться, а это необходимо для эффективной работы.

ИНСТИТУТ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ – СОВРЕМЕННЫЙ УЧЕБНО-НАУЧНЫЙ ЦЕНТР С ВЕКОВЫМИ ТРАДИЦИЯМИ

А.Ю. Дмитриев, директор ИПР

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия



*А.Ю. Дмитриев,
директор ИПР
ТПУ*

Институт природных ресурсов – это передовой научно-образовательный центр, история которого имеет вековую традицию. Основан он на базе старейших отделений Томского технологического института имени императора Николая II (ныне Томский политехнический университет) – горного и химического, имеющих богатейшие традиции и сильные научные школы.

Будучи в своё время единственной от Урала до Тихого океана, Томская школа и теперь – одна из ведущих в стране. Первый выпуск горных инженеров в ТПУ состоялся еще в 1908 году. С тех пор он постоянно готовит специалистов для нефтегазодобывающей и химической отраслей, неизменно сохраняя преемственность поколений.

Сегодня в институте действуют научные школы, широко известные в России и за рубежом. Это Сибирская гидрогеохимическая школа (сегодня возглавляет ее профессор С.Л. Шварцев,

Лауреат Государственной Премии СССР – ученик П. А. Удодова), Школа геологии и геохимии благородных металлов (профессор А.Ф.Коробейников), Сибирская научная школа в области геофизических методов поисков и разведки месторождений полезных ископаемых (руководитель - профессор Л.Я. Ерофеев – ученик Д. С. Микова), Сибирская радиогеохимическая школа (профессор Л.П. Рихванов) и др. Из 35 тысяч выпускников Сибирской горно-геологической и химической школ более 450 стали первооткрывателями месторождений полезных ископаемых, 1 – лауреатом Нобелевской премии, более 50 – Лауреатами Ленинской и Государственной премий, 15 – академиками и членами-корреспондентами АН СССР (РАН), более 250 – докторами и более 1600 – кандидатами наук. За прошедшую вековую историю появились новые направления подготовки молодых специалистов. Институт (факультет) дал жизнь другим институтам, учебным и научным.



*Институт природных ресурсов
(20 корпус ТПУ)*



*Учебно-научный центр
«Исследовательский ядерный реактор»*

Научно-педагогический потенциал, заложенный основоположниками отделений и развитый их последователями, всегда позволяли гибко реагировать на запросы времени.

Нашим современным студентам есть на кого равняться, и они чтят заслуги предыдущих поколений политехников, стремясь оставить и свое имя в славной истории вуза. Сегодня для их успешного старта в карьере в Институте природных ресурсов созданы все условия. Не случайно, он считается одним из ведущих в стране образовательных учреждений, которые готовят не только специалистов для нефтегазовой отрасли, но и всех других направлений минерально-сырьевого комплекса. Наш институт – это около 4,5 тысяч студентов по всем формам обучения, 15 кафедр, 11 научных центров, 24 лаборатории, 4 отдела, 3 музея. Он имеет колоссальную научную базу. Здесь работают 28 академиком и членов-корреспондентов, 81 доктор и 204 кандидата наук. В Институте проводятся фундаментальные и прикладные исследования по всестороннему изучению и освоению недр Земли, а также рациональному

использованию природных ресурсов, в том числе по программам международного, государственного, отраслевого и регионального значения.



**Горно-геологический корпус
(1 корпус ТПУ)**

В институте традиционно широко осуществляется интеграция с академической наукой, являющаяся неотъемлемой частью подготовки высоко-квалифицированных специалистов и направленная, прежде всего, на повышение уровня образовательного процесса.

Институт успешно осуществляет многоуровневую систему подготовки, в том числе подготовку бакалавров (восемь направлений), магистров (18 программ) и дипломированных специалистов (2 специальности на очной форме обучения и 2 – на заочной); готовит кандидатов наук по 25 специальностям и докторов наук по восьми специальностям. Работают пять диссертационных советов, которые принимают к защите кандидатские и докторские диссертации по 14 специальностям.

В Институте природных ресурсов ведётся подготовка магистров по четырем программам уровня Double Degree:

-«Геолого-геофизические проблемы освоения месторождений нефти и газа» (Hariat-Watt University, Великобритания);

-«Экологические проблемы окружающей среды» (Paris-Sud 11 University, Франция),

-«Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений» (Hariat-Watt University, Великобритания).

-Pipeline engineering (Трубопроводный инжиниринг) (университет Ньюкасла, Великобритания).

Диплом ТПУ и диплом зарубежного вуза-партнера открывает перед нашими магистрами большие перспективы. Но и не только российские студенты заинтересованы в этих программах. Это хороший старт, уверен, за ними последуют и другие.

В институте созданы передовые лаборатории и уникальные инновационные центры для научных исследований и опережающей подготовки специалистов мирового уровня по наиболее актуальным проблемам минерально-сырьевого комплекса. Это Центр урановой геологии, Центр опережающей подготовки специалистов трубопроводного транспорта нефти и газа, Центр подготовки и переподготовки специалистов нефтегазового дела, Научно-инновационный центр космогеологических исследований «Космогеология», Лаборатория буровых и тампонажных растворов, Центр по исследованию нетрадиционных коллекторов нефти и газа, центр «Урановая геология» и другие.

Традицией Института природных ресурсов является тесная взаимосвязь науки и учебного процесса. Это позволяет готовить в ИПР на протяжении всех лет высококлассных творческих специалистов, которые широко востребованы и сегодня на производстве и в научных организациях, как в России, так и за рубежом. Достаточно сказать, что 7 студентов ИПР за научные работы награждены Медалями А Н СССР и Российской академии Наук. С 2004 г. по настоящее время 10 студентов ИПР выиграли звания «Лучший выпускник мира» по своей специальности. 30 студентов удостоены звания «Лучший выпускник России», 420 студентов в последние 40 лет награждены за научную работу Дипломами Минвуза СССР, а позднее РФ. Все это подтверждает высочайший уровень подготовки выпускников в ИПР.

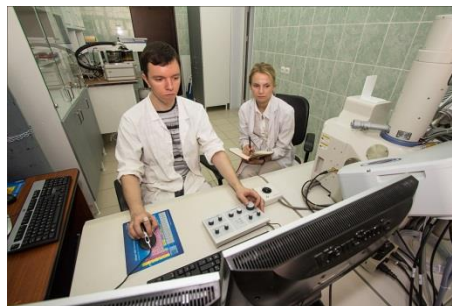


**Минералогический музей
ИПР ТПУ**

Выбирая Институт природных ресурсов, наши студенты знают, что тем самым они гарантируют себе успешное будущее. Перспективы перед ними открываются огромные, нужно только старательно учиться. Что и говорить, свыше 95 процентов выпускников Института трудоустраиваются по распределению. И спрос на этих специалистов в настоящее время превышает предложение. В среднем на каждого выпускника приходится по 3-4 заявки от предприятий, на некоторых специальностях число заявок достигает 15!

Институт постоянно развивается. Совершенствуются учебные программы, приглашаются иностранные специалисты, разрабатываются новые программы повышения квалификации, открываются новые научно-исследовательские лаборатории. Только молодежных научных объединений в ИПР насчитывается до 14 в зависимости от научных направлений ИПР. Существенно обновилась материально-техническая база, приобретено множество нового современного и уникального оборудования.

Большую роль в развитии института и университета играет поддержка партнеров. Так Томский политехнический университет стал опорным вузом в программе инновационного развития ОАО «Газпром» и одним из шести ведущих вузов программы инновационного развития ОАО «АК «Транснефть». Также нашими



**Научные исследования ведут аспиранты
в Международном инновационном-
научно-образовательном центре
«Урановая геология» ИПР ТПУ на
сканирующем микроскопе HitachiS-3400N
с приставкой для микроанализа**

стратегическими партнёрами являются ОАО «Газпром трансгаз Томск», ОАО «Газпром нефть», ОАО «НК «Роснефть», ОАО «Алроса», ЗАО «СИБУР Холдинг», зарубежные компании ЗАО «Р-Фарм», Shell, Schlumberger, Nord Imperial и т.д.

Ведущие российские компании помогают нам не только в оснащении аудиторий и лабораторий, но и в грантовой поддержке лучших студентов и преподавателей, в стипендиях студентам, практике и трудоустройстве. К примеру, мы готовим к открытию новый научно-образовательный Центр «ХИМТЕК», созданный совместно с ЗАО «СИБУР», два года назад открыли Центр фармацевтической и биотехнологической промышленности в сотрудничестве с ЗАО «Р-Фарм», в прошлом году совместно с ОАО «Газпром» мы запустили уникальный виртуальный обучающий программный комплекс «Виртуальный промысел». В этом году закупили уникальный тренажер «Оператор добычи» для обучения рабочим профессиям наших студентов. Все это гарантирует выпускникам ИПР перспективу интересной работы, достойной зарплаты и карьерного роста, если они будут хорошо трудиться, и зарекомендуют себя грамотными, ответственными специалистами. Именно в тесном сотрудничестве с ведущими российскими компаниями мы можем подготовить высококлассных профессионалов.

Используя многолетние многоплановые традиции, опыт и невероятный потенциал Институт природных ресурсов за очень короткий срок стал одним из самых успешных и перспективных научно-образовательных структур Национального исследовательского Томского политехнического университета. Впереди у нас большие перспективы и немало планов по развитию института, а значит мы сможем написать еще немало достойных страниц в летописи института.

КАНЫШ ИМАНТАЕВИЧ САТПАЕВ – ВЫДАЮЩИЙСЯ ГЕОЛОГ СОВРЕМЕННОСТИ

А.К. Мазуров¹, профессор, Г.Р. Бекжанов², академик

¹*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

²*Академия минеральных ресурсов Республики Казахстан*



К.И. Сатпаев

Академик Академии наук СССР

между учителем и учеником прервались в 1939 году, после ранней кончины Михаила Антоновича в возрасте 56 лет.

Годы учебы в Томске были исключительно плодотворными, что вполне объяснимо. Ведь Томск в то время был вторым после Петербурга геологическим центром России. Здесь работали крупнейшие русские геологи, в Томске функционировало Сибирское отделение Геолкома.

Добротной основой становления Каныша Имантаевича в качестве крупного исследователя-геолога, наряду с учебным процессом в институте, стала хорошая полевая практика, проходившая под руководством самого М.А. Усова, а также Н.Н. Горностаева, М.П. Русакова, разнообразие геологических регионов, где посчастливилось ему проводить полевые работы. Он овладевает не только методами полевых исследований, но и перенимает исключительную любовь и преданность нелегкой профессии геолога, а также многие другие ценные качества, характерные для представителей русской геологической школы, которая уже в то время пользовалась мировой известностью и авторитетом. Именно благотворным влиянием лучших представителей этой школы можно объяснить приход в геологическую службу, а затем и в науку подготовленного к самостоятельной работе инженера Каныша Имантаевича Сатпаева. Глубокие знания и хорошая полевая закалка, полученные в



Профессор С. Н. Харламов ведет занятие со студентами в Международной научно-образовательной лаборатории «Нефтегазовая гидродинамика и теплообмен» ИПР ТПУ

студенческие годы, позволили Канышу Имантаевичу не дрогнуть перед трудностями, возникшими в начале его геологической деятельности, если учесть при этом, что с первых дней он начал работать самостоятельно, заняв сразу пост руководителя геологической службы крупного треста.

В 1926 году после окончания института К.И. Сатпаев приезжает на работу в родной Казахстан. Начало его производственной геологической деятельности совпадает с периодом зарождения в республике собственной государственной геологической службы. В дореволюционный период, вплоть до начала 20-х годов прошлого столетия, геологическое изучение республики проводилось исключительно силами Всероссийского (основан в 1882 году), а в советское время Всесоюзного геологического комитета, размещенного в Санкт-Петербурге (Ленинграде).

В 1924 году в Казахстане начинают работать тресты «Эмбанефть» и «Алтайполиметалл», а в 1925 – трест "Атбасцветмет", имевшие свои геологические службы, которые, наряду с подразделениями Геолкома, явились зародышем государственной геологической службы республики. В последнем из них, Атбасарском тресте цветных металлов, молодой инженер в 1926 году начинает работать сразу в должности руководителя геологического отдела (по существу, главного геолога) треста – крупного по тогдашним меркам горно-геологического предприятия. Это дает основание считать его одним из основателей государственной геологической службы Казахстана.

В сферу деятельности треста входили угольные месторождения Караганды и расположенный поблизости Пасский медеплавильный завод, Успенский медный и Коргасынский свинцовый рудники, уголь и цветные металлы Жезказган-Улытауского района. Такая широкая география геологических регионов, с которыми столкнулся в своей работе молодой инженер, поражает воображение, но вместе с тем это, очевидно, и объясняет универсальность знаний К.И. Сатпаева в самых различных направлениях геологии.

Наряду с Жезказган-Улытауским, геологические исследования тогда проводились и в других районах Центрального Казахстана под руководством ведущих геологов Геолкома: А.А. Гапеева, В.К. Котульского, М.П. Русакова, И.С. Яговкина и других. Сотрудничество с такими крупными специалистами, проходившее не без острых научных дискуссий, несомненно оказало благотворное влияние на развитие геологической мысли в этом обширном и интересном регионе Казахстана, ставшем одним из основных центров зарождающейся государственной службы республики.

Годы, отданные Жезказгану, были для Каныша Имантаевича исключительно плодотворными, однако нелегкими, порой суровыми. Это нетрудно представить, если вспомнить реалии периода индустриализации степного края, где промышленность практически отсутствовала, не было связи, транспортных путей, рабочих и инженерных кадров, когда научные центры располагались только в Москве, Ленинграде и Свердловске и ни одного – в Казахстане.

Сегодня нельзя не отметить гражданское мужество Каныша Имантаевича, его силу духа, глубокую убежденность во взглядах, которые предопределили его уверенную победу в трудной и долгой дискуссии по геологии Жезказгана над маститыми учеными Геолкома. Поразительно, что одержал он ее против большого числа известных геологов единолично, отстояв тем самым право на жизнь своих научных идей, в конечном счете – отстояв Большой Жезказган. Одним из основных оппонентов К.И. Сатпаева в научной дискуссии по Жезказгану был И.С. Яговкин, ведущий геолог Геолкома, большой знаток Центрального Казахстана, пользовавшийся большим авторитетом в геологических кругах страны. Убедительная победа, по крайней мере, однозначная по вопросу ресурсов Жезказгана, над таким оппонентом как И.С. Яговкин еще раз подчеркивает мощный научный интеллект и прозорливость К.И. Сатпаева. Думается, что «спор» между ними был в содержательной части принципиальным, быть может, и жестким, но вряд ли некорректным по форме, подтверждением чему являются личности оппонентов. При этом нужно учесть близость их взглядов на генезис Жезказгана.

Главным итогом 15-летней работы К.И. Сатпаева в Жезказган-Улытауском районе является расцвет его инженерного и научного таланта, могучего интеллекта, становление как крупного организатора науки и производства. Именно в эти годы зародились и сформировались научные идеи, развитие которых принесло ему впоследствии мировое признание, выдвинуло его в ряд выдающихся геологов современности.

Жезказган стал одним из первых центров государственной геологической службы республики. Он стал, по существу, и первым научным центром в Казахстане по геологии, если учесть, что в Алматы первая научная геологическая ячейка при Казахском филиале АН СССР начала функционировать только в 1938 году. Основателем и руководителем обоих центров стал К.И. Сатпаев. К концу 30-х годов он приобрел широкую известность в стране как ученый и инженер, имя его было неразрывно связано с месторождением Жезказган, вышедшим на одно из первых мест в мире по запасам меди.

Летом 1941 года К.И. Сатпаеву поручается руководство всей наукой Казахстана, одновременно он становится руководителем первого в республике Института геологических наук, носящего ныне его имя. Признанием научных достижений К.И. Сатпаева явилось присвоение ему в 1942 году Высшей аттестационной комиссией ученой степени доктора геолого-минералогических наук без защиты диссертации, что было исключительно редким в то время.

В 1943 году К.И. Сатпаев избирается членом-корреспондентом, а в 1946 году действительным членом Академии наук СССР. Если вспомнить, что в этот период членами Академии были В.А. Обручев, В.Н. Вернадский, А.Е. Ферсман и другие выдающиеся геологи современности, то можно понять, какая роль отводилась Канышу Имантаевичу в мировой геологической науке. Избрание его членом одной из старейших и признанных академий мира знаменует важное событие в истории народа Казахстана: Каныш Имантаевич стал первым академиком из числа ученых всего Центрально-Азиатского региона. Вскоре он становится членом

Президиума Академии и в этом качестве, в сочетании с высоким научным авторитетом, неизменно оказывает заметное влияние на решение многих кардинальных вопросов развития науки в Союзе.

Длительный период жизни К.И. Сатпаева был связан с изучением и разведкой рудных месторождений, в результате чего он стал одним из лучших знатоков в этой области. Детальные исследования Жезказганского месторождения, а также железо-рудных и марганцевых Жезды-Карсакапайского и Атасуйского районов, редкометалльных и золоторудных месторождений Улытау дали неоценимый материал для формирования его рудогенетических представлений.

Наиболее полно и всеобъемлюще изучено Жезказганское месторождение, где Сатпаев впервые реализует свой методологический принцип при научных обобщениях по рудогенезу и металлогении – комплексность и детальность изучения особенностей локализации рудных месторождений, систематизация большого объема собственных данных и всего фактического материала других исследователей.

По итогам первых лет разведки Жезказганское месторождение получило коренную переоценку и выдвинулось в число крупнейших месторождений мира. Уже в 1934 г. после первого утверждения запасов ЦКЗ СССР, представленных К.И. Сатпаевым, была проведена специальная научная сессия Академии наук СССР, посвященная производительным силам Большого Жезказгана. Перед светилами геологической науки – академиками В.А. Обручевым, А.Д. Архангельским, А.А. Байковым, И.М. Губкиным, Б.И. Веденевым и широкой аудиторией Каныш Имантаевич детально осветил геологию Жезказгана и впервые на огромном фактическом материале аргументированно обосновал эпигенетическую гидротермальную природу залежей медных и полиметаллических руд.

Стратиформные месторождения типа медистых песчаников и сланцев являются одним из ведущих промышленно-генетических типов медных руд и играют определяющую роль в развитии медной промышленности Северной Америки, Центральной Африки, Европы и Казахстана. Как правило, это уникальные по запасам меди рудные объекты, при освоении которых формируются крупнейшие горно-металлургические комплексы. Инфраструктура последних определяет развитие и процветание целых регионов. В полной мере это относится к Жезказганскому месторождению и разрабатываемому его одноименному комбинату – флагману цветной металлургии Казахстана.



Памятник К.И. Сатпаеву на аллее геологов у горно-геологического корпуса ТПУ

С первых лет работы в Центральном Казахстане К.И. Сатпаев обращает пристальное внимание на железорудные и марганцевые месторождения, в его научных трудах они занимают заметное место. Еще в 1929 году в статье «О развитии цветной и черной металлургии в районе Карагандинского бассейна» он дает анализ перспектив Кентобе-Тогайской группы железорудных месторождений и коксующихся углей Караганды. Позже совместно с другими геологами (М.П. Русаков, И.М. Богданчиков и др.) он изучает месторождения железа и марганца Карсакапай-Жезказганского и Атасуйского районов.

Нетрудно видеть, что уже тогда, в 20-е годы, Каныша Имантаевича занимала мысль о создании в сердце Казахстана центра черной металлургии как основы индустриализации республики. Эта мысль, рожденная могучим даром предвидения К.И. Сатпаева, воплотилась в реальность в годы войны. Действующий ныне вблизи Караганды (г. Темир-Тау)

металлургический комбинат является крупнейшим производителем чугуна и стали в Центрально-Азиатском регионе, а по запасам железа и марганца Казахстан прочно занял ведущее положение в Европе и Азии.

Венцом тридцатилетней (1926–1956 гг.) научно-производственной деятельности Каныша Имантаевича является создание первой прогнозной металлогенической карты Центрального Казахстана. Первопроходцу всегда нелегко. Проблемы, которые возникают перед ним и порой кажутся неодолимыми, по прошествии десятилетий перестают быть таковыми, найденные когда-то варианты решения становятся настолько привычными и самоочевидными в геологическом обиходе, что перестают быть предметом внимания последующих исследователей. Сегодня, по прошествии почти полувека, эта карта все еще не утратила своей ценности, поскольку идеи и принципы, заложенные в ней, остаются до сих пор актуальными. Чтобы объективно оценить трудности, стоявшие в свое время перед К.И. Сатпаевым, необходимо представить ту исходную теоретическую и информационную базу, которая существовала на этапе обдумывания способов создания карты. Вот как оценивал ее сам Каныш Имантаевич:

Площадь Центрального Казахстана – 800 тыс. км². Это приблизительно одна третья часть территории всей республики. Она втрое превышает территорию Англии, в четыре раза – территорию всех союзных республик Кавказа, вместе взятых.

2. До 1917 года Центральный Казахстан в геологическом отношении представлял собой огромное белое пятно. Исследования геологических корифеев (Г.Д. Романовского, А.К. Мейстера и др.) освещали геологию узких лент их маршрутов. Считалось, что здесь широко развиты отложения девона, граниты и третичные отложения.

3. Широчайший размах геологических исследований пришелся на советский период, начиная с первой пятилетки. Ко времени создания металлогенических прогнозных карт на территории Центрального Казахстана была организована достаточно мощная геологическая служба, накоплен большой фактический материал,

разобщенный по многочисленным геологическим фундаментам. Существовала огромная масса сырого материала, плохо увязанного между собой, слабо подчиненного общим геологическим канонам его систематизации.

Всеобщим признанием металлогении Сатпаева является присуждение в 1957 году Ленинской премии за работу по составлению прогнозно-металлогенической карты Центрального Казахстана. Ленинская премия была присуждена творческой группе во главе с К.И. Сатпаевым в составе: И.И. Бок, Р.А. Борукаев, Г.Б. Жилинский, Д.Н. Казанли, Г.Ц. Медоев, И.П. Новохатский, Г.Н. Щерба.

Мировая наука 50-х годов 20-го столетия характеризуется стремительным развитием ядерной физики. Адекватной реакцией Академии, и ее президента на этот процесс, явилась организация в составе АН КазССР Института ядерной физики, ставшего одним из крупных научных центров по данной проблеме в Союзе. И в этом случае К.И. Сатпаев приглашает из Центральных районов крупных ученых—физиков, в числе которых были представители знаменитого «Физтеха» В.М. Кельман, Л.М. Неменов, Г.Д. Латышев, М.И. Корсунский, внесшие неоценимый вклад в организацию и развитие института.

Несмотря на огромные запасы углеводородного сырья, особенно в Западном Казахстане, добыча и переработка их в республике велись в крайне низких объемах. Наметившийся к началу 50-х годов рост добычи углеводородов в связи с открытием крупных запасов нефти на Мангышлаке выдвинул неотложные задачи по научному обеспечению крупномасштабных работ по освоению нефтяных богатств края. На протяжении всей своей работы в академии К. И. Сатпаев уделял неослабное внимание развитию нефтегазовой отрасли, свидетельством чему является организация еще в 1946 году Эмбенской лаборатории АН КазССР. В 1960 году в г. Гурьеве (Атырау) был организован Институт геологии и геофизики Академии наук республики, призванный осуществлять научное обеспечение бурно развивающейся в регионе нефтегазовой отрасли.

В области геологических наук Каныш Имантаевич Сатпаев выдвинул ряд научных программ, направленных на углубленное изучение геологии и минерации Казахстана с учетом новых научных концепций и широким привлечением прогрессивных методов геофизики, геохимии, современных достижений физико-химических методов анализа и др.

При этом еще в 1955 году К.И. Сатпаев отмечал: «Должны быть разработаны соответствующие планы и программы организации подобных строго координированных комплексных работ в пределах каждого из основных металлогенических регионов страны, таких как Урал, Центральный Казахстан, Алтай, Кавказ, Средняя Азия, Сибирь, Кольский полуостров и т.п. Конечной целью этих работ должно быть установление основных объективных закономерностей металлогении, отражающих сложные и противоречивые процессы взаимодействия тектоники, магматизма, рудовмещающей среды, влияние геохимических и физико-химических факторов рудогенеза в конкретных геологических условиях каждого из этих ведущих металлогенических регионов страны. Не приходится сомневаться в том, что в процессе осуществления подобных комплексных, планомерных и глубоких региональных исследовательских работ будут постепенно открываться и общие объективные закономерности, управляющие процессами рудообразования в целом, на базе которых будет создана и общая строго объективная теория рудообразования» (Избранные труды, 1967, т. 1, с. 204–205).

В целях реализации этих программ в начале 60-х годов были начаты работы по составлению минерогенической карты Южного Казахстана (К.И. Сатпаев, А.К. Каюпов) и комплексные работы по геологии и металлогении Успенской тектонической зоны в Центральном Казахстане (К.И. Сатпаев, Г.Н. Щерба). Южный Казахстан в отличие от складчатого Центрального Казахстана был интересен тем, что здесь присутствуют обширные площади развития платформенных образований со специфической для них минерацией. Программа предусматривала составление минерогенической карты по территории, составляющей несколько сот тысяч квадратных километров, в масштабе 1:500 000. Для выполнения ее были привлечены все производственные геологические, геофизические и другие организации Министерства геологии республики, работающие на этой территории. На первом этапе выполнялась большая работа по обобщению огромного фактического материала. В частности, экспедициями Казахского геофизического треста (Турланская, Джезказганская, Илийская, Южно-Казахстанская) в конце 1963 года в основном было завершено обобщение геолого-геофизических материалов по всей территории Южного Казахстана полистно в масштабе 1:500 000, проведена сшивка между сопредельными территориями. Геофизики провели большую работу и, главное, в сроки, предусмотренные программой, за исполнением которой Каныш Имантаевич следил лично. Всех поражало качество Каныша Имантаевича «держат нити в руках» в большом и малом, несмотря на его огромную занятость по руководству разносторонней деятельностью академии.

Международные связи геологов Казахстана. В начале 60-х годов геологическая наука Казахстана, как и геологическая служба, достигли своего наибольшего расцвета. К этому времени получили всеобщее признание результаты фундаментальных исследований, к числу которых относятся основополагающие работы Н.Г. Кассина по геологии Казахстана, развитые позже Е.Д. Шлыгиным и другими учениками Николая Григорьевича, исследования по тектонике Р.А. Борукаева и Г.Ц. Медоева, магматизму и вулканизму В.К. Монича и Н.Г. Сергиева, металлогении и рудным месторождениям М.П. Русакова и И.И. Бока, по геофизике Д.Н. Казанли и т.д. Крупным событием в геологической жизни республики, как уже упоминалось, явилось создание первой в СССР прогнозно-металлогенической карты Центрального Казахстана, получившей широкую известность далеко за пределами страны.

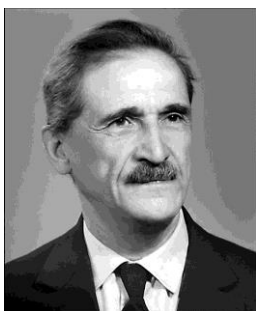
Несмотря на такие заметные научные достижения, геологи Казахстана не имели ни международных связей, ни выхода за рубеж. Многие задавались вопросом: в чем причина такого положения? Ответ был получен от Каныша Имантаевича на памятном совещании осенью 1963 года, где он информировал участников, что в декабре 1964 года в столице Индии г. Дели состоится XXII Международный геологический конгресс. Ранее представители Казахстана не принимали участия в конгрессах, чему, по словам Сатпаева, были свои причины.

На конгресс надо ехать не только ради участия. Мы должны, отметил Каныш Имантаевич, показать на этом авторитетном форуме свои достижения, которые у нас сегодня имеются и в науке, и в геологической практике, но не оформлены в виде итоговых геологических материалов – серии карт геологического содержания. Он внес предложение подготовить и представить на конгрессе геологическую, структурно-геофизическую, тектоническую, металлогеническую карты. Каныш Имантаевич на совещании в октябре 1963 года, ставшем, к сожалению, последним в его жизни, последним его общением со своими соратниками, коллегами и учениками. Внимательно выслушав информацию, отметив наши недоработки, особенно в части сроков выполнения работ, он еще раз указал на важность участия казахстанцев в работе XXII Международного геологического конгресса.

После кончины К.И. Сатпаева темпы подготовки материалов снизились. В итоге к конгрессу закончили только геофизическую и геологическую карты, которые были впоследствии изданы. Что касается тектонической и металлогенической карт, то они были составлены только в 2001 году. Однако на конгресс казахстанцы поехали внушительной делегацией (по меркам тех лет) и не «с пустыми руками», подготовив сборник объемом 20 печатных листов под названием «Вопросы геологии Казахстана» и посвятив его памяти К.И. Сатпаева. Сборник этот ныне стал библиографической редкостью. В него вошли доклады ведущих ученых и специалистов Казахстана и вступительная статья нового президента Академии Ш.Ч. Чокина «Развитие экономики, науки и культуры Советского Казахстана» на двух языках – русском и английском.

**К 120-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ ЧЛЕНА-КОРРЕСПОНДЕНТА АКАДЕМИИ НАУК СССР,
ПРОФЕССОРА Ф.Н. ШАХОВА, ОСНОВОПОЛОЖНИКА НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО
РУДНЫМ ПОЛЕЗНЫМ ИСКОПАЕМЫМ В ТПУ И СОЗДАТЕЛЯ КАФЕДРЫ
МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ В ТПУ
Л.П. Рихванов, профессор; Е.Г. Язиков, профессор**

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия



Ф.Н. Шахов член-корреспондент Академии наук СССР

Шахов Феликс Николаевич – член-корреспондент Академии Наук СССР (1958), профессор, выпускник старейшего в Сибири Томского политехнического института, воспитанник и последователь патриархов сибирской геологической науки В.А. Обручева, М.А. Усова и П.П. Гудкова. Он является основателем рудно-геохимического направления в Сибири и организатором подготовки геологов-уранщиков в Сибири.

Шахов Ф.Н. родился 24 октября 1894 в с. Белоярское Барнаульского уезда Томской губернии. Отец – Николай Филиппович, казак Сибирского казачьего войска. Мать – Александра Михайловна – учительница.

В 1911 году Феликс Шахов окончил Барнаульское реальное (бывшее горное) училище и в 1911 году поступил в ТТИ, а закончил его в 1922 году. Мировая война, а затем и гражданская не раз прерывали его учебу в институте. В составе сапёрной команды подпоручик Ф.Н. Шахов участвовал в крупнейшем сражении – т.н. Брусилловском прорыве. Отличившийся в рукопашных схватках с противником, Шахов Ф.Н. был награждён боевым орденом Святой Анны 3-й степени за личную храбрость.

В 1922 году Шахов Ф.Н. окончил Томский технологический институт. После окончания института был оставлен в нем на горно-геологическом факультете в качестве ассистента для преподавания и подготовки к профессорскому званию. 18 марта 1935 г. был утвержден в должности профессора кафедры. На геологоразведочном факультете ТПИ им была организована кафедра рудных месторождений, где был впервые в вузах осуществлен метод исследования руд в отраженном свете.

В 1940 году Шахову Ф.Н. была присвоена ученая степень доктора наук без защиты диссертации.

Основные направления деятельности Ф.Н. Шахова:

1. Детальные исследования вещественного состава пород и руд;
2. Геолого-генетические исследования месторождений различных видов полезных ископаемых;
3. Проблема происхождения гранитных магм;
4. Систематика эндогенных рудных месторождений.

Кроме этого, он также занимался педагогической, учебно-методической и просветительской работой. Активно участвовал в общественной жизни, являясь корреспондентом газеты «За кадры».

Ф.Н. Шахов – непревзойдённый диагност рудных минералов. В 1935 году им был написан один из первых учебников в стране «Главнейшие рудообразующие минералы», изданный в Томске в 1942 г. Основные принципы работы Шахова – только собственные тщательные полевые исследования с глубоким анализом геологического строения и рудоносности районов работ. Особое внимание он уделял текстурному анализу рудной минерализации, выявляя её генетическое своеобразие.

При жизни им было опубликовано три монографии и пятьдесят статей с большими списками не только русских источников, но также немецких, французских и английских. Зная эти языки, он лишь изредка обращался к словарям. Почти все его публикации выполнены без соавторов и только в двух Шахов Ф.Н. включил в качестве таковых своих же сотрудников, фактический материал которых он в этих статьях частично использовал. Важнейшее значение имели его монографии: «К теории контактных месторождений» (1947 г.), «Геология жильных месторождений» (1964 г.) и «Магма и руды» (1966 г.).

Вернувшись из ссылки весной 1954 года в родной ТПИ (ТПУ) Ф.Н. Шахов, заполняя листок по учету кадров в графе «Судимость» написал: «сидел пять лет, судим не был».

В 1957 году Ф.Н. Шахов был приглашён на постоянную работу в Новосибирский институт геологии Западно-Сибирского филиала АН СССР, где до этого работал по совместительству. В 1958 году академиком А.А. Трофимуком было сделано предложение Ф.Н. Шахову возглавить лабораторию геохимии редких элементов Института геологии и геофизики Сибирского отделения АН, а затем и отделение геохимии Института геологии и геофизики.

Шахов Ф.Н. был награждён орденами Ленина (1944), Трудового Красного Знамени (1946, 1967). На фасадах 1 корпуса ТПУ и корпуса Института геологии и минералогии СО РАН помещены мемориальные доски выдающемуся педагогу и ученому, создателю школы сибирских геохимиков. В соответствии с решением Томской городской Думы от 17.02.2004 г. было принято решение присвоить имя профессора Шахова улице 4-й очереди застройки микрорайона «Наука». В честь Ф.Н. Шахова назван минерал шаховит ($\text{Hg}_4\text{SbO}_3(\text{OH})_3$).

Секция 1

ПАЛЕОНТОЛОГИЯ, СТРАТИГРАФИЯ И РЕГИОНАЛЬНАЯ ГЕОЛОГИЯ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В НАУКАХ О ЗЕМЛЕ

ЛИТОЛОГО-ФАЦИАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ И БИТУМИНОЗНОСТЬ ОТЛОЖЕНИЙ СРЕДНЕГО ДЕВОНА (СЕВЕРНАЯ ХАКАСИЯ, РАЙОН ОЗЕРА ФЫРКАЛ)

А.М. Атаханов, М.И. Джумашев

Научный руководитель доцент М.И. Шамина

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В последние годы после открытия Новомихайловского месторождения газа возрос интерес к отложениям среднего девона Минусинского прогиба. Объектом наших исследований стали отложения сарагашской и бейской свит живетского яруса Северной Хакасии в районе озера Фыркал. Петрографическими, литологическими, геохимическими и люминесцентно-микроскопическими методами проведен литолого-фациальный анализ и изучена битуминозность отложений среднего девона по 30 образцам горных пород из обнажений и горных выработок. Анализ полученных данных позволил уточнить петрографический состав пород, выделить лито-фациальные комплексы и оценить битуминозность отложений.

Нижняя часть изученного разреза относится к сарагашской свите живетского яруса среднего девона. Сарагашская свита выделена В.С. Мелещенко (Полевой атлас, 1955) в Чебаково-Балахтинской впадине в районе с. Сарагаш на левобережье Енисея. Отложения сарагашской свиты в районе нашего исследования представлены преимущественно переслаиванием мелкозернистых песчаников и алевролитов с глинистым цементом на отдельных участках интенсивно карбонизированных с прослойками битуминозных аргиллитов и мергелей.

Песчаники в основном светло-серые, желтовато-серые, мелкозернистые, аркозовые, преимущественно с глинистым и реже с карбонатным цементом. Обломочный материал представлен полуугловатыми и полукатанными обломками кварца, полевых шпатов (КПШ, плагиоклазы), обломками микрокварцита. Для пород характерны параллельнослоистые, реже линзовиднослоистые и косослоистые текстуры (рис. 1/1).

Алевролиты – желтоватые, темно-серые, мелко-крупнозернистые, с глинистым цементом, с прослойками аргиллитов и мергелей. Для пород характерны параллельнослоистые, слабоволнистые, косослоистые текстуры (рис. 1/2).

Мергели – серые, темно-серые, пелитоморфные, состоящие из кальцита, глинистых минералов (гидрослюд) и иногда с примесью диагенетического доломита (рис. 1/3).

Аргиллиты – темно-серые, серые. В породах содержится то или иное количество обломков кварца алевролитовой размерности. Для аргиллитов характерна параллельная, слабоволнистая слоистость, иногда отмечаются миллиметровые линзы мелкозернистых песчаников с глинисто-карбонатным цементом. Среди аргиллитов в ультрафиолетовом свете обнаружены сингенетичнобитуминозные прослои (рис. 1/4).

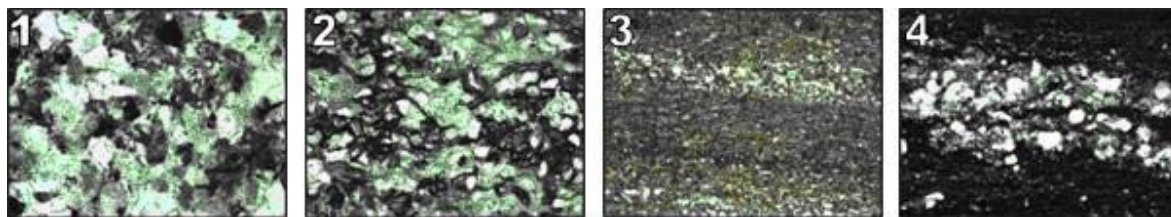


Рис. 1 Образец 232/2 – Песчаник мелкозернистый с кремнисто-карбонатным цементом, обломки представлены: кварцем, микроклином, микрокварцитами (1); Образец 230/25 — Алевролит мелкозернистый с глинистым цементом с прожилками кальцита (2); Образец 231/24 — Мергель с тонкими параллельными прослойками мелкозернистого алевролита с карбонатным цементом (3); Образец 230/7. Аргиллит битуминозный с небольшими линзами мелкозернистого песчаника с карбонатным цементом (4)

Литофациальный анализ отложений свидетельствует о существовании на данной территории в сарагашское время преимущественно озерных и лагунных условий осадконакопления (наличие сингенетичного доломита указывает на некоторую засоленность лагун), в которых накапливались песчано-алевролитовые, алевроито-глинистые, карбонатные и глинисто-карбонатные илы, часто обогащенные доломитом и несущие следы кратковременных осушений. По литологическим признакам в изученном районе выявлены следующие литофациальные комплексы: осадки лагун, пляжных отмелей, прибрежных устьевых баров [3]. Отложения свиты характеризуются обедненным составом органических остатков. Вблизи бортов маломощные прослои гравелитов.

Верхняя часть изученного разреза представлена отложениями бейской свиты. Бейская свита выделена Н.А. Беляковым, В.С. Мелещенко (Мелещенко, 1953) близ с. Бейское (ныне Бея) в Южно-Минусинской котловине [2]. Бейская свита в отличие от сарагашской очень богата брахиоподами, гастроподами, остракодами, конодонтами, кораллами верхне-живетского возраста. В районе озера Фыркал отложения свиты представлены

преимущественно карбонатными породами, выделены следующие наиболее распространенные литологические разновидности: известняки хемогенно-органогенные, известняки пеллоидные, мергели, известняки кавернозные (битуминозные).

Известняки хемогенно-органогенные характеризуются светло-серыми, темно-серыми, коричнево-бурыми окрасками. Породы сложены преимущественно кальцитом, отмечается примесь глинистого материала и обломки кварца алевритовой размерности. Структуры пород неравномернотекстурированные, на отдельных участках породы перекристаллизованы с укрупнением зерен, окремнены и доломитизированы. В породах обнаружены редкие остатки кораллов, брахиопод и водорослей (рис. 2/1).

Известняки пеллоидные. Окраски – темно-серые, буровато-серые. В породах отмечаются тонкие прослойки мергелей. Порода характеризуется комковато-сгустковой структурой. Пеллоиды мелкие (до 0,1 мм), сцементированы пелитоморфным глинисто-карбонатным материалом. На отдельных участках в породах отмечаются битуминозное вещество, приуроченное к литогенетическим трещинкам [1] (рис. 2/2).

Известняки кавернозные (битуминозные) характеризуются темно-серой окраской. В породах отмечается примесь мелкоалевритового кремнистого материала, сосредоточенного в редких миллиметровых прослойках. В этих породах отмечается темно-коричневое битуминозное вещество, а также включения перекристаллизованных органогенных остатков и зерен эпигенетического доломита (рис. 2/3). Известняки катагенетически преобразованы, что выражается в доломитизации, окремнении, трещиноватости, которые повышают фильтрационно-емкостные свойства пород.

Изучение захороненного органического вещества и битуминозности отложений среднего девона в ультрафиолетовом свете методом люминесцентной микроскопии позволило установить сапропелевую природу органического вещества и зафиксировать многочисленные следы миграции битумоидов во всех изученных образцах, что свидетельствует о самом факте битумообразования в районе. Скопления эпитумоидов отмечаются в наиболее катагенетически преобразованных отложениях бейской свиты. В отложениях сарагашской свиты существовали условия для захоронения органического вещества, что подтверждается наличием горизонтов сингенетично битуминозных пород [4].

Таким образом, результаты исследований свидетельствуют, что в отложениях среднего девона в сарагашское и бейское время существовали благоприятные фациальные условия для генерации и аккумуляции углеводородов. Однако, эродированность территории и отсутствие в отложениях бейской свиты непроницаемых покрышек способствовало миграции углеводородов.

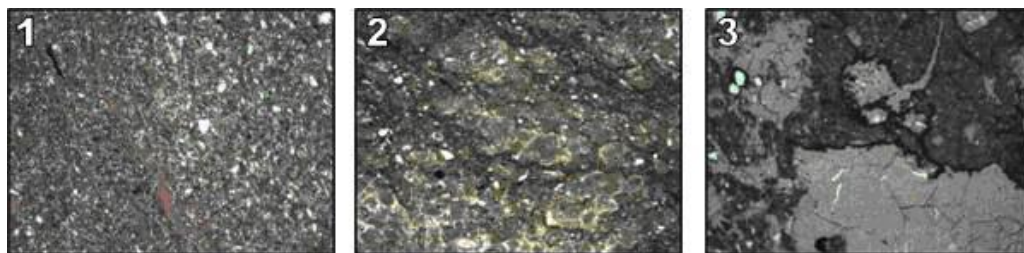


Рис. 2 Образец 231/27 – Слабо волнистая слоистость, известняк с примесью обломков кварца алевритовой размерности и глинистых минералов, органогенных остатков (1); Образец 232/18 — Известняк доломитизированный, хемогенно - органогенный, комковато - сгустковый, битуминозное вещество отмечается по тонким трещинкам, почти параллельно напластованию, неравномернотекстурированная структура (2); Образец 232/18 — Известняк кавернозный, перекристаллизованный. Битуминозное вещество приурочено к тонким трещинкам и пустотам (3)

Литература

1. Лидер М.Р. Седиментология. Процессы и продукты: Пер. с англ. – М.: Мир, 1986. – 439 с.
2. Лучицкий И.В. Литология среднепалеозойского вулканогенно-осадочного комплекса впадин востока саяно-алтайской складчатой области. – М.: Наука, 1967. – 221 с.
3. Маслов А.В. Осадочные породы: методы изучения и интерпретации полученных данных. Учебное пособие. – Екатеринбург.: УГГУ, 2005. – 289 с.
4. Олли И.А. Органическое вещество и битуминозность осадочных отложений Сибири. – М.: Наука, 1975. – 133 с.

ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ ЗОЛОТООРУДНЕНИЯ БЕРЕЛЕХСКОГО РУДНОГО РАЙОНА (МАГАДАНСКАЯ ОБЛАСТЬ)

К.Р. Арлюкова

Научный руководитель доцент О.М. Гринёв

Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия

Программой развития Дальнего Востока и Северо-Востока России, утверждённой правительством страны, предусмотрены масштабные мероприятия по развитию транспортной инфраструктуры, горнодобывающей и перерабатывающей промышленности. Основой реализации этих планов являются руды уже

открытых месторождений, но которые требуют значительного прироста запасов. На сегодня основным добываемым металлом региона является, прежде всего, золото. По этой причине в регионе заметно активизировались поисково-разведочные работы, особенно в районах с уже налаженной транспортной и производственной инфраструктурой. Автор проходил производственную практику в одном из таких районов, известном под названием Стахановская площадь. Как горнодобывающий район площадь известна с конца 30-х, - начала 40-х годов XX века. В нем открыли более 200 крупных, средних и мелких россыпей и мелких коренных месторождений, которые в наиболее богатых участках частично обрабатывались старателями попутно с отработкой россыпей. Реализуемая программа требует существенного увеличения минеральной базы, что делает актуальной проблему анализа закономерностей проявления коренного оруденения золота в регионе на примере изученных районов, включая определение их структурно-тектонической позиции, формационного состава руд, геологического строения известных рудных полей месторождений и основных типов руд. К числу таких районов относится Берелехский рудный район и его Стахановская площадь.

Структурно-тектоническая позиция Берелехского золоторудно-россыпного района характеризуется следующими особенностями. Он расположен в пределах Инъяли-Дебинского синклинория киммерийской Верхояно-Колымской складчатой области, которая простирается между двумя крупными докембрийскими срединными массивами северо-востока России – Колымским (на севере) и Охотским (на юге). Непосредственно его площадь приурочена к юго-западному крылу Инъяли-Дебинского синклинория и северо-восточной части Аян-Юряхского антиклинория (Момского горст-антиклинория, по Е. Е. Милановскому и др., 2007). Граница между ними проходит по глубинному и долгоживущему Чай-Урвинскому разлому сложной кинематики.

С юго-востока Инъяли-Дебинский синклинорий и представляющие его структуры (Индигино-Колымский, Ат-Юряхский синклинорий и Балыгчанское поднятие) окаймляются структурами наложенного Охотско-Чукотского вулканоплутонического пояса мел-палеогенового возраста.

Внутренние части и периферийное обрамление Инъяли-Дебинского синклинория рассечены системой субширотных грабен-рифтовых впадин Момского неотектонического рифта, который активно развивается в настоящее время. В пределах кондиционной геологической карты рудный район расположен в северо-восточной четверти листа Р-55-Х (Муанджа) масштаба 1:200 000. Ближайший поселок городского типа – Сууман – расположен к востоку от исследуемой площади, примерно в 45 км.

Геологическое строение рудного района и листа Р-55-Х в целом может быть кратко охарактеризовано следующим образом. Стратифицированные образования представлены двумя складчатými подкомплексами: нижним верхнепермско-триасовым, слагающим юго-западную часть листа, который граничит с наиболее широко распространенными верхним ранне-, ранне-средне- и среднеюрским терригенно-осадочным (песчаники, алевролиты, аргиллиты темно-серого до черного цвета) подкомплексом отложений. Ранне-среднеюрский подкомплекс занимает большую часть листа (~80%). В совокупности эти (нижний и верхний) подкомплексы образуют нижний структурный ярус территории.

В краевых западной и северо-восточной частях листа развиты небольшие приразломные мульдо- и грабенообразные впадины, выполненные верхней мел-палеогеновой угленосной молассой. Залегание этого мел-палеогенового комплекса на подстилающих толщах трансгрессивное и у его толщ отсутствуют складчатые деформации. По возрасту эти накопления синхронны времени заложения и развития краевого Охотско-Чукотского вулканоплутонического пояса и составляют второй структурный ярус. В непосредственной близости от площади листа Р-55-Х к западу и северу располагаются крупные грабен-рифтовые зоны неотектонического Момского континентального рифта, представляющие третий структурный ярус территории.

Магматические образования листа Р-55-Х представлены несколькими разновременными комплексами:

Геосинклинально-складчатые инрузивно-дайкивые образования:

1. Нера-бохапчинский (I_3 nb) комплекс. Представлен дайками диоритового состава, спессартитами, а также габродолеритами, габбро, гранодиоритами;

2. Басугунынский диорит-гранит-гранодиоритовый комплекс (J_3 - K_1 b) в составе: инрузивов малых и средних размеров (до 35 км^2) сложного состава, а также даек, мелких штоков и дайкообразных тел, по составу соответствующих инрузивным фазам плутонов. Состав фаз: а) кварцевые диориты, диориты, кварцевые и безкварцевые диоритовые порфиры; б) главная фаза: гранодиориты, граниты и дайки того же состава; в) дайки кварцевых диоритовых порфиритов, гранодиорит-порфиритов, гранитов, гранит-порфиритов, дацитов; 4) дайки гранит-порфиритов, лейкогранитов, лейкогранит-порфиритов, субщелочных лейкогранитов, риодацитов, риолитов, онгориолитов, граносиенитов, аплитов, прорывающих гранитоиды главной и третьей фаз.

3. Ассоциация позднеюрско-раннемеловых инрузивных образований, условно объединенных (нерасчлененных) в нера-бохапчинско-басугунынский комплекс (J_3 - K_1 b) в составе даек диоритов, диоритовых порфиритов, кварцевых диоритовых порфиритов, гранодиорит-порфиритов и гранит-порфиритов.

4. Тас-кыстабытский комплекс (K_1 tk), представленный Имегинским многофазовым массивом. Состав фаз: а) главная фаза: гранодиориты; б) кварцевые диоритовые порфиры; в) гранодиорит-порфиры, гранит-порфиры, пегматоидные и аплитовые жилы и дайки, развитые в пределах инрузива и зон эндо-, экзоконтакта.

Позднемеловые образования краевого вулканоплутонического пояса (ВПП):

1. Трахиандезиты, трахибазальты, трахидациты, а также относящиеся ко второй фазе дайки трахиандезибазальтов, прорывающие латиты.

2. Биликанский монзонит-сиенитовый комплекс (K_2 bl). Умеренно-щелочные инрузивные образования. Кроме Биликанского инрузива к нему отнесены Олботский и Кеменджинский штоки, образующие линейную цепочку тел. В эту же цепочку входят ряд мелких тел и даек. Вторую цепочку слагают нескрытые массивы, выраженные на поверхности полями ороговикованных пород, дайками и мелкими изометричными

телями. Состав фаз: а) сиениты, диориты, монцодиориты, кварцевые монцониты, монцонит-порфиры; б) кварцевые сиениты, кварцевые сиенит-порфиры; в) граносиенит-порфиры, плагиограниты, лейкограниты.

Тектоника и история геологического развития Берелехского рудного района хорошо коррелируются с тремя структурными ярусами, представленными: 1) пермско-среднеюрскими складчатыми толщами, синтетектоническими им интрузивно-дайковыми комплексами верхней юры, верхней юры – раннего мела; 2) молассоидами грабено- и мульдообразных приразломных впадин, синхронных накоплений терригенно-вулканогенных толщ краевого вулканоплутонического пояса мела-палеогена и его интрузивно-субвулканических образований; 3) и неотектоническими структурами Момского континентального рифта. Влияние связанной с этим рифтом деструкции земной коры, отмечается повсеместно. Оно проявлено в виде активного горообразования, заложении новых и подновленных прежних диагональных (северо-западных и северо-западных разломов), соответствующей перестройке речной сети, перемыву ранее накопленных аллювиальных отложений и формированию новых аллювиальных долин.

Наиболее рельефно трехэтапная история геологического развития района проявлена на тектонической карте масштаба 1:2 500 000 (2007, ред. Е. Е. Милановский). На этой карте отчетливо видно, что Индигиро-Колымский синклиниорий, представляющий восточные фланги Иньяли-Дебинского синклинория с севера, юго-востока и юга-запада обрамлен прерывистым ареально-полосовым поясом гранитоидных интрузивов верхнеюрско-раннемелового и верхнемелового комплексов. Зоны сочленения его с более жесткими структурами, обрамляющими Охотский и Колымский срединные массивы, осложнены покровно-надвиговыми сооружениями и активно интродуцированы гранитоидами. Территория листа Р-55-Х расположена вблизи зоны сочленения Индигиро-Колымского синклинория с обрамляющими структурами Колымского срединного массива и в пределах краевых частей листа на юго-востоке и северо-западе, где и расположен Берелехский золоторудно-россыпной район, так же проявлены надвиговые структуры и здесь же сконцентрированы наиболее крупные золото-россыпные узлы территории, возникшие, по-видимому, благодаря более глубокому эрозионному срезу складчато-надвигового комплекса.

В пределах листа проявлено несколько наложенных друг на друга структурных планов, соответствующих этапам развития территории. Первичный из них северо-западный, соответствующий складчатости пермско-среднеюрского комплекса и осложняющим его строение разломом; второй, обусловленный развитием ВПП, – северо-восточный в виде латентных ослабленных зон, иногда подчеркнутых редкими линейными телами позднемеловых гранитоидов; третий – близкий по пространственной ориентировке с первичным и наложенный на первый под углом 15-30°, связан с Момским рифтом. На настоящем этапе развития территории он проявлен наиболее четко. Кроме отмеченных структурных планов значительную роль в пределах листа Р-55-Х играют кольцевые структуры, контролирующие большую часть интрузивно-дайковых образований с разным, но, как правило, неглубоким, уровнем эрозионного среза.

В отношении коренной золотоносности ведущая роль в рудном районе принадлежит дайкам среднего и кислого состава. Дайки претерпели березитизацию и окварцевание, а так же серицитизацию, хлоритизацию, карбонатизацию и сульфидизацию. Размещение их субсогласное с отмеченными выше первым и в меньшей степени вторым структурными планами. Ведущей золоторудной формацией является жильная малосульфидная золото-кварцевая, наложенная на дайки. Проявлены и другие золотосодержащие рудные формации, а также телескопированное оруденение, но в количественном плане они уступают золото-кварцевой формации.

ПРЕДСТАВИТЕЛИ СЕМЕЙСТВА LEPTOCYTHERIDAE ИЗ САРМАТСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ЮЖНОЙ УКРАИНЫ

О.В. Бондарь, А.Л. Самойленко

Научный руководитель доцент О.В. Бондарь

*Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара, г. Днепропетровск,
Украина*

Среди большого количества ископаемых остатков различных групп фауны, распространенных в сарматских отложениях юга Украины, остракоды являются весьма представительными в количественном и видовом отношении и успешно используются для детальной стратификации данных образований [1]. Из общего состава остракод в породах сарматского региона часто встречаются представители семейства *Leptocytheridae*, которые на данной территории охарактеризованы родом *Leptocythere*.

Нами даны описания некоторых видов остракод рода *Leptocythere* (рис. 1, 2), из которых *Leptocythere zeivensis* Vor. впервые описан из среднесарматских отложений, *Leptocythere sulakensis* Suz. впервые встречен в нижнесарматских осадках Южной Украины, а появление *Leptocythere maeotica* (Liv.) отмечает важный этап в формировании палеогеографических связей позднесарматского моря с сопредельными бассейнами [2].

Изученные образцы хранятся в коллекции НИИ геологии ДНУ. Фауна сфотографирована в Днепропетровском отделении УкрДГРИ при помощи растрового электронного микроскопа РЭММА 102-02, завод SELMI (фотографировал С.И. Овечко).

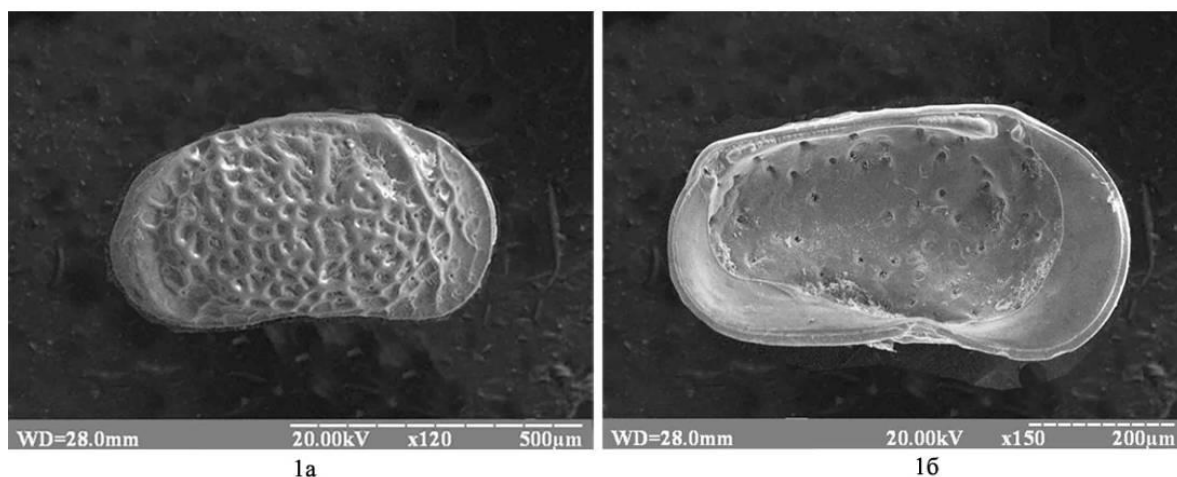


Рис. 1 *Leptocythere zeivensis* Voroshilova: а – правая створка с внешней стороны, $\times 120$, б – правая створка с внутренней стороны, $\times 150$ [3]

Leptocythere zeivensis Voroshilova

1956. *Leptocythere zeivensis* Voroshilova: Победина и др., с. 138, табл. XIX, рис. 11.

Материал. 10 створок хорошей сохранности. Экз. № 200118.

Описание. Форма раковины округленно субпрямоугольная. Толстая, полупрозрачная, белого цвета. По длине раковина средняя (0,67 мм); по степени удлинённости – умеренно удлинённая ($L/H = 1,9$). Конвергенция к заднему концу отсутствует.

Спинной край прямой, наклоненный к заднему концу. Переход к переднему концу плавно округленный, к заднему – под округленным тупым углом. Брюшной край параллелен спинному и слабо вогнут посередине; переходы к переднему и заднему концам плавно округленные. Разница высот переднего и заднего концов незначительная. Передний конец скошен в переднеспинной части, ниже плавно округленный. Задний конец приближается к вертикальному, скошен в заднеспинной и заднебрюшной части.

Развиты элементы макроскульптуры I порядка. Вдоль заднего конца, от спинного края к брюшному, проходит поперечное резкое высокое ребро. Мезоскульптура среднеячеистая. Ячейки округленно-многоугольной формы, разделены толстыми, сверху округленными перегородками, покрывают всю поверхность створки.

Внутренняя пластинка широкая, особенно на переднем конце и в заднебрюшной части. Линия срастания не совпадает с внутренним краем. Порово-канальная зона узкая.

Размеры, мм. Длина раковины – 0,67, высота середины – 0,35.

Изменчивость. Проявляется в наличии или отсутствии второго ребра вдоль заднего конца.

Местонахождение. Скв. 337, с. Ильичево, Керченский полуостров, глубина 41,0 м, средний сармат.

Стратиграфическое и географическое распространение. Среднесарматские отложения Крыма, Азербайджана

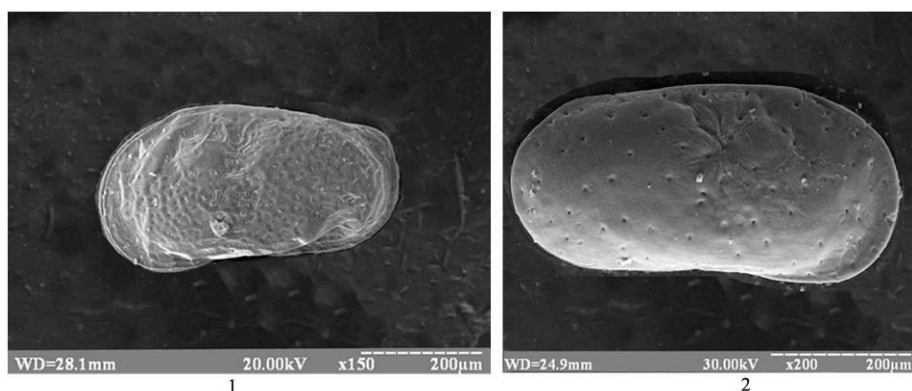


Рис. 2 1 – *Leptocythere sulakensis* Suzin, левая створка с внешней стороны, $\times 150$; 2 – *Leptocythere maeotica* (Livental), правая створка с внешней стороны, $\times 200$

Leptocythere sulakensis Suzin

1956. *Leptocythere sulakensis* Suzin: Сузин, с. 110, табл. V, фиг. 4.

Материал. 5 створок хорошей сохранности. Экз. № 200119.

Описание. Форма раковины округленно субтрапециевидная. Тонкая, полупрозрачная. По длине раковина средняя (0,51 мм), по степени удлинённости – умеренно удлинённая ($L/H = 1,98$). Конвергенция к заднему концу отсутствует. Наибольшая высота раковины находится в передней трети. Спинной край прямой, наклонённый к заднему концу. Переход к переднему концу плавно округлённый, к заднему – под скруглённым тупым углом. Задний кардинальный угол хорошо выражен. Брюшной край прямой, параллельный спинному; переходы к переднему и заднему концам плавно округлённые. Передний конец несколько выше, чем задний, скошённый в переднеспинной части, немного оттянутый вниз и резко округлённый. Задний конец приближается к вертикальному, заднеспинной угол округлённый тупой.

Развиты элементы макроскульптуры I порядка. Срединная поперечная борозда выражена слабо, частично смещена к переднему концу, перпендикулярна продольной оси. Вдоль заднего конца, от спинного края к брюшному расположено тонкое, невысокое, едва заметное ребро. Поверхность створки покрыта многочисленными равномерно расположенными мелкими ячейками. Безструктурная пластинка широкая, особенно на переднем конце и в заднебрюшной части. Линия сращения совпадает с ее внутренним краем в среднебрюшной части. Порово-канальная зона широкая.

Размеры, мм. Длина раковины – 0,51, высота середины – 0,257.

Местонахождение. Шевченковский карьер, Днепропетровская область, нижний сармат.

Стратиграфическое и географическое распространение. Нижнесарматские, меотические отложения Северного Причерноморья и Крыма, меотические отложения Северного Предкавказья.

Leptocythere maotica (Livental)

1949. *Sythere meotica* Livental: Шнейдер, с. 143, табл. X, рис. 8.

1956. *Leptocythere meotica* (Livental): Победина и др., с. 169, табл. XXVI, рис. 1.

1956. *Leptocythere maotica* (Livental): Сузин, с. 112, табл. V, фиг. 10-11.

Материал. 5 створок хорошей сохранности. Экз. № 200120.

Описание. Форма раковины округленно субпрямоугольная. Тонкая, прозрачная. По длине раковина средняя (0,60 мм), по степени удлинённости – умеренно удлинённая ($L/H = 2,00$). Конвергенция к заднему краю отсутствует. Спинной край прямой, плавно переходит в широко округлый передний конец и под небольшим углом в округлый задний конец. Брюшной край параллелен спинному и слабо вогнут посередине. Разница высот переднего и заднего концов незначительная. Передний и задний концы широко округлены.

Элементы макроскульптуры I и II порядка не развиты. Поверхность гладкая, блестящая, покрыта равномерно расположенными поровыми каналами. Внутренний край раковины не совпадает с линией сращения только вдоль задней половины брюшной части. Порово-канальная зона широкая.

Размеры, мм. Длина раковины – 0,60, высота середины – 0,30.

Местонахождение. Скв. 201, с. Фронтное, Акманайский перешеек, глубина 174,0 м, верхний сармат.

Стратиграфическое и географическое распространение. Верхнесарматские, меотические отложения Южной Украины, меотические отложения Северного Предкавказья, Азербайджана.

Литература

1. Бондарь О.В. Биостратиграфия сарматских отложений Равнинного Крыма по остракодам // Зб. наук. праць ІГН НАНУ. – Київ, 2005. – С. 233–238.
2. Иванова Т.А., Бондарь О.В. Про нехарактерну мікрофауну з верхнього сармату Південної України // Палеонтологічний зб. – Львів, 2009. – № 41. – С. 68–76.
3. Победина В.М., Ворошилова А.Г., Рыбина О.И., Кузнецова З.В. Справочник по микрофауне средне- и верхнемиоценовых отложений Азербайджана. – Баку: Азнефтеиздат, 1956. – 192 с.
4. Сузин А.В. Остракоды третичных отложений Северного Предкавказья. – М.: Гостоптехиздат, 1956. – 191 с.
5. Шнейдер Г.Ф. Миоценовая фауна остракод Кавказа и Крыма // Микрофауна нефтяных месторождений СССР. – Л., М.: Гостоптехиздат, 1949. – С. 89–182.

ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ СТРУКТУРНЫХ ЭТАЖЕЙ УРАЛА И ИХ ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ

А.В. Голдырев

Научный руководитель профессор С.К. Мустафин

Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

На Урале существуют яруса развития, каждый из которых отвечает определённому тектоническому этапу: архей-раннепротерозойский, рифейско-вендский, ордовикско-раннемезозойский, платформенный (юра-миоцен), плиоцен-четвертичный, нео-орогенический этап развития (рис.).

1. Архей-раннепротерозойский этап. Между архей-раннепротерозойской и рифей-вендской стадиями существует угловое несогласие, свидетельствующее о смене типа развития. Об этом свидетельствует метаморфизованный Тараташский комплекс гнейсов, гранулитов, мигматитов, гранитов, выше которого залегают почти не метаморфизованные осадочные отложения рифея, которые были смяты в складки в вендское время (600-550 млн. лет назад).



Рис. Яруса развития Уральской складчатой области [1, с.129]

Современный экономический потенциал этого этажа крайне мал вследствие его глубокой погруженности под более молодыми комплексами, достигающей местами 20 и более км. Некоторые кварц-магнетитовые месторождения рассматриваемого комплекса с различной величины запасами (до весьма крупных) принадлежат тараташскому, ильмено-сысертскому и салдинскому комплексам. Этот тип месторождений рассматривается как не очень перспективный. Метаморфические комплексы вмещают также метаморфогенные месторождения антофиллит-асбеста, кианита, графита, абразивов, рутила. [1].

2. Рифейско-вендский этаж и тиманиды. После вендского смятия образовалось складчатое сооружение Тиманид. Тиманиды проходили через Южный Урал на северо-запад, т.е. на Скандинавию[1]. Здесь присутствуют граниты, островодужные комплексы, океанические формации, т.е. офиолиты. На Русской платформе существовали грабены, в которых сохранились рифейские отложения.

В пределах экстернид развиты месторождения таких полезных ископаемых как: титаномагнетитовые залежи; высокоглинозёмистые хромиты; гипербазитовые интрузии рассматриваются, как промышленные источники алмазов; магнетиты; сидериты; флюориты; барит; золото-сульфидно-кварцевые месторождения; платина. Полученные данные позволяют отнести значительную часть рудообразующих процессов к трем эпохам: к концу раннего — началу среднего рифея, к началу позднего рифея и к концу рифея - началу венда. Первая и последняя стадии сопровождалась рифтогенезом и вулканизмом. Все стадии были связаны с поднятиями и эрозией, т.е. с разгерметизацией флюидной системы, что вело к отложению растворенных компонентов. Активного участия палеозойских процессов в образовании месторождений (кроме, возможно, редко- и благороднометаллической минерализации) не установлено [1].

В пределах интернид развиты месторождения таких полезных ископаемых как: колчеданные месторождения; медно-скарновые; молибден-меднопорфировые; метасоматические месторождения, связанные с альбититами; Au-Pd-TR месторождение. При настоящем уровне изученности тип минерализации сам по себе может служить индикатором геодинамической обстановки. В данном случае металлогения говорит в пользу геодинамической модели тиманид.

3. Ордовикско-раннемезозойский этаж и уралиды. В кембрии произошла пенеппенизация, т.е. складчатое сооружение Тиманид было размыто. Начался новый этап с формирования грабеновых фаций в пределах самого Урала. Простираение Урала и Тиманид различается на севере. Это связано с наложением зоны раскалывания на более древний континент. Магнитные аномалии к Южному Уралу подходят перпендикулярно со стороны Русской платформы, а на севере косо [1, с. 130]. Это является резким наложением структуры, т.е. произошла структурная перестройка. Начало структурной перестройки соответствует ордовику. В это время начали формироваться грабены. Здесь развиты грубообломочные породы с вулканитами, свидетельствующими о раскалывании континентальной коры. Офиолиты на Урале – это области палеозойских складчатых областей, где наилучшим образом сохранились реликты океанической коры. Офиолиты – породы мантии Земли (гипербазиты, дуниты, верлиты, клинопироксениты), которые слагают зону земной коры и мантии, которая называется границей Мохоровичича. Выше этой границы залегают – габбро и базальты, а ниже – гипербазиты. На Урале в актогайском комплексе зафиксированы «дайки в дайках» девонского возраста, которые свидетельствуют о процессах спрединга океанического дна.

Далее наступает стадия образования островных дуг. Сначала она наступает на севере Урала и позже наступает на юге.

Существовало несколько стадий развития островных дуг и зон субдукции[1]. Это приводило к мощному вулканизму и исчезновению океанической коры Палеоуральского океана. Сейчас имеются на Урале реликты этой океанической коры в виде офиолитов. Примером локализации этих офиолитовых областей являются гипербазиты Крака.

В результате субдукции происходит коллизия континентальной коры с континентальной корой или коллизия островной дуги и континентальной коры[1]. Далее континентальная кора не может субдукцироваться из-за большой мощности и всплывает, обнажая комплексы высоких давлений (эклогит-глаукофансланцевые комплексы), которые обнажены вдоль главного уральского разлома. Это связано с коллизией магнитогорской

островной дуги (сначала на юге, затем на севере). Столкновение островной дуги и континента произошло на юге в позднем девоне, в фаменское время. Диагностическим признаком этого является граувакковый флиш, который представлен зилаирской свитой. Материал сюда поступал с поднимающегося Урала (полимиктовый материал). В карбоне полностью исчезает океаническая кора и начинается гиперколлизия, т. е. коллизия уже между континентами (между казахстанским континентом и балтикой). При этом происходит складчатость, образование меланжей и образование тектонических покровов. В результате коллизии произошло образование уральского орогена – складчатой области. В конце перми произошла эрозия. Но в триасе Урал был захвачен в область суперплума (в основном в области Сибири). Это приводило к образованию грабенов[1].

Плотность месторождений на Урале настолько высока, что можно с полным правом говорить об уникальности региона в целом, как говорят об уникальности отдельных месторождений. Представляется, что все важнейшие факторы минерагении — тектонический, геодинамический, климатический — выступили на Урале в оптимальном сочетании, обусловив неповторимый облик богатейшего региона. Офиолитовые массивы, такие как Войкарский, Райзский, Кемпирсайский и другие, представляют собой объекты мирового класса, а Тагило-Магнитогорская зона образована совершенно уникальными по сохранности палеозойскими островными дугами. Соответственно, они создают облик уральской металлогении как средоточия месторождений прежде всего мафического профиля: с широким развитием скарново-магнетитовых, медно-скарново-магнетитовых, колчеданных, хромитовых, никель-кобальтовых, платиноидных минеральных ассоциаций [1].

4. Платформенный этап (юра-миоцен). Последняя стадия формирования Уральского складчатого сооружения была в ранней юре. В эту стадию произошло сдавливание Урала со сдвиговыми деформациями, которое захватило триасовые образования. Затем в юрское время началась эрозия уральского сооружения. В мелу Урал превратился в холмистую область. Появились даже проливы между западносибирским морем и морем, которое было на юге восточно-европейской платформы и бореальным морем на севере. Это свидетельствует о том, что Урала в это время как такового не было.

Начало платформенной стадии характеризуется формированием неглубоких угленосных бассейнов юрского возраста на Южном и Приполярном Урале. Образовывались месторождения бокситов, россыпи золота, платины, алмазов, титан-цирконовые россыпи, осадочные месторождения железа, марганца, колчеданные месторождения, силикатно-никелевые месторождения, бурые железняки, малахит, фосфориты. Можно видеть значительную роль карста в локализации гипергенных месторождений — от бокситов до малахита. Карстогенными могут быть и угольные месторождения. В миоцене возник Южноуральский угольный бассейн — серия мелких бурогольных месторождений, образовавшихся в карстовых депрессиях над соляными куполами и гребнями Предуральского краевого прогиба. В юрских погребенных долинах формировались эпигенетические урановые месторождения.

5. Плиоцен-четвертичный этап. Нео-орогенический этап развития.

Гипербазитовые массивы Крака, высота которых около 1000 метров ± 50, а в плане они выглядят в форме паука[1]. Эта поверхность является следом древнего пенеппена, которая в плиоцене была быстро поднята на большую высоту и была разрезана эрозией. Об этом может свидетельствовать состав песчаников, которые тогда начали формироваться.

В плиоцене началось поднятие мелового пенеппена. Об этом могут свидетельствовать породы, находящиеся сейчас на высоте более 500 метров, которые в меловое время находились на большой глубине и имели температуру около 70 градусов. Причиной этого возрождения Уральских гор является активность альпийского складчатого пояса, в результате которой произошло взламывание континентальной коры.

В отношении полезных ископаемых, нео-орогенические процессы приводили преимущественно к переформированию россыпей. Неотектонический этап оказал особое влияние на перераспределение залежей жидких и газообразных месторождений полезных ископаемых (нефть, газоконденсат, газ, вода питьевая и минеральная).

Таким образом, мы рассмотрели прохождение уральской зоной полного цикла Уилсона, этапы формирования структурных этажей Урала и их полезные ископаемые.

Литература

1. Пучков В.Н. Геология Урала и Приуралья (актуальные вопросы стратиграфии, тектоники, геодинамики и металлогении). – Уфа: ДизайнПолиграфСервис, 2010. – 280с.

ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ЛОКАЛИЗАЦИИ И ГЕНЕЗИС БИТУМОВ В ОТЛОЖЕНИЯХ НИЖНЕГО ДЕВОНА СЕВЕРНОЙ ХАКАСИИ

А.П. Гунько, И.В. Рева, Д.Ю. Чиркова¹

Научные руководители доцент М.И. Шамина, доцент И.В. Рычкова, профессор

О.В. Серебренникова*

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия;
¹Институт химии нефти Сибирского отделения Российской академии наук, г. Томск, Россия

В девонских вулканических породах Минусинских впадин (Север Хакасии) проявления твердых битумов известны с начала XX века. Они специально изучались в 30-х годах А.В. Русановым, в 50-х годах – М.А. Спешиловой, Г.Л. Рыжовой и М.Н. Соколовой, а в 90-ых годах – В.А. Баженовым, Н.А. Макаренко и С.А. Родыгиным (1992). Также твердые битумы обнаружены в базальтах на Красной Горке Г.С. Федосеевым в 1995 г.,

а 2002 г. в базальтах быскарской серии Б.Д. Васильевым обнаружено битумопроявление Сохочул [4]. Все они расположены на сопряжении герцинских тектонических структур южного борта Чебаково-Балахтинской впадины с салаиридами Кузнецкого Алатау [2].

Во время учебной геолого-съемочной практики летом 2013 г. авторами данной работы было обнаружено новое битумопроявление на южном берегу оз. Иткуль в правом борту Кошарного лога. Оно приурочено к субширотной синклинали складке. На южном крыле синклинали при выдержанном залегании под углом 25-35° обнажаются вулканогенно-осадочные отложения нижнего-среднего девона. Нижняя часть разреза представлена вулканогенно-осадочными отложениями быскарской серии (D₁bsk), выше трансгрессивно залегают карбонатно-терригенные отложения сарагашской свиты (D₂sr), которые сменяются известняками бейской свиты (D₂bs). Весь комплекс нижне-среднедевонских пород, образующих верхний структурный этаж, залегает на породах нижнего структурного этажа, представленных гранитоидами Улень-Туимского комплекса.

В процессе изучения нами была пройдена горная выработка, из которой было отобрано 20 образцов горных пород и почвы. Проведено подробное макроописание [3], изучение петрографических шлифов, был применен метод люминесцентной микроскопии и рентгено-флуоресцентный анализ. Методом хромато-масс-спектрометрии был изучен состав растворимого органического вещества битумов.

Все образцы представлены кристаллолитокластическими пепловыми кремненными туфами с миндалекаменной текстурой. Кристаллокласты представлены КПШ и плагиоклазами (соответствуют олигоклаз-андезиту № 20-30), также встречается биотит. Литокласты соответствуют трахиандезитам, что подтверждается результатами рентгено-флуоресцентного анализа. Пирокластический материал недостаточно хорошо отсортирован, что свидетельствует о близости источника вулканической активности. Пустоты заполнены битуминозным веществом и кремнистыми минералами.

Минеральный и химический состав туфов практически не изменяется вглубь и по латерали по мере удаления от зоны максимального битумонасыщения.

Под микроскопом Микмед-2 в ультрафиолетовом свете (350...500 нм) изучено битуминозное вещество, заполняющее миндалины, поры и трещины. Состав битумоидов определен как смолисто-асфальтеновый и смолистый, содержание битумоидов 0.06...0.08 %.

Методом хромато-масс-спектрометрии исследованы три образца твердого битума из миндалекаменных туфов, два из которых отобраны с глубины 30 см (ТБ-2, ТБ-3), один из приповерхностной зоны (ТБ-8), и один образец вязкого битума с поверхности (ВБ).

В образцах нафтидов идентифицированы структурные группы алканов, алкилциклогексанов, стеранов, терпанов и ароматических углеводородов (УВ).

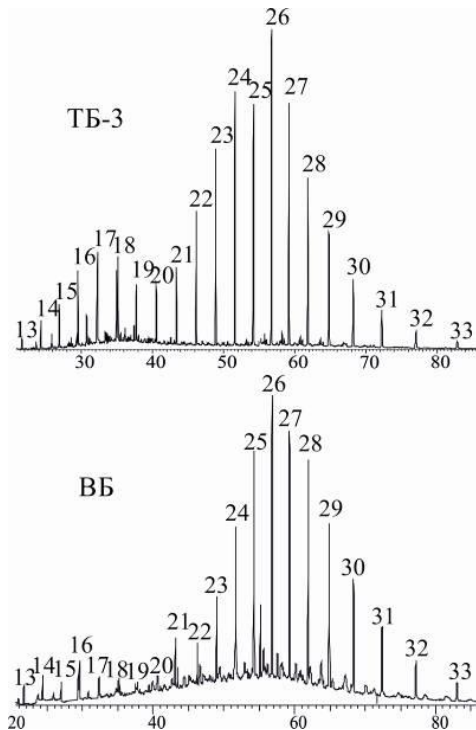


Рис. 1 Участок масс-фрагментограммы n-алканов по m/z 71: 13-33 - число атомов углерода

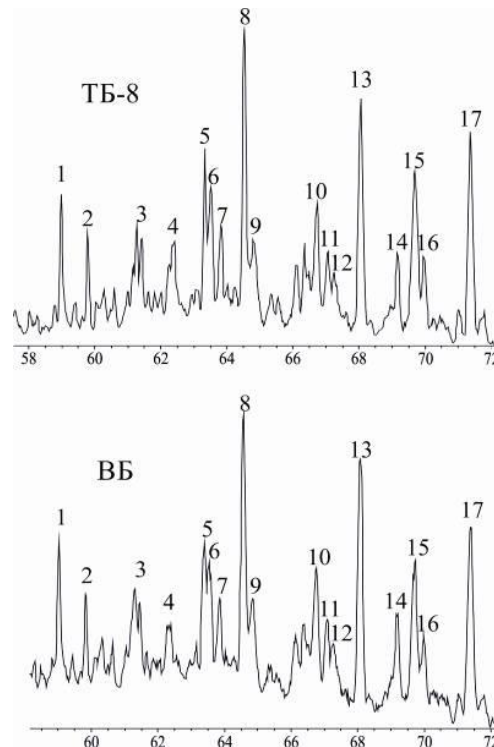


Рис. 2 Участок масс-фрагментограммы стеранов по m/z 217: 1, 2, 3, 4, 9 – $\beta\alpha$ стераны, 5, 8, 10, 13, 14, 17 - $\alpha\alpha$ стераны, 6, 7, 11, 12, 15, 16 - $\beta\beta$ стераны 13-33 - число атомов углерода

Молекулярно-массовое распределение (ММР) n-алканов ВБ и твердых битумов весьма схожи и характеризуются отчетливым максимумом, приходящемся на C₂₆ (рис. 1). Отношение Pr/Ph для всех образцов изменяется незначительно от 0,88-0,71. ММР стеранов всех образцов также практически идентичны (рис. 2), поэтому такой корреляционный параметр как отношение диахолестанов к холестанам изменяется незначительно 0,26-0,34. Вышеперечисленное, а также практически идентичное распределение терпанов и ароматических углеводородов свидетельствует об одном источнике ОБ для ВБ и твердых битумов из миндалин.

Характер ММР n-алканов, соотношение изомеров стеранов, отношение стеранов к гопанам свидетельствует о эпигенетичности органического вещества для всех исследованных образцов. Наличие гаммацера указывает на соленость бассейна седиментации (табл.).

По данным о составе терпанов, фенантронов и по значению коэффициента нечетности (CPI), органическое вещество всех образцов термически зрелое и по степени катагенеза относится к главной фазе нефтеобразования.

Таблица

Биомаркерные показатели

	∑ алканов	Pr/Ph	CPI	C27/C17	диахолестаны/ холестаны	St27	St28	St29	G/G+30hop	St/hop
ТБ-2	99	0,88	1,09	2,0					0	0
ТБ-3	98	0,74	1,03	3,8	0,34	0	36	64	0,06	0,35
ТБ-8	85	0,71	1,05	2,5	0,26	5	29	66	0,06	0,29
ВБ	36	0,75	1,02	10,8	0,27	14	27	59	0,06	0,32

В образцах ТБ-2, ТБ-3 алканы составляют около 99% от общей суммы идентифицированных УВ. В образце ВБ доля алканов ниже (36%) за счет низкомолекулярных гомологов. Это может быть обусловлено активно протекающими на поверхности процессами биодegradации. Аналогичное изменение в содержании n-алканов в битуме и миндалине в базальтах отмечалась в районе р. Сохочул [1]. Бимодальное распределение n-алканов с основным максимумом на C₂₆ и дополнительным на C₁₇, имеет схожий характер с ММР n-алканов образца битума Красной Горки [1]. Величина отношения Pr/Ph указывает на восстановительные условия в ходе накопления ОБ (табл.) и также соответствует зафиксированному в районе Красной Горки и р. Сохочул.

Таким образом, битумопроявление Иткульское приурочено к трещинной зоне контакта гранитоидов Улень-Туимского комплекса с нижнедевонскими отложениями быскарской серии. Органическое вещество эпигенетично по отношению к вмещающим туфам, термически зрелое и по степени катагенеза относится к главной фазе нефтеобразования. Возможно, что генерация углеводородов происходила в отложениях среднего девона в восстановительных условиях осадконакопления.

Литература

1. Ву Ван Хай, Серебренникова О.В. Состав насыщенных углеводородов битумов Северной Хакасии // Известия Томского политехнического университета –Томск, 2012 – Т. 321. – № 3 – С. 161-165.
2. Геология и минералогия Северной Хакасии (Путеводитель по учебному геологическому полигону вузов Сибири). / Под редакцией Б.Д. Васильева и В.П. Парначева, – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2006. – 238 с.
3. Маслов А.В. Осадочные породы: методы изучения и интерпретации полученных данных. Учебное пособие. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2005. – 289 с.
4. Серебренникова О.В., Васильев Б.Д., Туров Ю.П., Филиппова Т.Ю., Белицкая Е.А., Ананьев Ю.С., Шалдыбин М.В. Нефтепроявление «Сохочул» в Северной Хакасии // Известия Томского политехнического университета, 2002. – Т. 305. – № 3. – С. 78.

ПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКИЕ НАХОДКИ ТЕРИОФАУНЫ НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ

А.И. Гуц

Научный руководитель ассистент Т.А. Мележ

Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины, г. Гомель, Республика Беларусь

Палеонтологические находки в Беларуси довольно часты, однако на протяжении долгого времени им не придавали большого значения. Больше всего останков древних животных находят при строительстве, и в местах, где осуществляется промышленная добыча сырья. На данный момент в Беларуси нет ни одного музея, где можно было бы увидеть полномасштабные реконструированные скелеты, так как обнаруженные находки долгое время остаются на месте обнаружения и на открытом воздухе быстро разрушаются, а также не выделяется на исследование должного финансирования.

В истории исследования и изучения костных останков млекопитающих (датируемых плейстоценом) на территории Беларуси П.Ф. Калиновский выделял три этапа: I – дореволюционный, характеризуется отрывочными сведениями о находках останков крупных млекопитающих; II – с 1917 по 1945 г., характерно планомерное накопление материалов и открытие палеолитических стоянок с остатками териофауны; III – с 1945 г. по сегодняшний день, характеризуется систематическим изучением костных остатков и их местонахождений.

I этап. В начале XIX века начинается палеозоологическое изучение Беларуси, так в 1831 г. обнаружены зубы носорога в Минской губернии и кости мамонта в Мозырском уезде. В 1874 году обнаружен бивень мамонта в Могилёвской губернии. В 1886-1887 гг. при земляных работах возле вокзала Двинско-Витебской железной дороги на левом берегу Западной Двины найдены два черепа овцебыков и зуб мамонта. Кости ископаемых животных находили также в Слуцком уезде Минской губернии. В 1892 г. в известняке близ Орши найдены два фрагмента черепа мамонта, а на дне Днепра в урочище «Корчище» возле Могилёва два целых зуба мамонта. У г. Быхова на дне Днепра найдена челюсть молодого мамонта с двумя зубами. В 1895 г. на правом берегу Лучесы, возле Витебска, найден зуб мамонта, а в береговых откосах Сожа и ниже – кости мамонта, быка и других животных.

II этап. В послереволюционное время расширяются палеонтологические исследования, расширяются коллекции в музеях городов и Академии наук Беларуси. В 1926 году И.А. Сербов составил первую карту находок мамонта. В конце 20-х гг. прошлого столетия были открыты верхнепалеолитические стоянки Бердыж (1926 г.) и Юровичи (1929 г.). К этому времени в республике уже известны находки костей ископаемых млекопитающих из 87 местонахождений. Первое детальное описание останков антропогенных млекопитающих из белорусских местонахождений сделал В.И. Громов, изучавший по раскопкам фауну верхнепалеолитической стоянки Бердыж.

III этап. Во время Великой Отечественной войны были разрушены музеи, уничтожены коллекции. В послевоенные годы начались новые поиски палеофауны, и были открыты новые местонахождения. В 1953 г. в небольшом карьере возле д. Стрельцы бывшего Скидельского района Гродненской области найден череп овцебыка. В настоящее время предпринята попытка выяснить число и состав фаунистических комплексов на территории Беларуси, описано значительное количество костного материала из краеведческих музеев республики, составлена карта находок антропогенных млекопитающих. Исследователи пришли к выводу, что в Беларуси существовали млекопитающие, входившие в состав не только верхнепалеолитического, но и более древних комплексов. Делаются новые находки ископаемых остатков из известных и новых местонахождений, изучаются палеотериологические материалы музеев республики. Продолжают обнаруживаться новые для Беларуси виды плейстоценовых млекопитающих: лесной слон палеолоксодон, пещерный лев, сайгак. Также имеют место интересные находки уже известных видов.

Особенно часто встречаются останки мамонтов – одних из крупнейших доисторических млекопитающих. На территории Беларуси установлены остатки *Archidiscodon cf. meridionalis*, *Mammuthus cf. trogontherii*, *Mammuthus ex gr. chosaricus*, *Mammuthus primigenius*. Все эти виды относятся к семейству слоновых (*Elephantidae*). Эти растительноядные животные особенно широко были распространены на территории Беларуси около 15-20 тысяч лет тому назад.

Ранней находкой останков крупных плейстоценовых млекопитающих на территории Беларуси можно считать скелет мамонта, найденный при рытье котлована под костёл (строился с 1589 по 1604 г.) в г.п. Мир, сейчас Кореличский район Гродненская область. Кости мамонта, найденные на территории Беларуси, хранились в Полоцком музее. В XVIII веке коллекцией костей мамонтов располагал Музей Полоцкого иезуитского коллегиума, а в XIX столетии о находках мамонтов в окрестностях Могилёва, Быхова, Витебска, Орши, Слуцка, Гомеля и в других местах сообщали путешественники и исследователи. В это время мамонтовые бивни иногда даже продавались на крупных белорусских ярмарках как поделочный материал.

На сегодняшний день известно более 200 находок мамонтов на территории Беларуси, из них самые известные захоронения – это Юровичи и Бердыж. Так, например, в районе палеолитической стоянки Бердыж был найден обломок плечевой кости мамонта *Mammuthus primigenius Blum.* (возраст около 23,4 тыс. лет) и другие части скелета, а при раскопках позднепалеолитической стоянки Юровичи – обломок лучевой кости мамонта *Mammuthus primigenius Blum.* (возраст 26,4 тыс. лет), а также множество костных остатков. В 2006 году там была найдена целиком сохранившаяся голова мамонта с бивнями. По словам археологов, возраст этой находки составляет порядка 26,5 тыс. лет.

Важнейшие находки:

1908 год – при строительстве депо бывшей Александровской железной дороги обнаружены обломки бивней, зубы, лопатки и другие кости мамонтов; кости тура и ископаемой лошади.

1923 год – на правом берегу Свислочи в районе р. Лошицы найден череп овцебыка.

1929 год – на перекрестке улиц Слесарной и Пулихова на левом берегу Свислочи при строительстве поглощающего колодца с глубины около 6 метров извлекли кости мамонта.

1937 год – при производстве земляных работ на склоне надпойменной террасы р. Немана были собраны кости четвертичных млекопитающих (шерстистого носорога, мамонта, благородного оленя). Установлено наличие зубов мамонта переходного и позднего типов, костей шерстистого носорога, рога благородного оленя. В 0,5 км от вышеописанного местонахождения в овраге у д. Сола найдены зубы мамонта раннего и позднего типов.

конец 30-х гг. – на южной окраине г. Кричева Могилевской области в карьере, расположенном на второй надпойменной террасе правого берега р. Сожа обнаружены зубы мамонта переходного и позднего типов.

1959 год – при добыче глины в карьере кирпичного завода в г. Петрикове Гомельской области был найден полный, насколько об этом позволяют судить рассказы рабочих, скелет мамонта раннего типа.

конец 70-х годов XX века – на перекрестке улиц Харьковской и проспекта Пушкина (г. Минск) при прокладке водопровода на глубине около 1,5 метра обнаружен обломок бивня длиной 82 см, который принадлежал молодому мамонту.

1982 год – в карьере Гралево в поселке Руба под Витебском было найдено 36 фрагментов костей скелета мамонта;

2006 год – при проведении земляных работ на пересечении проспекта Независимости и улицы Руссиянова (г. Минск) с глубины примерно 8 метров была поднята кость длиной более метра и диаметром около 30 сантиметров, принадлежащая ископаемому животному. Рядом с плечевой костью слона лесного обнаружены обломки ребер, позвонки животного и его позвоночный диск. Они находились в рыжеватых отложениях, сильно насыщенных мелкими ракушками. Подобная находка является первой в Беларуси. Останки этого животного были обнаружены в межледниковых отложениях Англии, Германии, Голландии, Польши и Воронежской области России. Слон лесной относится к отряду хоботных, к которому принадлежат и мамонты. Жили слоны лесные в условиях широколиственных лесов в теплый период времени накануне последнего Валдайского оледенения, которое завершилось 18 тыс. лет тому назад. Этот период потепления, называемый Микулинским межледниковьем, имел место примерно 110-95 тыс. лет тому назад. Тогда на территории Беларуси было очень тепло, и росли широколиственные леса, в которых и водились слоны лесные;

2006 год – в карьере Стражево Дубровенского района Витебской области найдены останки древнего животного. Находка состояла из четырех частей: фрагмента кости позвоночника и трех фрагментов бивня. Один из фрагментов бивня имеет длину примерно 1,5 метра, второй около 20-30 сантиметров, третий около 12 сантиметров.

2008 год – в Минске в районе улицы удалось раскопать фрагменты скелетов 19 особей *Mammuthus primigenius* Blum. При обследовании территории выяснилось, что местонахождение находится на позднеледниковой террасе р. Свислочь. В ходе изучения выяснилось, что фрагменты костей принадлежат животным различных возрастных групп. Так из фрагментов 19 особей: 1 особь в возрасте 50 лет (старая самка-вожак), 3 особи – 30-45 лет (старые), 1 животное 30 летнего возраста (взрослое), 3 особи были в возрасте 25-30 лет (взрослые молодые животные), 6 особей – 10-20 летнего возраста (подростки), 3 особи – от 6 до 9 лет (мальши), 2 особи – 2-6 лет (мальши). Возраст костей 23,4 тыс. лет.

На территории Беларуси, практически повсеместно обнаруживаются остатки палеотериофауны. Встречены остатки раннего и позднего типов мамонта, а также, переходный тип, занимавший промежуточное положение между первыми двумя типами по времени существования и морфологическим особенностям последних коренных зубов.

Останки раннего типа мамонта в коренном залегании обнаружены в озерно-ледниковых отложениях, залегающих под мореной в цоколе второй надпойменной террасы р. Припяти в г. Петрикове. Останки мамонта переходного типа связаны, видимо, с наиболее древними горизонтами речной террасы Немана (урочище «Румловка»), первой надпойменной террасы Днепра (Пашино, Копысь), Сожа (Кричев), близкими к ним по возрасту отложениями Бердыжской верхнепалеолитической стоянки. Останки мамонта позднего типа известны из аллювия первых надпойменных террас Немана (Румловка. Солы), Днепра (Копысь). Сожа (Кричев, Старое Село) и с площади позднеледниковой Юровичской верхнепалеолитической стоянки.

Таким образом, останки плейстоценовых животных находили на территории Беларуси давно. О млекопитающих прошлого мы знаем по окаменелостям – костным останкам животных, которые сохранились в верхних слоях земли. Объектами палеонтологических исследований являются кости, зубы мамонтов и хорошо сохранившиеся трупы, которые весьма часто встречаются в отложениях ледниковой эпохи. Такие находки обнаружены на территории Беларуси почти в 200 пунктах.

ИЗУЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ САМОВОССТАНОВЛЕНИЯ ЗАПАСОВ НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Данг Нян Тхонг

Научные руководители доцент О.И. Налесник, аспирант Нгуен Мань Хиеу

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Без сомнения можно сказать, что в настоящее время нефть является ключевым фактором человеческой цивилизации. Нефть – источник богатства и процветания, нефть – причина происхождения войны и катастроф. Перед конъюнктурой возможного истощения запасов нефтяных месторождений во всем мире через всего десятки лет, задача восстановления нефти стала чрезвычайно актуальна.

Угроза истощения нефти связана с концепцией органического происхождения нефти. Согласно этой концепции, нефть и уголь образовались в течение миллионов лет, их запасы лишь ограничены, и если человек использует эти ресурсы с нынешней скоростью, то они иссякнут за несколько лет. Истоки классических представлений о происхождении нефти возникли в XVIII – начале XIX века. Суть самой распространенной органической модели образования нефти сформулировал ещё М.В. Ломоносов, писавший в 1763 году о рождении оной бурой материи из остатков растений под действием тепла Земли. Подтверждением классической теории образования нефти служит опыт немецких ученых Г.Гефера и К.Энглера поставленный ими в 1888 году. Они осуществили перегонку рыбьего жира при температуре 400 С и давлении около 1 МПа. При этом им удалось получить предельные углеводороды, парафин, смазочные масла, с высоким содержанием алкенов, нафтенов и аренов. Позже академик Н.Д. Зелинский проводил похожий опыт, но исходным материалом был выбран органический ил образованный из водорослей. Ему удалось получить бензин, керосин, тяжелые масла, а также метан [1].

О фактах продолжающегося образования нефти и газа свидетельствуют длительные сроки эксплуатации месторождений, достигающие ста и более лет, и суммарные объемы накопленной добычи, многократно превышающие первоначально планируемые. При эксплуатации нефтяных месторождений возникают

необъяснимые противоречия. Уровень добычи на месторождениях на поздних ее этапах сначала снижается до 10-20% от максимального уровня добычи, а затем стабилизируется. В некоторых нефтедобывающих сверхглубоких скважинах пластовое давление не меняется по обычному закону. Например, на месторождении «Белый тигр» во Вьетнаме, давление в нефтяных и газовых скважинах много лет не падает. Это означает, что запасы месторождения могут возобновляться. Или, например, Шебелинское месторождение эксплуатируется уже более 50 лет, при этом его ресурсы не иссякают. Начальные запасы газа месторождения неоднократно уточнялись в сторону увеличения. В настоящее время они в 2 раза выше, чем первоначально утвержденные. В Татарстане также установлено явное несоответствие нефтяных ресурсов и объемов добычи нефти. Сейчас уже извлечено более 3 млрд. т. нефти, в то время как оценка их нефтематеринского материала для всей осадочной толщи составляет всего 709 млн. т. [2]. Эксперты в Татарстане, специалисты-геологи заявили, что запасы нефти, на самом деле, постоянно самовозобновляются, поэтому их хватит на неопределенно долгий срок.



Рис. 1 Динамика давления на Алексеевском месторождении

Нередко наблюдается особенное явление, так называемое «ожившая скважина». На Алексеевском месторождении начальное пластовое давление на месторождении (до разработки) составляло 48,43...49,95 МПа, когда началось бурение, плановые проверки давления в забое дали странные результаты: давление падало гораздо медленнее, чем обычно. В 2008 году, когда запасы на месторождении были уже в достаточной мере выработаны и среднее пластовое давление снизилось до 19 МПа, нефтяники приступили к очистке забоя скважины (рис. 1). При этом давление неожиданно резко возросло до 58 МПа и начался приток газоконденсата.

Еще один пример - месторождение Кудиновокское (Волгоградская область). В августе 2009 г. факел на скважине №320 полыхал около недели. Скважина была уже давно выработана, практически списана с баланса. Пожар возник при попытке осуществить в районе скважины сварочные работы. Предположительно вниз, в ствол скважины находились скопления конденсата, и после того, как скважину потревожили, газ пошел вверх.

Теория органического происхождения нефти не может успешно объяснить образование нефти и газа на больших глубинах земной коры, в породах фундамента, куда организмы не имеют возможность добраться. Глубина месторождения «Белый тигр» во Вьетнаме – 4500м (рис. 2).

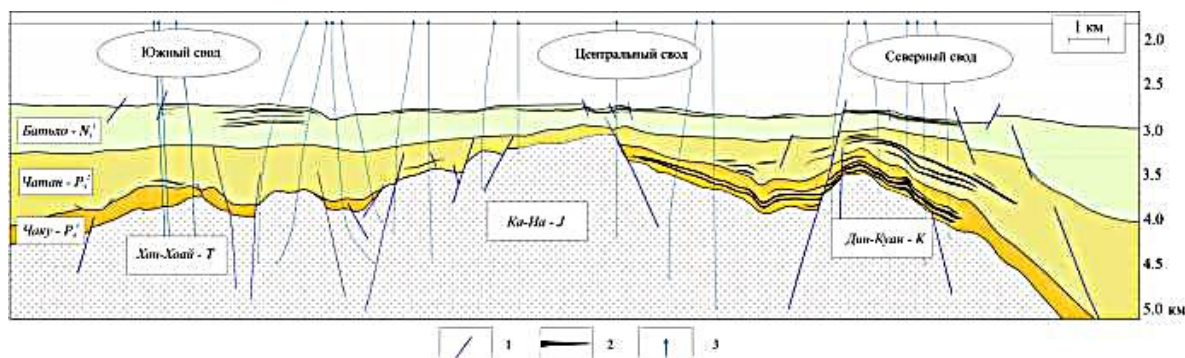


Рис. 2 Схематический геологический разрез месторождения «Белый Тигр»

В 1866 году французский химик М.Бертло предположил, что нефть образовалась (и образуется) в недрах Земли из минеральных веществ. В подтверждение своей теории он провел несколько экспериментов, и ему удалось искусственно синтезировать углеводороды из неорганических веществ.

Десять лет спустя, 15 октября 1876 Д.И.Менделеев изложил свою гипотезу образования нефти. Великий химик считал, что во время процессов горообразования по трещинам-разломам, рассекающим земную кору, вглубь поступает вода. Просачиваясь в недра, она, в конце концов, встречается с карбидами железа и под воздействием высоких температур и давления вступает в химическую реакцию. В результате этой реакции образуются оксиды железа и углеводороды. Образующиеся вещества по разломам коры поднимаются в верхние ее слои и насыщают пористые породы. В результате образуются газовые и нефтяные месторождения. Менделеев ссылается при этом на опыты по получению водорода и ненасыщенных углеводородов путем воздействия серной кислоты на чугуны, содержащий достаточное количество углерода [3].

Изучение спектров небесных тел показало, что в атмосфере Юпитера и некоторых других планет, как и в газовых оболочках комет присутствуют углеводороды. Группой ученых из Института проблем нефти и газа РАН (ИПНГ РАН) под руководством доктора геолого-минералогических наук Азария Баренбаума была разработана еще одна теория происхождения нефти и газа. Согласно их концепции, залежи углеводородов могут возникать не за миллионы лет, а за десятилетия. При этом одновременно подвергается сомнению теория парникового эффекта, поскольку основным тезисом утверждается, что уровень двуокиси углерода в атмосфере может саморегулироваться, а значит, неуправляемого накопления углекислоты в атмосфере не происходит.

Теория российских ученых предполагает, что нефтегазообразование – это процесс не столько геологический, сколько климатический. Он связан с круговоротом воды и углерода на Земле. Поступающий с дождевыми водами углерод, захваченный из атмосферы в форме гидрокарбоната, в условиях земной коры восстанавливается до углеводородов, из которых уже в геологических структурах-ловушках формируются нефтегазовые скопления. По оценкам российских ученых до 90% нефтегазовых скоплений на глубинах от 1 до 10 километров появляются благодаря описанной им теории, и только 10% запасов формируются из органических остатков, как это предполагалось классической теорией [4].

И еще один важный вывод российских ученых-геологов заключается в том, что благодаря активному участию в образовании нефти и газа климата, пополнение залежей ископаемых углеводородов происходит не за многие сотни тысяч и миллионы лет, а всего лишь за несколько десятилетий. Второй вывод заключается в том, что умеренное извлечение нефти и газа из залежей не должно влиять на потенциальную нефтегазоносность региона. Но это верно при условии, что углеводороды будут потребляться тепловыми электростанциями с одновременной компенсацией их добычи.

Литература

1. Губкин И.М. Учение о нефти. – М.: Наука, 1975. – 384 с.
2. Захария Ситчин. Назад в будущее. – М.: 2007. – 416 с.
3. Соколов Б.А. Флюидодинамическая модель нефтегазообразования. – М.: Геос, 1999. – 76 с.
4. Тиссо Б., Вельте Д. Образование и распространение нефти. – М.: Мир, 1981. – 504 с.

РОД *ALTAIOPHYLLUM IVANIA*: ЕГО СТРАТИГРАФИЧЕСКОЕ И ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ РАСПРОСТРАНЕНИЕ НА ТЕРРИТОРИИ АЛТАЕ-САЯНСКОЙ СКЛАДЧАТОЙ ОБЛАСТИ В СРЕДНЕДЕВОНСКУЮ ЭПОХУ

В.В. Дребот, Е.А. Ворожейкина

Научный руководитель доцент Н.В. Гумерова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г.Томск, Россия

Ругозы – рифообразующие кораллы, которые были чрезвычайно широко распространены в морях палеозоя и поэтому имеют большое значение для стратиграфии этого времени. Авторы данной работы изучили один из наиболее распространенных родов ругоз на территории западной части Алтае-Саянской области.

Род *Altaioephyllum Ivania* был выделен в 1955 году Валентиной Антоновной Иванией в верхнеживетских отложениях Горного Алтая. В 1960 г. Спасским был выделен род *Zmeinogorskia*, который позднее был включен в синонимику рода *Altaioephyllum*. В ходе полевых исследований, проведенных Н.В. Гумеровой, было отобрано свыше 30 экземпляров этого рода из различных разрезов Горного Алтая (в том числе из стратотипа чарышских слоев по реке Чарыш). Эйфельский возраст чарышских слоев не вызывает сомнения. Формы из стратотипа были сопоставлены с верхнеживетскими (разрезы по реке Коргон и реке Пыжи, Коргонский и Восточно-Уйменский прогибы), а также с экземплярами из стрижковских слоев Рудного Алтая, где была описана *Zmeinogorskia*. Всего была изучена фауна из 5 разрезов девонских отложений Горного и Рудного Алтая. Принадлежность всех изученных окаменелостей к одному роду *AltaioephyllumIvania* представляется нам бесспорной. Полученные данные показывают, что стратиграфический интервал этого рода простирается от нижнего эйфеля до верхнего живета. В общей сложности он охватывает территорию Монгольского Алтая, Рудного Алтая и юго-западной части Горного Алтая. В позднеживетское время этот вид распространился на остальную территорию Алтае-Саянской области, достигнув своего расцвета.

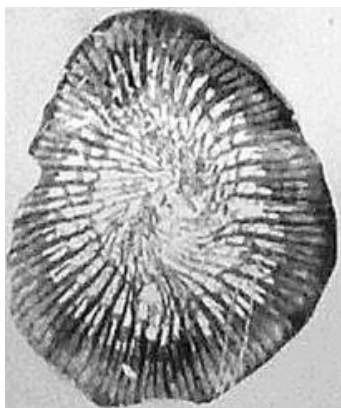


Рис. 1 Септальный аппарат.
Поперечное сечение (X2)

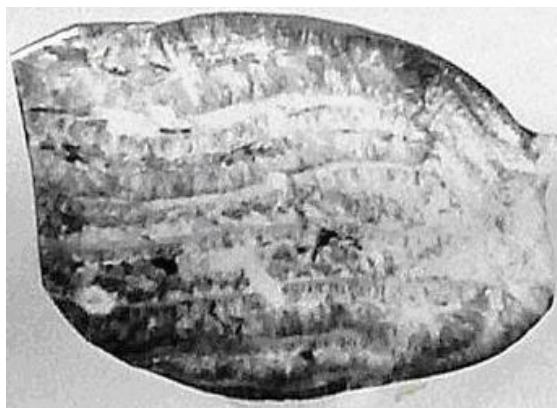


Рис. 2 Днища.
Продольное сечение (X2)

Методика лабораторных исследований ругоз подробно рассматривались многими авторами (Сошкина, 1949, 1952; Ивановский, 1963, 1965; Улитина, 1968; Латыпов, 1977; Hill, 1981 и др.) В своей работе мы придерживались их рекомендаций. Сначала изучались внешняя форма коралла, если последний не был скрыт вмещающей породой. Внутреннее строение изучалось в прозрачных шлифах под бинокляром (увеличение от 2 до 15 раз). Изучение горизонтальных элементов скелета (днищ и диссепиментов) проводилось в продольных сечениях (рис. 1.), а для исследования развития септального аппарата изготавливались серии поперечных срезов (3-5) из одного экземпляра (рис. 2). При описании шлифов делались рабочие снимки, что значительно облегчало сравнение экземпляров и изучение изменчивости. Применение вышеуказанных методов помогло нам в решении ряда поставленных задач и выявило новые проблемы, решением которых мы планируем заняться в будущем.

Описание рода *Altaiophyllum Ivania*.

Диагноз: коралл одиночный, цилиндрико-конической формы, диаметр от 20 до 45 мм, количество септ (38-56)х2. Септы сильно утолщенные в главных квадрантах, центральные концы более тонкие. Образуют фосулу на выпуклой стороне коралла, главная септа укорочена и наиболее утолщена. По середине каждой септы проходит срединная ось, иногда по ней септы разорваны. Септы I порядка длинные (2/3-3/4 радиуса), но до центра не доходят, образуют дуги над септами II порядка. Наиболее длинные септы в главных квадрантах. Септы II порядка по длине составляют 1/4-1/5 длины септ I порядка. Днища полные, вогнутые посередине, выпуклые по краям. Количество днищ на 5 мм 2-3. Пузырчатой ткани не наблюдалось.

Онтогенез. На юных стадиях наблюдаются более тонкие и редкие септы, отсутствие явно выраженной фосулы, меньшее количество септ.

Материал: 32 прозрачных шлифа в поперечном и продольном сечении.

Распространение: эйфельский и позднеюретский век Монгольского, Горного и Рудного Алтая.

Литература

1. Гумерова Н.В. Новые данные о хроностратиграфическом интервале кораллов рода *Altaiophyllum* // Актуальные вопросы геологии Сибири. – Томск: Изд-во ТГУ, 1988. – Т.1. – С. 94
2. Гумерова Н.В. Ревизия родов *Altaiophyllum Ivania* и *Zmeinogorskia Spassky* // Тезисы VII Всесоюзного симпозиума по ископаемым кораллам и рифам. – Свердловск, 1991. – С. 64
3. Иванова В.А. Девонские кораллы *Rugosa* Саяно-Алтайской области. – Томск: Изд-во ТГУ, 1965. – 399 с.
4. Спасский Н.Я. Девонские ругозы СССР. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1977. – 345 с.

НОВОЕ МЕСТОНАХОЖДЕНИЕ ЧЕТВЕРТИЧНЫХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ В ПАВЛОДАРСКОМ ПРИИРТЫШЬЕ

С.А. Дубецкая

Научный руководитель доцент А.В. Шпанский

Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия

Остатки ископаемых млекопитающих позднего кайнозоя на территории Павлодарской области встречаются очень часто, но неравномерно. Чаще всего их можно встретить на песчаных отмелях или в обнажениях речных террас. Возрастной интервал известных местонахождений охватывает время от позднего миоцена до голоцена. Наиболее многочисленными являются местонахождения млекопитающих среднего-позднего неоплейстоцена. Наиболее крупными местонахождениями среднего неоплейстоцена являются Пятирыжское, Григорьевка и Моисеевка.



Рис. 1 Географическое положение местонахождения у п. Кожамжар (Павлодарская область)

Новое местонахождение остатков крупных млекопитающих находится на левом берегу р. Иртыш в 120 км северо-западнее г. Павлодар, непосредственно ниже по течению от п. Кожамжар Актогайского района (рис. 1). Местные жители отмечают ежегодные находки костных остатков, большая часть которых утеряна. Ранее это обнажение было описано Р.А. Зиновой [1] под названием «Рассвет» (по названию, существовавшего здесь совхоза).

Остатки млекопитающих поступили в Музей природы Павлодарского государственного педагогического института осенью 2010 г. Сборы были сделаны жителем п. Кожамжар К.С. Хайруллиным в 1988-1989 гг. Остатки залегали на глубине 7 метров от верхнего края террасы, на границе крупнозернистых железистых песков с линзами мелко-среднезернистых песков слоя 7 и перекрывающих их горизонтально-косослоистых песков слоя 6 (рис. 2). Ниже приведено составленное описание разреза у п. Кожамжар, сверху вниз обнажаются (в метрах):

1. Почвенно-растительный слой, гумусированный, плотный, темно-коричневого цвета – 0.4
2. Лёссовидный суглинок, светло-коричневый, плотный, не слоистый, пористый, с вертикальной отдельностью (хорошо держит стенку), слабо карбонатизирован, местами с тонкими прослойками мелкозернистого песка. Нижняя граница резкая, ровная – 0.8
3. В верхней части серо-коричневые суглинки, карбонатизированные, в средней части более темные переходящие в супеси. Нижняя часть представлена песками горизонтально слоистыми с чередованием зернистости от тонкозернистой к мелкозернистой и цветовыми изменениями от светло-коричневых к рыжеватокоричневым. Нижняя граница четкая, неровная – 1.0–1.5
4. Серые мелкозернистые пески с горизонтальной и косой слоистостью, невыдержанные по простиранию, выклинивающиеся и имеющие раздувы – 0.1–0.6
5. Пески светло-коричневые с тонкой слабо наклонной слоистостью, преимущественно мелкозернистые – 1.0-1.5
6. Горизонтальные и косослоистые пески, мелкозернистые с переслаиванием со среднезернистыми песками и изменением цветовой окраски от серого к рыжему цвету. Нижняя граница резкая ровная – 2.8
7. Крупнозернистые пески, с мелкой галькой, насыщенные окислами железа и окрашенные в ржаво-бурый цвет. Нижняя граница резкая, с размывом залегают на подстилающих глинах – 0.1
8. Сизые тонкослоистые глины, плотные, местами переслаивающиеся с алевритами – 4.8
9. Пески рыжие среднезернистые – 0.1
10. Массивные, плотные, голубые глины, с четкой горизонтальной ленточной слоистостью. На плоскостях напластования отмечаются тонкие прослойки светло-серого песка, а также развитие тонких уплотнений из гидроокислов железа. Уходят под урез воды – видимая – 4.7.

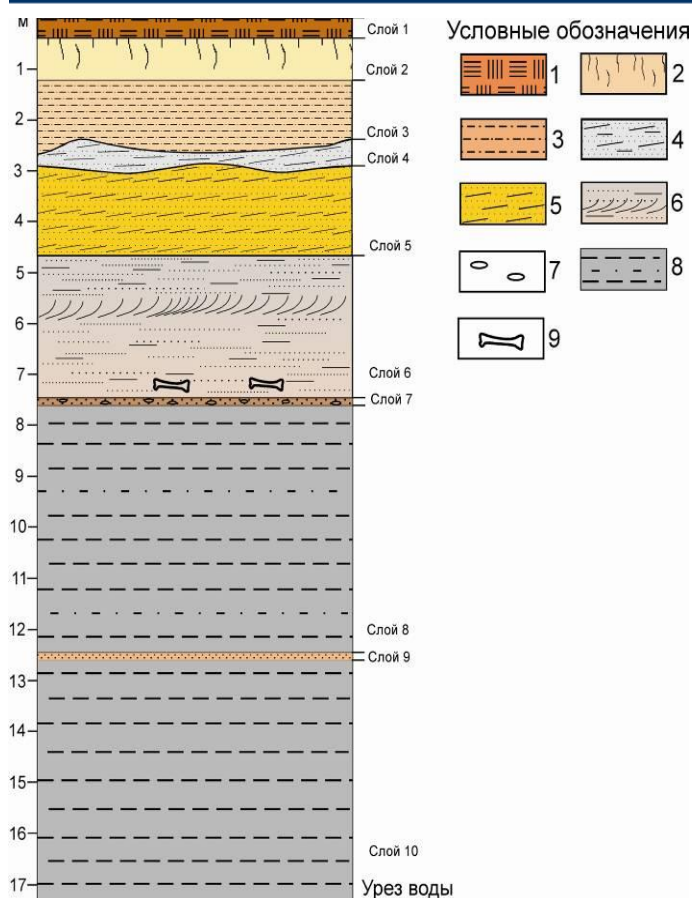


Рис. 2 Схема разреза четвертичных отложений р. Иртыш у п. Кожамжар (Павлодарская область): 1 – почвенно-растительный слой; 2 – лёссовидный суглинок; 3 – суглинок и супесь; 4 – пески с горизонтальной и косой слоистостью; 5 – косослоистые пески; 6 – разнозернистые, переслаивающиеся пески; 7 – галька; 8 – сизые глины с включениями алевроитов; 9 – остатки млекопитающих

Общая высота террасы от уреза воды составляет от 16.5 до 17.3 м. Описанное обнажение имеет четко выраженное двухуровневое строение – нижнюю часть составляют слои 8-10, представленные озерными слоистыми глинистыми осадками, преимущественно сизой и голубовато-серой окраски. Два массива глин разделены очень тонкой песчаной прослойкой, что не мешает относить их к единому циклу седиментации. По данным Р.А. Зиновой [1] цоколь террасы, составляют отложения краснокутской (=качирская) свиты самого конца верхнего плиоцена (по стратиграфическим схемам до 2008 года). Они с размывом перекрыты аллювиальными отложениями среднего-верхнего неоплейстоцена (слои 2-7). Возраст костеносных слоёв (слои 6 и 7) соотносится нами с отложениями тобольского горизонта. Из слоя 6 получены раковины моллюсков *Corbicula fluminalis* (Müll.). Семенная флора, полученная Р.А. Зиновой из диагональных песков, представлена *Azolla interglacialica* Nikit., *Potamogeton vaginatus* Turcz., *P. filiformis* Pers., *Carex* sp., *Chenopodium album* L., *C. rubrum* L., *Heleocharis palustris* (L.), *Limnanthemum humphoides* (L.) соответствует тобольскому межледниковью. В спорово-пыльцевом спектре преобладают древесные растения (*Pinus* более 70%, *Betula* около 20%), травянистые представлены маревыми, полынью, в меньшей степени сложноцветными. Из основания слоя 6 получены остатки крупных млекопитающих: нижняя челюсть трогонтериевого слона *Mammuthus trogontherii* Pohlig с двумя зубами последней смены М3; фрагмент черепа эламотерия *Elasmotherium sibiricum* Fischer; два верхних зуба мамонта М2 и М3 мамонта *Mammuthus primigenius* Blumenbach; фрагмент рогового стержня бизона *Bison* sp.

Палеонтологические остатки из слоя 6 хорошо сопоставляются с материалами из других местонахождений тобольского возраста. Видовой состав млекопитающих является типичным для Прииртышского фаунистического комплекса, установленного в Павлодарском Прииртышье [2, 3].

Литература

1. Зинова Р.А. Плиоцен севера Центрального Казахстана: Материалы для корреляции разрезов Белоруссии и Казахстана. – Минск: Наука и техника, 1982. – 149 с.
2. Шпанский А.В. Стратиграфическое положение Прииртышского фаунистического комплекса // Фундаментальные проблемы четвертичного периода: итоги изучения и основные направления дальнейших исследований. Материалы VI Всероссийского совещания по изучению четвертичного периода. 19-23 октября 2009 г. – Новосибирск, 2009. – С. 640–643.
3. Шпанский А.В., Пересветов Г.Ю., Алиясова В.Н., Титов С.В. Новые находки остатков четвертичных млекопитающих в Павлодарском Прииртышье // Бюлл. Комис. по изучению четвертичного периода. – М.: ГЕОС, 2007 – Вып. 67. – С. 97–99.

**НОВЫЕ НАХОДКИ РАННЕДЕВОНСКИХ РАСТЕНИЙ ЮЖНО-МИНУСИНСКОЙ ВПАДИНЫ
(ЛОГ ТУСТУЖУЛ, ХАКАСИЯ)**

А.Д. Зарипова

Научный руководитель доцент А.В. Шпанский

Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия

За период полевых работ в 2012-13 гг., организованных НИЛ Геокарт ТГУ, автором и начальником лаборатории А.Д. Котельниковым были изучены разрезы в районе Тустужульской синклинали (Южно-Минусинская впадина, Хакасия). Была собрана коллекция растительных остатков из точек под номерами 43117, 43119, 13259 для уточнения возраста свит на основе палеонтологических данных. В изучении штуфов и расчленении разрезов синклинали применялись данные А.Р. Ананьева и В.А. Антоновой. Также была рассмотрена коллекция ископаемых растений, описанная А.Р. Ананьевым, хранящаяся в палеонтологическом музее ТГУ за номером № 40.

Проблема стратиграфического положения флороносных слоев лога Тустужул неоднократно освещалась в ранних работах исследователей. В.С. Мелешенко помещал рассматриваемые слои с растениями в илemorовскую свиту живетского возраста, хотя никаких доказательств для такой интерпретации не приводил. А.И. Анатольева осадочно-эффузивную толщу лога Тустужул считала нижнедевонской. А.Н. Криштофович определял в синклинали в основном раннедевонские формы: *Psilophyton princeps* Dawson, *Margophyton goldschmidtii* Halle, *Taenioocrada decheniana* Goerr, *Drepanophycus spinaeformis* Goerpert, но В.С. Мелешенко поместил этот список форм в илemorовскую свиту, несмотря на то, что все эти виды происходят из отложений лога Тустужул. В настоящее время доказано, что в строении Тустужульской синклинали участвуют тастрезенская и согархайнская свиты, также ведутся споры о выделении уйбатской свиты [2].

Автором были изучены 13 штуфов с растительными остатками из трех точек синклинали (Рисунок) и были описаны наиболее сохранившиеся из них.

В штуфах № 13259-1 и № 43119-8 серо-зеленого песчаника сохранились отпечатки растения шириной 3 и 5 мм, длиной 3 и 3,5 см (с дихотомически разветвленной верхней частью побега). Отпечатки стеблей плоские с неровно очерченными краями. На поверхности сохранились рубцы поперечно-вытянутой формы от листовых подушек-оснований филлоидов. Автором образец определен как *Drepanophycus spinaeformis* Goerpert. От всех прочих видов *Drepanophycus* отличаются стебли, покрытые филлоидами, которые расположены по нечетко выраженным спиралям. Данный вид пользуется распространением в согархайнской свите.

В штуфах под № 13259-2 и № 13259-3 серо-зеленого песчаника обнаружены отпечатки с длиной главных осей до 2,3 см, шириной 2 мм. Образцы очень идентичны друг с другом. Главная ось слегка изгибается в местах ветвления. У главных осей имеется по одному ответвлению под острым углом. По краям осей видны желобки. Шипы не сохранились, органы спороношения не найдены. Автором образец определен как *Margophyton goldschmidtii* (Halle) Zakharova. Данный вид пользуется распространением в тастрезенской свите.

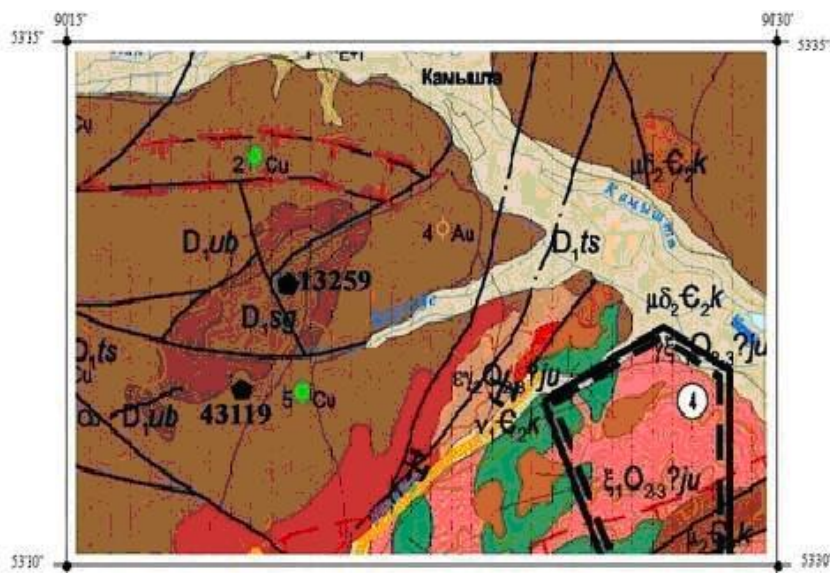


Рис. Фрагмент геологической карты N-46-XIX (Уйбат). Звездочками обозначены места отбора штуфов с отпечатками флоры

Раннедевонский комплекс ископаемых растений пользуется очень широким распространением на изучаемой территории. Несмотря на резкие различия в фациальных условиях залегания от континентальных до морских фаций, сохраняется не только один и тот же тип флоры по уровню своего развития, но в большинстве случаев одни и те же виды. Самым распространенным и характерным видом является *Margophyton goldschmidtii*. Преобладающими в этом комплексе являются примитивно устроенные сосудистые растения псилофитового облика (*Psilophyton*, *Taenioocrada* и др.) и, следовательно, по ним наша раннедевонская флора может быть

уверенно названа в целом псилофитовой флорой. Подчиненное значение имеют другие группы сосудистых растений: из микрофилловых *Drepanophycus* и др. Нахождение флоры в чередующихся фациях континентальных и лагунных отложениях, а также непосредственно в прибрежно-морских сероцветных отложениях свидетельствует о существовании в раннем девоне разнообразных для нее условий жизни. Климат постоянно менялся от засушливого к влажному, и создавал благоприятные условия для адаптации и дальнейшего завоевания растениями суши [4].

Ранее А.Р. Ананьевым (1959) из отложений уйбатской свиты был установлен *Drepanophycus spinaeformis*, в отложениях матаракской свиты (нижний девон) установлен *Psilophyton goldschmidtii*. Позднее В.А. Антонова (2008) переопределила *P. goldschmidtii* как *Margophyton goldschmidtii*. Эти материалы хорошо сопоставимы с полученными нами и подтверждают раннедевонский возраст согархайнской и тастрезенской свит. Таким образом, изученные автором растительные остатки из лога Тустужул (Южно-Минусинская впадина) можно отнести к единой флористической ассоциации.

По результатам флористического анализа автором подтвержден состав флористического комплекса, это доказывает, что в строении Тустужульской синклинали участвуют тастрезенская и согархайнская свиты. Остатки флоры, характерные для уйбатских сероцветных песчаников не определены, отчасти из-за плохой сохранности образцов, в настоящее время ее выделение возможно только по литологическим данным.

Литература

1. Ананьев А.Р. и Краснов В.И. К стратиграфии девона Тустужульской синклинали в Южно-Минусинской впадине // Доклады АН СССР. Том 145, №4. – М.: Изд-во АН СССР, 1962. – С. 867–870.
2. Ананьев А.Р. Важнейшие местонахождения девонских флор в Саяно-Алтайской горной области. – Томск: Изд-во Томского университета, 1959. – 98 с.
3. Антонова В.А. Фитостратиграфия девона юго-востока Горного Алтая: Автореферат дис. на соискание ученой степени канд. геол.-минер. наук. – Томск, 2008г. – 24 с.
4. Лучицкий И.В. Вулканизм и тектоника девонских впадин Минусинского межгорного прогиба. – М.: Изд-во АН СССР, 1960. – 267 с.

ЖЕЛЕЗОМАНГАНЦЕВЫЕ КОНКРЕЦИИ ТИХОГО ОКЕАНА

М.С. Зарубов

Научный руководитель доцент И.В. Рычкова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Железомарганцевые конкреции, которые покрывают значительную площадь дна Мирового океана, являются очень перспективным источником рудных полезных ископаемых. Они образуют огромные запасы железа, марганца, кобальта, никеля, титана, не считая многочисленных примесей других полезных металлов. Железомарганцевые конкреции максимально сосредоточены в нескольких рудных полях, в пределах которых они распределяются неравномерно, хотя на некоторых участках конкреции покрывают свыше 50% площади дна. Однако, на данный момент очень мало известно об их происхождении [1, 2].

Целью настоящей работы является изучение генезиса и химического состава железомарганцевых конкреций. Материалом для научной работы послужили конкреции, полученные во время научно-исследовательской экспедиции, проводимой в 1984 году на судне «Академик А. Несмеянов». Образцы были взяты со дна Тихого океана из разреза с координатами 37°14' СШ 165°17' ВД и переданы на кафедру общей геологии ТПУ Передериным В.М.

Методика проведенных исследований: спектрофотометрия с помощью прибора ИК-Фурье IR Prestige-2, рентгено-флуоресцентный микроскоп XGT-7200.

Описание образцов

Станция № 4-6 гл 3150 м.

Конкреции маленькие 3-4 см в поперечнике округлые, очень плотные, неконцентрические (рис. 1). Ядро однородное, плотное, предположительно имеет силикатную основу. По периферии распространена железомарганцевая корка толщиной 2-5 мм.

Станция № 4-5 гл 4600-4800 м.

Образцы различной формы, почковидные, часто образуют сростки с единой сердцевинной (рис. 1). Сердцевина рыхлая, непрочная, однородная, неплотная, присутствуют кристаллы с высоким содержанием Si, Al, Ti (рис. 1). Мелкозернистая структура (возможно, иллит). Толщина марганцевой корки составляет 1-2 мм.

Станция № 4-4 гл 3400-3600 м.

Конкреции гроздевидные, небольшие. Внутренние части конкреций более плотные, чем в образцах станции 4-5, но все равно достаточно рыхлые (рис. 1). Реакция на соляную кислоту: резкий запах, с редкими пузырьками. Скорее всего, присутствует сидерит.

Станция № 4-3 гл 3600 м.

Конкреции почковидные, хрупкие, строение неконцентрическое. Стоит отметить, что образцы с этой станции отличаются более темной и толстой коркой с выраженной слоистостью, что говорит о периодичности накопления слоя ферро-марганца. Сама корка толщиной 1-2 мм, но имеет более тонкие концентрические полосы. Ядро плохо выражено, имеет слоистую, концентрическую структуру (рис. 1).

С этой же глубины имеется конкреция, которая отличается большим размером в поперечнике до 10 см. Она имеет пористое строение, хрупкая. Ядро образует прочную сетку железо-марганца, ячейки которой заполнены мелким илом и кристалликами алюмосиликатов. Толщина корки 1-2 мм, слой неоднородный, образовывался постепенно (рис. 1).

Рентгено-флуоресцентный анализ, проведенный для образцов 4-6, 4-5, 4-3 и 4-4, показал, что в образцах отсутствует карбонатная составляющая, а сердцевина представлена минералом иллитом, с примесями железа (рис. 2, 3).

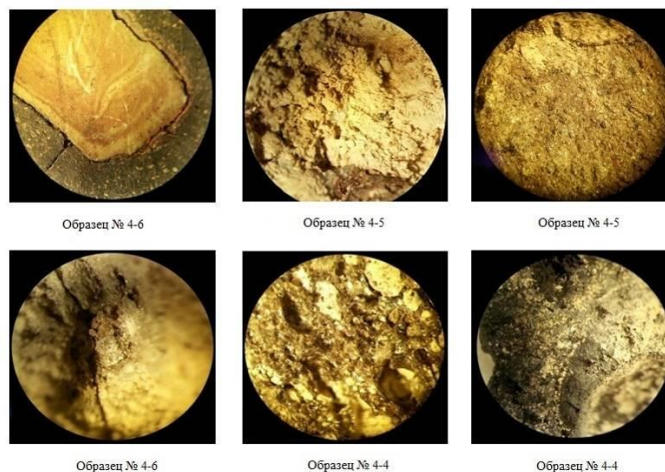


Рис. 1 Изображения конкреций (увел. x8)

В результате выяснено, что сердцевина конкреций на 60 % состоит из гидроалюмосиликатов с содержанием железа 17%, а в некоторых местах образовались белые кристаллы, в которых содержание Si достигает 80%. Также присутствуют значительные примеси Mg, Ti, Ca, K и Na. Карбонатная составляющая отсутствует. Корка конкреций на 33% состоит из Mn, на 25% из Fe, в корке также присутствуют алюмосиликаты, но в меньшем соотношении до 20%. Отсутствует Ti, но появляются примеси Ni, Mg, Cu, Cl, P, As.

Эти данные позволяют выдвинуть гипотезу о том, что конкреции образовались за счет осаждения железомарганцевых гидроксидов вокруг гидроалюмосиликатных оснований, изначально насыщенных железом. После чего происходило последующее неполное замещение силикатной сердцевины на железомарганцевую, которая и образует внутри конкреции подобие решетки. Также наблюдается прямая зависимость между глубиной залегания конкреций и степени замещенности сердцевины железомарганцевой частью.

В элементном составе конкреций присутствуют S, As, Cl, что позволяет предположить, что наши конкреции образовались в кислой среде, а как известно Fe и Mn в кислой среде и высокой концентрации кислорода выпадают в осадок в виде гидроксидов высших валентностей. Высокая глубина залегания и расположение района по близости с Северо-Тихоокеанским течением обеспечило высокую концентрацию кислорода в зоне образования конкреций.

Исследования показали, что данные конкреции содержат много полезных элементов, но для промышленной добычи годятся лишь такие элементы как Fe и Mn, содержание которых колеблется в пределах от 40 до 50%. Хотя возможно попутное извлечение Ti и Mg, но, однако, из труднодоступности добыча этих ресурсов на данный момент невозможна.

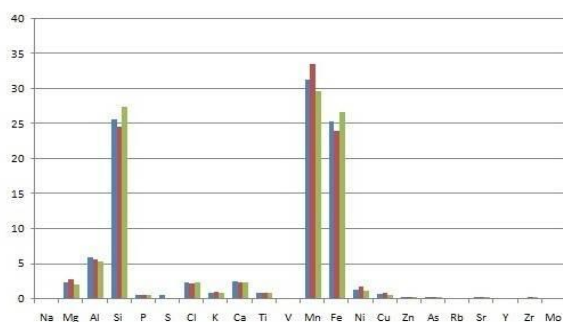


Рис. 2 Элементный состав корки конкреции

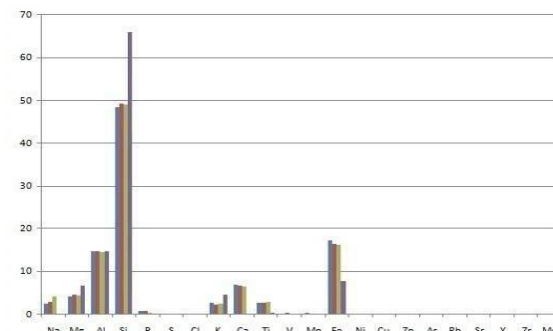


Рис. 2 Элементный состав сердцевины конкреции

Литература

1. Базилевская Е.С., Пушаровский Ю.М. // Российский журнал наук о Земле, 1999. – т.1, №3. – С. 205–219.
2. Батурин Г.Н. Рудный потенциал океана // Природа, 2002. – №5. – С. 20–30.

КОМПЬЮТЕРНАЯ ТОМОГРАФИЯ В МИКРОПАЛЕОНТОЛОГИИ

Р.Р. Камалова

Научный руководитель доцент Г.М. Сунгатуллина

Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань, Россия

Современная палеонтология широко использует последние достижения науки и техники, к которым относится и метод рентгеновской компьютерной томографии (РКТ). Он позволяет исследовать микропалеонтологические объекты непосредственно в породе и изучать их внутреннее строение без разрушения раковин. Также несомненным преимуществом метода является оперативность получения результатов. Цель настоящей работы: оценить возможности РКТ в микропалеонтологии. Для достижения поставленной цели решались следующие задачи: извлечение микропалеонтологических объектов из глинистых пород с использованием традиционной методики, подготовка обломков пород с конодонтами для изучения на РКТ. Объектами исследования послужили образцы раковин фораминифер, органы плодоношения растений (?) и фрагменты горных пород с заключенными в них конодонтами.



Рис. 1 Конодонты *Gondolella magna* а) «извлеченные» из породы с помощью РКТ; б) поперечное сечение гондолелл

Конодонты являются микроскопическими зубовидными остатками неизвестных животных, которые обитали в морях палеозоя и триаса. Они содержатся в любых породах морского генезиса. Обычно для извлечения конодонтов из глинистых и карбонатных пород используются традиционные методики, например, карбонаты растворяют в 10% уксусной кислоте. В отличие от известняков и доломитов плотные кремнистые породы плохо дезинтегрируются и извлечение из них конодонтовых элементов очень затруднено, а иногда – невозможно [1]. Нами для изучения конодонтов в кремнистых породах был использован метод РКТ. Исследовано пять образцов с конодонтами из верхнекаменноугольных отложений разреза Усолка (Южный Урал). Полученные с помощью РКТ изображения конодонтовых элементов позволили установить таксономический состав конодонтов, который представлен видами родов *Gondolella* и *Streptognathodus* (рис. 1, 2). Возможно, метод поможет в будущем разобраться и в назначении конодонтового аппарата в организме конодонтоносителя (рис. 1).

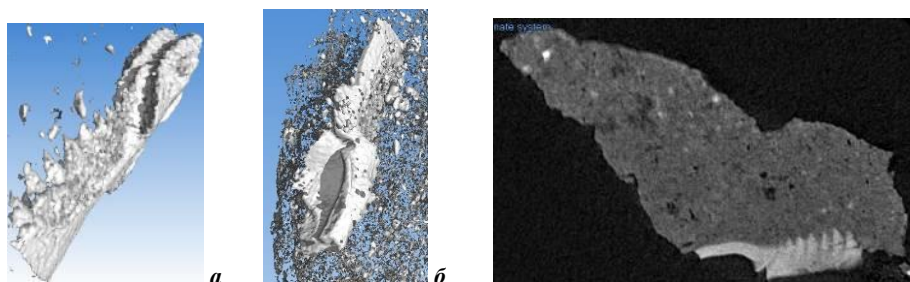


Рис. 2 Конодонты *Streptognathodus*: а) – полностью извлеченные из породы, б) – частично извлеченные, в) – в породе

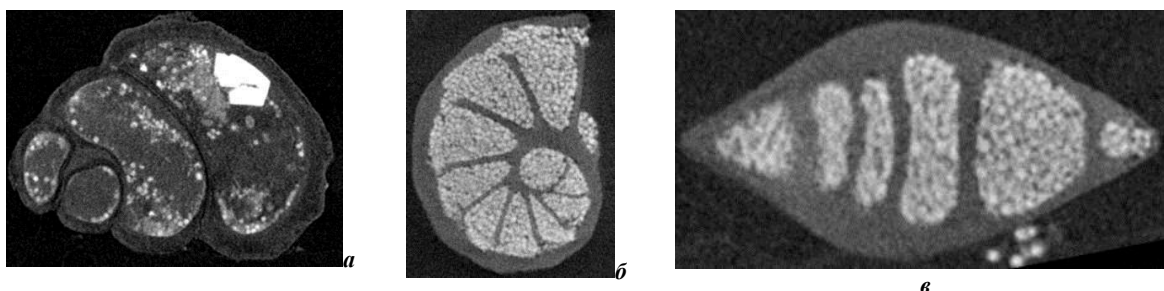


Рис. 3 а) продольное сечение раковины *Trocholina*, заполненной песчаным материалом, б) продольное и в) – поперечное сечение раковины *Lenticulina*, заполненной пиритом

Также с помощью РКТ были исследованы раковины фораминифер и органы плодоношения растений (?) из отложений нижнего мела Прикаспийской впадины (рис. 3, 4). Фораминиферы – преимущественно морские саркодовые, от которых в ископаемом состоянии сохраняются раковины различной формы. Фораминиферы являются одной из важных групп микрофауны, которую геологи используют для определения возраста фанерозойских толщ [2]. Для исследования внутреннего строения Foraminifera обычно изготавливаются шлифы, что приводит к разрушению раковин. РКТ позволяет избежать этого, давая возможность в деталях рассмотреть внутреннее строение любых объектов, сохраняя их целостность. Наиболее информативные результаты получаются в том случае, когда внутренние полости являются полыми либо заполненными контрастным по составу минералом. В нашем случае внутренние полости исследуемых фораминифер и органов плодоношения (?) заполнены либо пиритом (рис. 3-б, 3-в), либо песчаным материалом полиминерального состава (рис. 3-а), либо являются полыми (рис. 4). Почти во всех случаях удалось получить качественные снимки и в деталях рассмотреть строение микропалеонтологических объектов, за исключением конодонтовых элементов, которые не содержат внутренних полостей, а состоят из плотно прилегающих друг к другу кристаллов апатита.

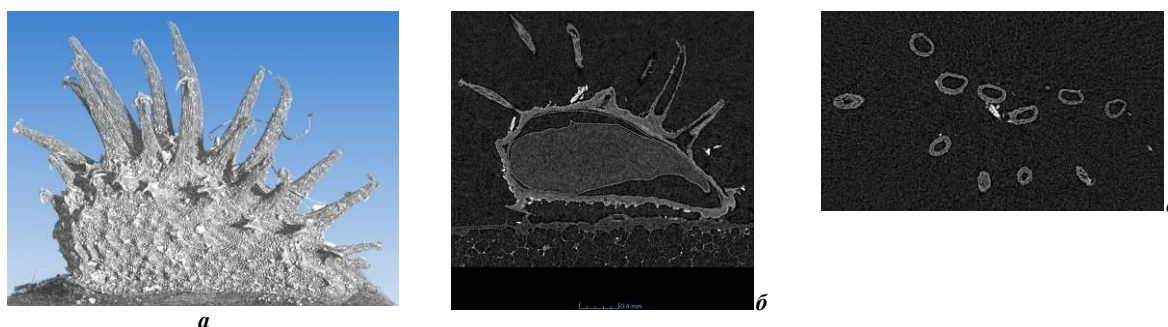


Рис. 4 Органы плодоношения: а) общий вид; б) - в) – различные сечения

Таким образом, РКТ составляет альтернативу традиционным методам исследования микропалеонтологических объектов, позволяя быстро получать высококачественные изображения достаточного увеличения с минимальным временем пробоподготовки.

Выражаю благодарность Е.О. Стаценко за помощь при изучении образцов.

Литература

1. Журавлев А.В. Возможности использования компьютерной микротомографии для изучения конодонтовых элементов // Литосфера. – Екатеринбург, 2013. – № 2. – С. 163–166.
2. Фораминиферы // Википедия – свободная энциклопедия, 2014. URL: <http://ru.wikipedia.org/wiki/Фораминиферы> (дата обращения 22.02.2014)

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ОТЛОЖЕНИЙ ВИЗЕЙСКОЙ ПАЛЕОРЕКИ ПЕРМСКОГО ПРИКАМЬЯ

Н.С. Колтырина

Научный руководитель доцент В.И. Дурникин

Пермский национальный исследовательский политехнический университет, г. Пермь, Россия

Формирование любой стратифицированной толщи полностью увязывается с палеотектонической историей развития территории. Образование визейского терригенного комплекса Пермского края связано с компенсированным осадконакоплением в прибрежно-континентальных и континентальных условиях. Песчаники и алевриты, слагающие разрез визейской терригенной толщи, в основном встречаются в бобриковском горизонте, где они образуют пачки, количеством до 3 – 4, мощностью от 20 до 35 м, разделенные прослоями алеврито-глинистых пород. Нередко песчаники образуют единую толщу до 65 – 80 м. Их формирование проходило в условиях аллювиальной равнины с формированием косослоистых серий мощностью от 5 – 20 см до 1 – 2 м с углами падения от 20° до 40°. Косослоистые песчаники обычно разнотернистые, с примесью крупнозернистого материала, вплоть до гравелита.

При сохранении условий, связанных с тектоническим опусканием территории, происходила полная компенсация ископаемого осадка. При общем трансгрессивном характере распределения ископаемых аллювиальных тел, они имеют пространственную ориентацию с запада на восток и юго-восток с увеличением их мощности к востоку и тесно связаны с палеогеоморфологической поверхностью предвизейского перерыва.

Территория исследования приурочена к структурам I порядка: Соликамская депрессия, Косвинско-Чусовская седловина и Башкирский свод в пределах Пермского края. На рассматриваемой территории визейская терригенная толща имеет повсеместное распространение. Она подстилается морскими турнейскими и покрывается также морскими визейскими карбонатными отложениями. Однако смена терригенных пород карбонатными происходит на различных стратиграфических уровнях [1].

В фациальном отношении визейские терригенные отложения исследуемых районов соответствуют аллювиальной группе фаций. Аллювиальные фации представляют собой весьма разнообразный комплекс пород, имеющих в сечении форму линзы с относительно плоской кровлей и вытянутым вниз основанием, «врезанным» в подстилающие отложения. В плане они образуют удлиненные, относительно прямолинейные или слабо изгибающиеся полосы.

В наиболее полном виде набор аллювиальных фаций развит в крупных равнинных реках и подразделяется на русловые, пойменные и старичные. Русловые наиболее грубозернистые в аллювиальном комплексе и сложены обычно различными песками, иногда с примесью гравийных зерен. Степень сортировки обломочного материала различная. Вниз по течению в общем случае размерность ископаемых осадков уменьшается, а отсортированность возрастает. Одновременно с этим, в алевритовых и мелкопесчаных разностях в нижних течениях рек сортировка может ухудшаться. Для русловых отложений характерна достаточно правильная косая слоистость. Косослоистые серии состоят из прямолинейных слойков, наклоненных под углом 30° (диагональная слоистость) и разделенных горизонтальнослоистыми более тонкозернистыми отложениями. В поперечном сечении отдельных русел устанавливаются отчетливые изменения структуры отложений снизу вверх: уменьшается зернистость и улучшается отсортированность пород. Аналогичные изменения отмечаются и в направлении от центра потока к его периферии [3].

Восстановление регионального наклона, абсолютных и относительных высот палеорельефа, составление палеогипсометрической карты проводится по мощностям отложений, слагающих или перекрывающих палеорельеф. При этом задача сводится, прежде всего, к определению величины регионального наклона. Не всегда точно известно положение береговой линии бассейна (или она расположена на большом расстоянии от района исследования). В таком случае необходимо приблизительно оценить палеовысоту какого-то уровня и от него определять высоты других точек.

В основу методики расчета наклона поверхности осадконакопления были положены значения толщин визейской терригенной толщи на месторождениях, приуроченных к исследуемым структурам. Залегающие на размытой поверхности геологические тела песчаников отражают палеорельеф поверхности территории осадконакопления. Способ построения карт палеорельефа основывается на восстановлении поверхности, на которой начиналось осадконакопление. Репером для каждой реконструированной поверхности будет служить более поздний уровень регрессивного цикла в палеозойской истории района. При этом учитываются следующие положения:

- в качестве регионального седиментационного репера принимается уровень предбашкирского размыва;
- характер осадконакопления компенсированный, палеоглубины учитываются в каждой точке палеобассейна;
- скорость осадконакопления равномерна, но не одинакова в смежных районах территории;
- подошва геологического тела в стратифицированном объеме, разновозрастная в силу ее трансгрессивного характера, наследует рельеф территории на этапе размыв – седиментация;
- из расчетов исключаются процессы уплотнения в силу их незначительного влияния на мощность ископаемого осадка.

Толщина ископаемого осадка в объеме трансгрессивно-регрессивного цикла полностью соответствует темпам прогибания территории в каждой точке бассейна. Следовательно, располагая некоторой сетью разрезов с известными толщинами можно строить профили со значениями уклонов дна в угловых единицах. Линии, соединяющие соседние точки, являются микропрофилями, на которые наносятся числовые значения уклонов дна.

Множество профилей на территории исследования создают «верную сетку», а точки всевозможных пересечений прямых, соединяющих разрезы, дают среднеарифметическое значение и азимутальную направленность наклона поверхности осадконакопления. При соединении точек с равными значениями получается схема усредненного рельефа в градусах наклона [2].

Для проведения регионального исследования закономерностей изменения толщин визейской терригенной толщи были проанализированы корреляционные схемы разрезов нижнекаменноугольных отложений, выполненные инженерами ПермьНИПИнефть по месторождениям, приуроченным к Соликамской депрессии и Башкирскому своду. Данные по Косьвинско-Чусовской седловине были взяты по результатам бурения нефтепоисковых скважин в 60 – 80 гг. В общей сложности были проанализированы керн и ГИС по 36 скважин, пробуренных на территории Соликамской депрессии, 48 скважин, пробуренных в северной части Башкирского свода и 88 скважин, пробуренных в пределах Косьвинско-Чусовской седловины. На географическую основу были вынесены местоположения исследуемых месторождений.

В разрезе каждой скважины в визейской терригенной толще были выделены толщины песчаников. За мощность песчаников принималась величина интервалов, характеризующихся минимальными показаниями ГК, отрицательной аномалией ПС, уменьшением диаметра скважины. Отношение толщины песчаников к общей толщине отложений визейского яруса дает коэффициент песчаности – долю коллектора в пласте. Получив значения толщин визейской терригенной толщи и мощности песчаных тел в каждой скважине, были рассчитаны значения коэффициентов песчаности, а затем средние и модальные значения всех показателей. При значительных различиях средних и модальных значений, истинными считались модальные.

После получения фактического материала согласно проведенной географической увязке на карту Пермского края были вынесены полученные значения – общая мощность визейской терригенной толщи, суммарная мощность песчаных тел и коэффициент песчаности. После вынесения значений параметров на

географическую основу появилась возможность проанализировать распределение отложений визейского яруса в направлении север-юг. Итак, были сделаны следующие выводы:

Мощность визейской терригенной толщи достигает максимальных значений (80 м) в центре рассматриваемой территории, а именно в Косьвинско-Чусовской седловине, постепенно уменьшаясь к северу и югу. Уменьшение толщины в северном направлении (40 – 18) происходит интенсивнее, чем в южном, причем на Башкирском своде отмечается постепенное увеличение толщины визейских отложений от северного обрамления к центру (60 – 70).

Внутри Башкирского свода отмечается увеличение коэффициента песчаности на локальных поднятиях. Его увеличение равномерное в направлении север-юг. Изменение значений происходит от 0,14 до 0,39 долей единиц.

В Соликамской депрессии увеличение коэффициента песчаности так же происходит в направлении север-юг, однако значения изменяются от 0 до 0,34 долей единиц и линейное расстояние значительно больше, чем в Башкирском своде.

Если сопоставить полученные закономерности со схематической палеогеографической картой времени максимального развития радаевской регрессии, составленной В.И. Пахомовым и опубликованной в его книге «Визейская угленосная формация западного склона Среднего Урала и Приуралья», то можно сделать вывод о том, что все локальные участки, к которым приурочены повышенные коэффициенты песчаности, соответствуют дельте палеореки. Северная часть Соликамской депрессии, где зафиксированы минимальные показания коэффициента песчаности, соответствует низменной аккумулятивной равнине, не рассчитанной русловыми потоками.

Кроме того, были посчитаны углы регионального наклона (между точками с известными мощностями) в направлении северо-запад – юго-восток. Для этого необходимо было вычислить арктангенс отношения разницы в мощностях визейской терригенной толщи к линейному расстоянию между двумя соседними месторождениями, между которыми и вычислялся угол. Полученные углы так же были географически увязаны для дальнейшего анализа. Оказалось, что максимальные углы наклона составляли 0°04'12" и были зафиксированы в направлении от южной части Соликамской депрессии к Косьвинско-Чусовской седловине. Вычисленные углы регионального наклона полностью подтвердили предположение, что снос терригенного материала преимущественно осуществлялся в направлении северо-запад – юго-восток. Значения углов наклона на исследуемой территории не превышают 0°05'.

По результатам вычислений выявлено три главных протоки: Вишерская, Кизеловско-Губахинская и Таныпская. В палеотектоническом плане они совпадают с древними палеопрогибами франко-турнейского возраста.

Литература

1. Пахомов В.И., Пахомов И.В.: Визейская угленосная формация западного склона Среднего Урала и Приуралья, – М.: Недра, 1980. – 152 с.
2. Фофанова Т.В., Китаев П.М., Соколов О.В. и др.: Палеоструктурные особенности Вишерского Урала в связи с его алмазонаосностью, – Пермь: ПГТУ, 1997. – 101 с.
3. Щербаков О.А., Щербакова М.В., Кириллов В.А., Дурникин В.И., Геологические тела. Под редакцией Косыгина Ю.А. – М.: Недра, 1986. – 334 с.

К ВОПРОСУ О ВЫМИРАНИИ МАМОНТОВОЙ ФАУНЫ НА ТЕРРИТОРИИ МИНУСИНСКОЙ КОТЛОВИНЫ Д.Г. Маликов

Научный руководитель доцент А.В. Шпанский

Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия

В настоящее время остро стоит вопрос сохранения биологического разнообразия. Одним из механизмов решения этого вопроса является проведение реконструкции биоразнообразия прошлых эпох, а также изучение причин вымирания отдельных таксонов и целых экосистем [15]. Наиболее интересным и важным в этом отношении следует считать изучение фауны позднего плейстоцена. Однако, данных о времени и месте окончательного вымирания видов мамонтового фаунистического комплекса явно не достаточно [7]. Помочь в решении этого вопроса способны методы радиоуглеродного датирования, причём применяемые к массовым материалам, в каждом местонахождении, а не к единичным образцам. Благодаря таким исследованиям, в последние годы появилась информация о том, что многие представители мамонтовой фауны вымерли уже в голоцене. Последние представители большерогих оленей вымерли на территории Западной Сибири 6816±35 л.н., а последняя популяция мамонта вымерла на острове Врангеля 3730±40 л.н. [7]. Данных о вымирании крупных хищников ещё меньше. Так наиболее поздняя, в Сибири, радиоуглеродная дата, полученная по костям гиены 35650±450 л.н. [7]. Однако, в сартанских отложениях района Дербинского залива, на р. Енисей [Мотузко и др., 2010], известны находки этого хищника, но из-за отсутствия прямого датирования нельзя утверждать о точном возрасте этой находки. То же касается и пещерного льва. К примеру, наиболее поздняя датировка этого хищника с территории Минусинской котловины (Дербинский залив) составляет 20085±80 л.н. [17]. В то же время на более молодых стоянках эпохи позднего палеолита остатки этого вида так же встречаются [1].

Особо важной, для понимания процессов вымирания четвертичной, и формирования современной фауны Сибири, является территория Минусинской впадины. Эта территория является переходной зоной между Восточной и Западной Сибирью, и по ней проходит важнейшая зоогеографическая граница Палеарктики – Енисейский зоогеографический рубеж [13]. Минусинская межгорная впадина располагается на юге Средней Сибири. Впадина окружена со всех сторон горными поднятиями Кузнецкого нагорья, Западного и Восточного Саян. Второстепенными хребтами она разделяется на ряд самостоятельных впадин: Северо-Минусинская; Сыдо-Ербинская; Южно-Минусинская [8]. Административно территория включает в себя юго-западную часть Красноярского края, и северную и центральные части Республики Хакасии.

Основной вклад в изучение четвертичного периода региона внесла деятельность огромного количества археологических экспедиций, организованных в советское время [1]. Однако, их деятельность была направлена, в первую очередь, на изучение палеолитической культуры региона, тогда как остатки млекопитающих имели второстепенное значение. Подобным недостатком обладали и исследования проводимые геологами, на что обращал внимание ещё В.И Громов [4]. Результатом таких изысканий стало отсутствие целостной картины развития фауны региона, на настоящее время нигде не опубликовано полного списочного состава четвертичных млекопитающих Минусинской впадины. Исследования, посвящённые изучению причин вымирания мегафауны региона, также отсутствуют.

В настоящее время существует два основных мнения о причинах плейстоценовых вымираний: *климатический* фактор и *антропогенный* фактор. У обеих гипотез есть как сторонники, так и противники, и обе точки зрения можно считать достаточно обоснованными. Ниже рассмотрен каждый из этих факторов, применительно к процессу вымирания мамонтовой фауны на территории Минусинской котловины.

Климатический фактор:

Большинство исследователей признаёт за климатом основную роль в вымирании мегафауны на рубеже плейстоцена-голоцена. В качестве основного фактора, который вызвал исчезновение фауны, называют разрушение «безаналоговых» ландшафтов («тундростепей» и «криофитных саванн») и замещение их сплошными массивами лесов и тундрой [18]. Основными характеристиками таких ландшафтов являются: мозаичная структура, «размытость» границ между различными типами ландшафтов, высокая продуктивность растительных сообществ, малоснежность.

Если рассматривать современный климат территории Минусинской котловины, то он характеризуется резкой континентальностью [8]: в регионе наблюдаются резкие колебания температуры воздуха по сезонам года, месяцам и суткам. Средняя годовая температура воздуха $-0,1^{\circ}\text{C}$ – $-0,6^{\circ}\text{C}$, средняя температура июня $+19^{\circ}$ – $+20^{\circ}\text{C}$, января -20° – -21°C [12]. Продолжительность безморозного периода от 80 до 120 дней. Атмосферное увлажнение неустойчивое, особенно в степной части. Годовая сумма осадков колеблется от 250 до 450 мм, причем 90% годовой суммы осадков выпадает за теплый период (апрель – октябрь).

Климат котловины обусловлен её рельефом, с большим числом холмов и увалов, создающих турбулентность воздушного потока. В результате этого теплый фронт претерпевает деформацию, и западная часть Минусинской котловины получает незначительное количество осадков, в сравнении с восточными частями региона [8]. «Дождевая тень» вызвана существованием Кузнецкого Алатау, следовательно, подобные особенности атмосферной циркуляции характерны как для современности, так и для позднего плейстоцена.

Согласно существующим палеоклиматическим картам Северного полушария [11] в климатический оптимум голоцена (6 000 – 5 500 л.н.) отклонение (от современных значений) средние годовые температуры воздуха для региона составляло $+2^{\circ}$ – -1°C (январь: $+3^{\circ}$ – $+2^{\circ}\text{C}$; июнь: $+1^{\circ}$ – 0°C), а годовой суммы осадков $+50$ – 0 мм. Исходя из предположения, что особенности атмосферной циркуляции были неизменны, становится ясно, что в голоцене все климатические показатели были близки к их современным значениям. Подобные климатические показатели являются подходящими для развития именно степных фитоценозов [12], следовательно, за последние 6000 лет в равнинной части котловины преобладающим был степной тип растительности. Снеговой покров так же не мог играть большой роли в вымирании фауны. Поскольку, даже при единовременном выпадении годового максимума 500 мм осадков (в оптимуме голоцена) в зимний период, это могло способствовать затруднению перемещения лишь видам с высокими показателями «трудности перемещения по снегу» - сайгак, носорог, бизон, гигантский олень [16].

Исходя из выше изложенных данных можно заключить, что на рубеже плейстоцена-голоцена для территории Минусинской котловины была характерна ландшафтная обстановка близкая к современной, с большим процентом степных фитоценозов. Такая ландшафтная структура является «идеальной», для большинства представителей мамонтовой фауны. Следовательно, на рассматриваемой территории, климатические колебания не могли быть основным фактором вымирания мегафауны.

Антропогенный фактор:

Вторая точка зрения на причину плейстоцен-голоценового вымирания заключается в ведущей роли охотничьей деятельности палеолитического человека. Основное место здесь занимает гипотеза «перепромысла» мегафауны человеком, по мере его расселения [2]. По мнению исследователей придерживающихся этой теории именно человек, а не климатические факторы стали причиной вымирания крупных млекопитающих. Вымирание мегафауны, в свою очередь повлекло за собой кардинальные перестройки экосистемы и исчезновение «безаналоговых» ландшафтов. Притом приверженцы этой гипотезы руководствуются не только фактами, отражёнными в геологической летописи, но и экспериментальными данными [6].

В сартанское время на берегах пра-Енисея обитало большое количество людей. В бассейне р. Енисей известно более 120 стоянок позднпалеолитического человека, четверть из которых содержит фаунистические остатки [1]. Основным пищевым ресурсом для охотников палеолита являлись северный олень (остатки этого

животного составляют до 98% фаунистических остатков), и заяц (до 59%). Значительно реже люди палеолита добывали лошадей (до 24,2%), архаров (до 15%), бизонов (до 21,5%) и благородных оленей (до 19,6%). Наименьший процент добычи охотников, в палеолите Енисея, сайгак (до 2,3%), мамонт (остатки известны только в 3 местонахождениях). Остатки таких животных как шерстистый носорог и большерогий олень вообще не встречаются на стоянках древнего человека, в то время как в естественных захоронениях кости этих животных не представляют редкости [9, 10].

На настоящее время, для территории котловины нет фактов, которые бы подтверждали возможность «перепромысла» мамонтовой фауны. Поскольку большинство из основных охотничьих видов до сих пор живут на территории котловины [14], в то время как животные, на которых охота велась эпизодически (мамонт, сайгак, бизон) или не велась вообще (шерстистый носорог, большерогий олень), больше не встречаются в регионе.

Заключение

Исходя из выше изложенных фактов, становится ясно, что на данном этапе нет фактов, которые позволили бы однозначно судить о причинах вымирания мамонтовой фауны на территории Минусинской котловины. Так данные по палеоклимату показывают относительную стабильность ландшафтно-климатической обстановки в регионе, тем самым указывая на невозможность вымирания фауны в результате «климатических факторов». Фактические данные по промыслу млекопитающих человеком палеолита показывают невозможность «перепромысла» мамонтовой фауны. Так как на большинство видов, которые затронуло вымирание, охота практически не велась, тогда как основные промысловые виды обитают в регионе и в настоящее время.

Наиболее вероятной причиной вымирания мамонтовой фауны региона следует считать изменение ландшафтов в соседних регионах. В результате сокращения количества степных ландшафтов за пределами котловины снизилась миграционная способность крупных представителей мамонтовой фауны. Степные фитоценозы, которые сохранились на территории Минусинской впадины и по сей день [8, 12], оказались не способны поддержать стабильность мамонтовой фауны, что и могло привести к вымиранию крупных животных. В то же время, стабильность степных экосистем, способствовала сохранению в регионе большинства микро-млекопитающих [3, 5], обитавших в котловине ещё в плейстоцене. Однако, для того чтоб делать какие-то однозначные выводы по вопросу «причин вымирания мамонтовой фауны», необходимы дальнейшие детальные исследования с применением новейших методов датирования.

Литература

1. Абрамова З.А. Астахов С.Н., Васильев С.А., Ермолова Н.М., Лисицын Н.Ф. Палеолит Енисея. – Л.: Наука, 1991. – 158 с.
2. Буровский А.М., Пучков П.В. Вымирания плейстоценовой мегафауны и их следствия: рукотворный или «чисто природный» процесс? // *Stratum plus. Homo armatus и плейстоценовые вымирания.* – Кишинев, 2013. – № 1. – С. 167-268.
3. Виноградов В.В. Сравнительная характеристика сообществ мелких млекопитающих горных лесов юга средней Сибири // *Вестник Томского государственного университета. Биология.* – Томск, 2010. – № 3 (11). – С. 47–59.
4. Громов В.И. Палеонтологическое и археологическое обоснование стратиграфии континентальных отложений четвертичного периода на территории СССР (млекопитающие, палеолит) // *Труды Института геологических наук.* Выпуск 64. – М.: АН СССР, 1948. – 521 с.
5. Дупал Т.А., Андренко О.В., Виноградов В.В. Млекопитающие перигляциальной гиперзоны конца плейстоцена и становление современной фауны грызунов гор Западной и Средней Сибири // *Сибирский экологический журнал.* – Новосибирск, 2013. – № 1. – С. 123–134.
6. Зимов С.А. Мамонтовые степи и будущий климат // *Наука в России.* – Москва, 2007. – № 5. – С. 105–112.
7. Косинцев П.А., Васильев С.К. Фауна крупных млекопитающих позднего неоплейстоцена Западной Сибири // *Бюллетень комиссии по изучению четвертичного периода.* – Москва, 2009. – № 69. – С. 94–105.
8. Куминова А.В. Растительный покров Хакасии / А.В. Куминова, Г.А. Зверева, Ю.М. Маскаев, Г.Г. Павлова, В.П. Седелников, А.С. Королева, Э.Я. Нейфельд, М.Г. Танзыбаев, Н.М. Чижикова, Т.Г. Ламанова. – Новосибирск: Изд-во «Наука», 1976. – 424 с.
9. Маликов Д.Г. Экосистемный анализ позднеплейстоценовой териофауны комплекса местонахождений у с. Новосёлово (Красноярский край) // *Проблемы геологии и освоения недр: Труды XVII Международного симпозиума студ., аспирантов и молодых ученых.* – Томск, 2013. – Т. 1. – С. 59–61.
10. Мотузко А.Н., Васильев С.Ю., Вашков А.А., Еленский Ю.Н., Кравченко Е.Н., Орешников И.А. Мамонт и мамонтовая фауна позднего плейстоцена северных районов Минусинской котловины // *Материалы VI Международной мамонтовой конференции.* – Якутск, 2010. – С. 139–149.
11. Палеоклиматы и палеоландшафты внетропического пространства Северного полушария. Поздний плейстоцен – голоцен. Атлас-монография / под ред. А.А. Величко. – М., 2009. – 120 с.
12. Положий А.В., Гуреева И.И., Курбатский В.И., Выдрин С.Н., Олонова М.В., Наумова Е.Г. Флора островных приенисейских степей. Сосудистые растения. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 2002. – 156 с.
13. Рогачёва Э.В. Птицы Средней Сибири. Распространение, численность, зоогеография. – М.: Наука, 1988. – 309 с.
14. Соколов Г.А. Млекопитающие кедровых лесов Сибири. – Новосибирск: Наука, 1979. – 256 с.
15. Турубанова С. А. Экологический сценарий истории формирования живого покрова Европейской России и сопредельных территорий на основе реконструкции ареалов ключевых видов животных и растений: Автореферат. Дис. ... канд. биол. наук. – Москва, 2002. – 24 с.
16. Шпанский А.В. Четвертичные млекопитающие Томской области и их значение для оценки среды обитания. – Томск, 2003. – 162 с.
17. Stuart A.J., Lister A.M. Extinction chronology of the cave lion *Panthera spelaea* // *Quaternary Science Reviews*, 2011. – Vol. 30. – P. 2329–2340.
18. Vereshchagin N.K., Baryshnikov G.F. The ecological structure of the "Mammoth Fauna" in Eurasia // *Ann. Zool. Fennici*, 1992. – Vol. 28. – P. 253–259.

**ПЕРВАЯ НАХОДКА ПЛИТОЧНЫХ МОГИЛЬНИКОВ НА ВОСТОЧНОМ ПОБЕРЕЖЬЕ ОЗЕРА
ЗУН-ТОРЕЙ (ЮГО-ВОСТОК ЗАБАЙКАЛЬЯ)****Н.А. Машукова****Научный руководитель доцент Е.Е. Барабашева
Забайкальский государственный университет, г. Чита, Россия**

Плиточные могилы – один из наиболее распространенных археологических памятников лесостепной и степной зон Забайкалья и Монголии. Первые раскопки относятся к восемнадцатому веку прошлого столетия. В настоящее время количество раскопанных могильников приближается к 900. Из общего количества раскопанных могил 68,5% приходится на Южное и Центральное Забайкалье, в то время как основная территория распространения культуры плиточных могил – это Монголия. Наиболее характерными чертами топографической ситуации месторасположения плиточных могил являются нахождение их на равнинных местностях, привязка к коренным выходам горных пород и минералов, расположение на выступающих формах рельефа (скальные выходы, вершины склонов, распадки, террасы и др.), приуроченность к южным оппозициям гор и распадков.

На восточном побережье озера Зун-Торей на краю 35–40 метровой второй террасы студентами-геологами Забайкальского государственного университета во время геологической практики летом 2013 года был обнаружен разрушенный плиточный могильник. На частично сползших вниз по склону в сторону озера каменных кладках овальной и неправильной формы находились обнажившиеся останки скелета человека в виде черепа, шейных позвонков, конечностей и нескольких ребер. Судя по их размерам, они принадлежали ребенку подросткового возраста, скорее всего женского пола. Разрушение могильника произошло в результате оползневых процессов, поэтому первоначальная его ориентировка нарушена.

Размер фронтальной плиты составляет 1,5 х 2 м. Плита представляет глыбу слабометаморфизованных филлитовых сланцев, относимых к ононской свите позднего протерозоя, выходы которых расположены в 2–3 км севернее места расположения могильника. Выше по склону находится еще ряд подобных сползающих плит, однако костные останки в них не обнажены. Могильник невелик по размерам, количество насчитываемых кладок 3. Как правило, для культуры плиточных могил характерно наличие кладок от 3–5 до 10–15. Крупные по размерам и количеству кладок могильники достаточно редки. Почти все захоронения заключают в себе одного человека.

Костяк расположен вдоль длинной оси могильного сооружения на спине в вытянутом положении. Обычно при костяках находят различные предметы: орудия труда, керамику, кости животных, иногда угольки и золу. Не смотря на тщательные поиски, остатков предметов захоронения найдено не было. Возможно, они закрыты мощным слоем оползневой осыпи, а возможно, вскрытый временем могильник просто разграблен местным населением. Найденные в переделах побережья торейских озер нуклеусы и отщепы. По словам работников Даурского заповедника, на территории которого расположено данное захоронение, ранее находки культуры плиточных могил на побережье Торейских озер не отмечались.

В степях Южного Забайкалья в конце второй половины II тыс. до н. э. – начале первой половины I тыс. до н. э. жили племена, создавшие так называемую культуру плиточных могил, которая продлилась около 800 лет. Имя народа, который соорудил эти могильники, неизвестно, поэтому по характеру погребального обряда и обычаю ставить над захоронением прямоугольную оградку из крупных каменных плит, сложенных, как правило, гранитами, сланцами или гнейсами, носителей данной культуры называют "плиточниками".

Сейчас можно увидеть в южных районах Забайкалья не одну тысячу погребений. Таких плит особенно много у озера Ножий, у сел Будулан, Гунэй, Токчин, Зугалай, Цаган-Оль, Ушарбай, Могойтуй, Бальзино, у станции Олованная, Урульга, у горы Пунцук, озера Улим и др. Плиточные могилы Южного и Центрального Забайкалья различаются по своим размерам и внешнему виду. Есть могилы небольшой величины — 1,5 х 1,5 м, но есть и более крупные — 7 х 4 м. Некоторые могилы обставлены огромными плитами, достигающими в высоту 3 м (например, у с. Будулана на реке Онон). В большинстве случаев плиты лишь незначительно возвышаются над землей — от 0,5 до 1 м.

По форме различают следующие могилы: 1) «фигурные могилы» с плоской каменной насыпью и оградкой с вогнутыми сторонами (в Восточном Забайкалье такие могилы не обнаружены, они встречаются только в Западном Забайкалье); 2) «могилы со двором», у которых, помимо основной оградки, имеется вторая низенькая с проходом (обычно на восток); 3) обычные могилы с одной оградкой прямоугольной формы, которые встречаются чаще всего.

Находка могилы на побережье озера Зун-Торей относится к третьему типу. Плиточные могилы ориентированы с востока на запад, иногда с небольшими отклонениями. У некоторых могил на небольшом расстоянии (10–20 м) от узкой стороны стоит одинокая плита, «сторожевой камень», или «маяк». Могилы часто располагаются целыми кладбищами, которые имеют четкую планировку и строгий порядок в виде нескольких параллельных «цепочек». Например, у озера Бальзино находятся около ста могил, образующих круги и четырехугольники. Расположены они, как правило, на возвышенных, хорошо освещенных солнцем местах. Монументальные погребения свидетельствуют о величии некогда жившего здесь кочевого народа.

Однако большинство плиточных могил ещё в древности или недавнем прошлом было разграблено. В них искали золото и другие ценные предметы. В недавнем прошлом этим занимались так называемые «бугровщики», а также служители ламаистской религии. Известно, что древние человеческие кости использовались ламами при изготовлении некоторых видов лекарств. Многие погребения совершенно пусты, в

других встречаются одежда и обувь, различные украшения из бронзы, кости и камня, иглы, ножи, топоры-кельты, наконечники стрел, кинжалы и другие вещи из бронзы, железа и благородных металлов.

Представители культуры плиточных могил были ярко выраженными монголоидами и отличались единством антропологического типа. По мнению антропологов, "плиточники" относятся к северной сибирской ветви большой монголоидной расы. Они имели плоское широкое лицо с уплощенной переносицей.

Генезис антропологического типа населения культуры плиточных могил пока не установлен. Предположительно, его происхождение идет от антропологического типа, известного по материалам неолита Южного Забайкалья и Восточной Монголии. Дальнейшая судьба культуры плиточных могил является предметом дискуссий ученых.

Материалы и фотоснимки найденного могильника студенты передали в центр по сохранению историко-культурного наследия Забайкальского края для дальнейшего изучения.

Литература

1. Цыбиктаров А.Д. Культура плиточных *могильников* Монголии и Забайкалья. – Улан-Удэ: Изд-во БГУ, 1998. – 288 с.

ХРОМОВЫЕ ШПИНЕЛИ ИЗ ВЫСОКОМАГНЕЗИАЛЬНЫХ ПАЛЕОПРОТЕРОЗОЙСКИХ ВУЛКАНИТОВ ВЕТРЕННОГО ПОЯСА (ФЕННОСКАНДИНАВСКИЙ ЩИТ)

С.В. Межеловская, А.Д. Межеловский

Научный руководитель Г.С. Гусев

**Институт минералогии, геохимии и кристаллохимии редких элементов РАН, г. Москва,
Россия**

Палеопротерозойская структура Ветреный Пояс (возраст 2,45 млрд. лет), расположена на юго-востоке Фенноскандинавского щита и простирается примерно на 250 километров в северо-западном направлении, при ширине выходов от 15 до 85 километров [7]. На северо-востоке структура граничит с Беломорским подвижным поясом по региональному надвику, который четко фиксируется в геофизических полях, на юго-западе с Карельской гранит-зеленокаменной областью. Ветреный Пояс сложен последовательностью осадочных и вулканогенно-осадочных толщ различной мощности. В основании разреза несогласно на лопийских образованиях залегают токшинская терригенная свита. Она представлена преимущественно белыми, хорошо отсортированными кварцитами, с прослоями обогащенными гематитом. Выше несогласно залегают вулканогенная киричская свита, сложенная андезитами и андезибазальтами, претерпевшими процессы слабой гранитизации, на что указывают кварц-полевошпатовые включения. Затем на небольших территориях по материалам 1:200 000 съемки развита грубообломочная калгачинская свита, по составу это в основном конгломераты. Галька по разным источникам имеет гранитный и андезибазальтовый состав вероятно из подстилающих пород. Далее разрез сменяют осадочно-терригенные образования это кожозерская и виленская свиты, обнаженность которых очень слабая, по данным государственной геологической карты в их составе преобладают песчаники, известняки и глинистые прослои. Завершает разрез мощная толща коматитовых базальтов, по геофизическим данным в некоторых частях структуры ее мощность достигает 4 километров. Высокомагнезиальные вулканы этой свиты изучались авторами на протяжении 5 полевых сезонов, в различных частях структуры – г. Голец, Шапочка, Оловгора, Левгора, Мяндуха. За это время собран большой полевой, петрографический и геохимический материал.

Вулканы на участке г. Голец по содержанию оксида кремния и сумме щелочей отвечают базальтам и андезибазальтам – 46,52–54,42% SiO₂. Породы свиты низкощелочные, низко- и умереннотитанистые (TiO₂ 0,4–0,93%), низко- и умереннокалиевые (K₂O 0,07–1,01%), умеренножелезистые (FeO* 8,63–12,4%), высоко- и ультрамагнезиальные (MgO 6,81–25,6%). Спектр распределения редких элементов, нормированных по примитивной мантии, имеет слабонаклонный характер. Среди КИЛЭ наблюдаются повышенные значения Rb и Ba с большим разбросом превышений концентраций в 6–70 раз. Устойчивая отрицательная аномалия отмечается в зоне распределения Nb (NbN=1,40–6,73). Содержания высокозарядных элементов (ВЗЭ) – Hf, Zr, P3Э – превышают содержания примитивной мантии в 2–8 раз. Породы имеют относительно высокие содержания LREE (легкие P3Э). Отношение LaN/YbN = 2,73–5,47. Распределение HREE (тяжелые P3Э) характеризуется более пологой кривой на графике нормированных по хондриту содержаний. Метавулканы района г. Мяндуха по содержаниям SiO₂ занимают пограничное положение между базальтами и андезибазальтами (51,56–53,51% SiO₂). По содержанию MgO практически все отобранные геохимические пробы попадают в интервал 9–14%, что соответствует низкомагнезиальным коматитовым базальтам. По основным петрохимическим показателям породы относятся к низкощелочным, низко- и умереннотитанистым (TiO₂ 0,56–0,72%), низко- и умереннокалиевым, умеренножелезистым (FeO* 8,54–11,7%), высоко- и ультрамагнезиальным (MgO 8,21–14,11%). При построении spider диаграмм и изучении распределения микроэлементов было выявлено равномерное, практически идентичное для всех разновидностей метавулканитов г. Мяндуха, распределение редких элементов. Среди КИЛЭ наблюдаются несколько повышенные значения Rb и Ba с небольшим разбросом превышений концентраций в 11–13 раз, что расходится с породами г. Голец, где содержания Rb и Ba имеют значительно больший разброс. Дефицит Nb аналогичен породам на г. Голец (NbN=2,50–2,90). Спектр распределения редкоземельных элементов имеет слабонаклонный характер. Отношение LaN/YbN в разных

пробах имеет незначительный разброс – 4,43–5,02. Распределение редких и редкоземельных элементов в метавулканитах г. Мяндуха практически аналогично распределению в породах г. Голец с содержаниями MgO 6–14%. При построении дискриминационных диаграмм было выявлено, что метавулканиды свиты ветреного пояса на участках гг. Голец и Мяндуха, удаленных друг от друга ~ на 200 км и находящихся соответственно в северном и южном блоках структуры, образуют единое поле, что свидетельствует о латеральной петролого-геохимической однородности свиты на всем ее протяжении и, следовательно, единых геодинамических обстановках формирования всей толщи [2].

При петрографическом изучении в поляризационном микроскопе Carl Zeiss AXIO SCOPE A1 в строении лавовых потоков базальтов отчетливо выделяются три зоны (снизу вверх): закалочная (кумулятивная), сложенная изометричным идиоморфным оливином с включениями хромитов и авгитом, зона со структурой спинифекс, представленная пироксеном, и верхняя зона с оливиновым спинифексом [3]. Авторами был выполнен рентгеноспектральный микроанализ включений хромшпинелидов из коматиитовых базальтов свиты ветреного пояса, на модернизированном приборе “Camebax-microbeam”. Были измерены содержания MgO, Al₂O₃, Cr₂O₃, TiO₂ и суммарное FeO (таблица). Условия эксперимента: режим - ускоряющее напряжение 20 кВ, ток 30 нА; локальность зонда 1-2 мкм; аналитические линии для всех оксидов K α . В качестве эталонов использовались синтетические образцы известного состава. Всего было выполнено 54 измерения.

Таблица

Суммарные спектры составов хромшпинелидов

Номера анализов	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MgO
1	0,4	13,8	49,7	3,8	29,5	2,8
2	0,4	14	48,6	4,2	30,8	2
3	0,4	14,2	48,4	4,1	31,1	1,8
4	0,3	13,9	48,4	4,3	31,3	1,7
5	0,6	2,9	47	18,2	30,6	0,8
6	0,7	0,5	44	24	30,2	0,6

Для классификации разновидностей шпинелидов широко применяются названия, предложенные Павловым Н.В. На диаграмме Al-Cr-Fe³⁺ вариации хромовых шпинелей коматиитовых базальтов Ветреного Пояса отвечают базитовому тренду, для которого характерны невысокие содержания оксидного железа. По диапазону Al/Cr большинство аксессуарных хромшпинелидов соответствуют полям субферрихромитов и собственно хромитов, несколько точек попали в поле феррихромитов. При анализе растровых изображений в обратно рассеянных электронах (BSE изображение) режим 20 кВ, 5 нА, отмечается четкая зональность хромшпинелидов, центральные части, которых сложены феррихромитом, а кайма представляет собой магнетит. Это же подтверждается наличием нескольких точек на диаграмме с высоким содержанием железа расположившихся в поле магнетита. На этой же диаграмме, с нанесенными полями пород эталонных геодинамических обстановок, все разновидности хромовых шпинелей совпадают с полями шпинелидов из ультрамафитов внутриплитовых массивов и островодужных породных ассоциаций: бонинитов и толеитовых базальтов. Хромовое число, определяемое как отношение $Cr_2 = Cr^{3+} 100 / (Cr + Al)$, варьирует от 80 до 93 %, является весьма высоким и свидетельствует о высокой степени деплетированности аксессуарных хромитов. Одним из важнейших факторов обогащения шпинелей хромом являются процессы взаимодействия мантийного вещества с расплавами. Наиболее высокие содержания хрома характерны для шпинелей из мантийных пород, подвергшихся частичному (15-20%) плавлению и претерпевших более поздние преобразования при взаимодействии с бонинитовыми расплавами [4]. Подобные значения характерны для бонинитовых и толеитовых серий [5,6].

Существует несколько точек зрения на обстановку формирования подобных вулканитов. По мнению Шаркова Е.В. раннепалеопротерозойские базальты свиты ветреного пояса относятся к Балтийской провинции кремниземистых высокомагнезиальных (бонинитоподобных) пород, образование которых связано с крупномасштабной ассимиляцией вещества нижней коры поднимающимися высокотемпературными деплетированными мантийными расплавами [1]. По мнению Куликова В.С., Куликовой В.В. и др. Ветренный Пояс следует относить к рифтовым структурам палеопротерозоя. При изучении расплавленных включений в хромитах кумулатов коматиитовых базальтов, полученные результаты указывают, что материнские расплавы отвечают низкомагнезиальным коматиитовым базальтам, а состав включений существенно отличается от пород бонинитовой серии [3]. Это объясняется невысокими содержаниями SiO₂ до 53% и низкими содержаниями TiO₂ менее 0,5%. Для восстановления истинных условий образования палеопротерозойских вулканитов Ветреного Пояса требуются дополнительные исследования. Возможно, больший объем опробования по площади развития свиты ветреного пояса для изучения хромовых шпинелей, а также новые данные о составе хромитов из интрузивных комагматов помогут ответить на столь важный вопрос, но на сегодня он остается дискуссионным.

Литература

1. Евсеева К.А., Красивская И.С., Чистяков А.В., Шарков Е.В. Раннепалеопротерозойские бонинитоподобные вулканиты Ветреного Пояса восточной части Балтийского щита // Литосфера – Екатеринбург, 2004 – №3. – С. 110 – 126.

2. Корсаков А.К., Лукашенко С.В., Межеловский А.Д. Петролого-геохимическая однородность коматиитовых базальтов как показатель блоковой делимости Ветреного Пояса (Балтийский щит)// Проблемы плейт - и плюм - тектоники в докембрии: Труды III Российской конференции по проблемам геологии и геодинамики докембрия – Санкт – Петербург, 2011 – С.88 – 90.
3. Куликов В.С., Куликова В.В., Бычкова Я.В. Расплавленные включения в хромитах кумулатов коматиитовых базальтов Ветреного Пояса (ЮВ Фенноскандия)// Флюидные включения – дорога в наномир: Труды XIII Всероссийской конференции по термобарогеохимии совместно с IV симпозиумом APFIS – Москва, 2008 – С.106 – 109.
4. Arai S. Origin of podiform chomites//J. Asian Earth Sci. – 1997. – Vol. 15, №2/3. – P. 303-310
5. Barnes S.J., Roder P.L. The range of spinel compositions in terrestrial mafic and ultramafic rocks// J. Petrology. - 2001. - Vol. 42, №12.- P. 2279 – 2302.
6. Parkinson I.J., Pearse J.A. Peridotites from the Izu-Bonin-Mariana forearc (ODP Leg 125): Evidence for mantle melting and melt-mantle interaction in a supra-subduction zone setting// J. Petrology. – 1998. – Vol. 39, №9. – P. 1577 – 1618.
7. Puhtel I.S., Haase K.M., Hofmann A.W., Chauvel C., Kulikov V.S., Garbe-Schnberg C.D., Nemchin A.A. Petrology and geochemistry of crustally contaminated komatiitic basalts from the Vetreny Belt, southeastern Baltic Shield: evidence for an early Proterozoic mantle plume beneath rifted Archean continental lithosphere//Geochim. Cosmochim. Acta. – 1997. – Vol. 61. – P. 1205 – 1222.

НОВОЕ МЕСТОНАХОЖДЕНИЕ МАМОНТОВОЙ ФАУНЫ ЮННЮГЕН В БАССЕЙНЕ Р. ЯНЫ

Г.П. Новгородов, М.Ю. Чепрасов, С.Е. Григорьев

Научный руководитель С.Е. Григорьев

Северо-Восточный Федеральный университет им. М.К. Аммосова, г. Якутск, Россия

Бассейн р. Яна и прилегающие к нему территории являются одним из самых перспективных регионов в Северной Евразии для находок не только скелетных остатков, но и хорошо сохранившихся туш мамонтов, шерстистых носорогов и других представителей вымерших животных, относящихся к ранне-неоплейстоценово-голоценовым комплексам [1]. Хорошая сохранность мягких тканей животных обеспечивается многолетней мерзлотой, которая в Якутии имеет практически повсеместное развитие. Так за последние 10 лет в бассейне этой реки было найдено более 90% всех уникальных находок мамонтовой фауны.

Новое перспективное местонахождение мамонтовой фауны Юннуген расположено в бассейне среднего течения р. Яна. Костные остатки ископаемых животных здесь локализованы вдоль русла одноименной речки. В 2012 г. большое скопление костных остатков было отмечено на правом склоне ручья, где местные жители размывали в поисках бивней мамонта стенку террасы мерзлых грунтов с вмещающими их костными остатками (рис.1). На этом искусственно размытом участке нами была собрана большая часть палеонтологического материала исключительной сохранности, который отличается от костей на других участках, вымытых ручьем естественным путем.



Рис. 1 Скопление костных остатков на размытом участке ручья Юннуген

На местонахождении Юннуген было собрано большое количество палеонтологического материала – 169 костных остатков ископаемых млекопитающих 7 видов (шерстистый мамонт, шерстистый носорог, бизон, лошадь, благородный олень, северный олень, овцебык). Из них 6 видов являются для данного региона вымершими (рис. 2). Материалы данного рисунка показывают количественное и процентное соотношение видов, половина найденных костных остатков (44%) которых принадлежит бизонам, что соответствует позднеплейстоценовому фаунистическому комплексу. По сравнению с другими местонахождениями здесь очень мало останков лошадей. Напротив, наблюдается большое скопление костных остатков шерстистого носорога (28%), что является большой редкостью, т.к. по данным П.А. Лазарева [1] в целом по Якутии доля его составляет 4,9%. Также на удивление много оказалось остатков рогов благородного оленя (некоторые с прилегающими

фрагментами черепа), который чаще встречается в Колымской низменности и в Центральной Якутии [2] и довольно редок для арктической зоны. Размеры рогов благородного оленя из этого местонахождения сопоставимы с размерами современных представителей вида из Южной Якутии. Судя по всему, данная местность в позднем неоплейстоцене, была благоприятной для существования упомянутых травоядных – носорогов и оленей.

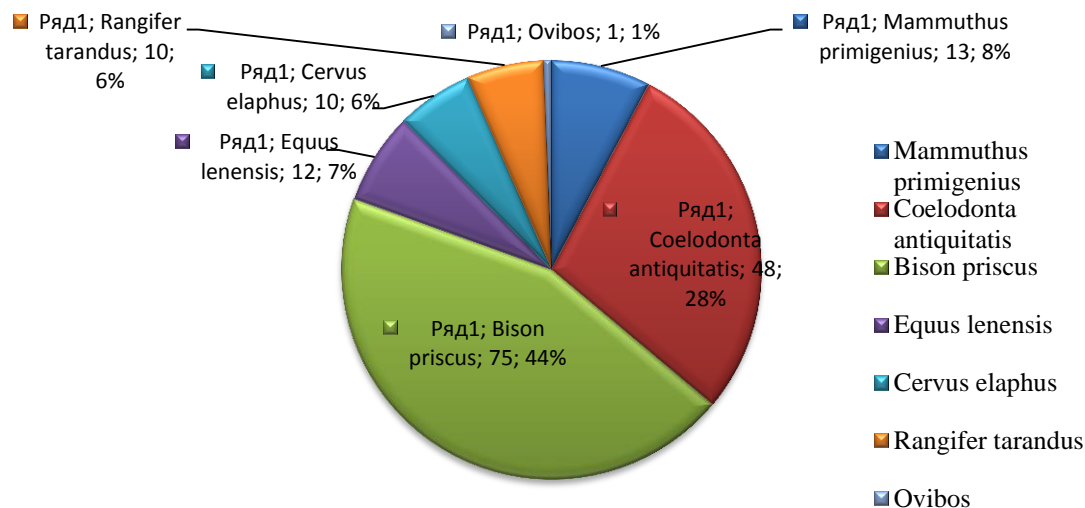


Рис. 2 Количественное и процентное соотношение видов на местонахождении Юннюген

Если говорить о возрасте захороненных здесь костных остатков, то по серии полученных радиоуглеродных датировок собранного здесь материала можно четко утверждать что они относятся к каргинскому интерстадиалу. Ниже приводятся датировки четырех костей, принадлежащих бизону, шерстистому носорогу, волку и шерстистому мамонту:

1. ЛЕ 9888 Bison, humerus $36,300 \pm 640$
2. ЛЕ 9889 Woolly rhinoceros, costa $40,500 \pm 1600$
3. GrA 57022 Wolf, humerus $44,650 +950 /-700$
4. ЛЕ 9887 Woolly mammoth, pelvic bone $47,600 +2600/-2000$

Образование такого большого количества скопления остатков животных мамонтовой фауны во время каргинского потепления, по-видимому, связано с их гибелью в широких сетях природных ловушек, которые связаны главным образом с потеплением климата, развитием термокарстовых процессов и активизацией эрозией почв [1].

Литература

1. Лазарев П.А. Крупные млекопитающие антропогена Якутии / П.А. Лазарев – Новосибирск: Наука, 2008. – 160 с.
2. Лазарев П.А. Млекопитающие и биостратиграфия позднего кайнозоя Северной Якутии / П.А. Лазарев, А.И. Томская, – Якутск: Изд. ЯФ СО АН СССР, 1987. – 172 с.

К ВОПРОСУ О ГЕОЛОГИЧЕСКОМ СТРОЕНИИ СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ОЛЕНЕГОРСКОЙ СТРУКТУРЫ

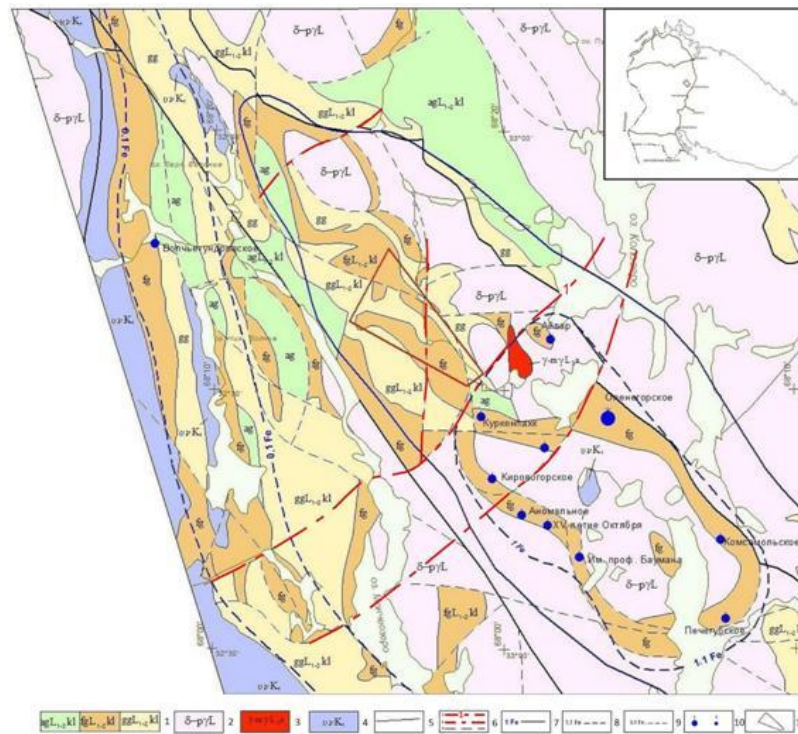
Е.В. Персиянов, Ю.Н. Нерадовский

Научный руководитель Ю.Н. Нерадовский

Геологический институт Кольского научного центра РАН, г. Апатиты, Россия

Оленегорская железорудная структура расположена центральной части Кольского региона и приурочена к юго-западному флангу Центрально-Кольского геоблока (Кольско-Норвежского мегаблока) Балтийского щита, структура и тектоника которого отражена во многих работах [1, 2, 5, 6]. В пределах Кольского геоблока преобладает отраженный тип структур с купольно-блоковым строением в глубокоэродированных подзонах карельских структур, переходящий в блоково-глыбовый в направлении к югу от Имандра-Варзугской зоны [4]. В Центрально-Кольском районе Кольско-Норвежской зоны лопиды наблюдаются в линейных северо-западных структурах. Тип структурной организации - чешуйчато-надвиговой, линзовый с элементами складчатых структур, с зонами ярко проявленных пластических сдвигов и надвигов. В юго-западной части блока широко проявлена разномасштабная блокировка вторичных структур в раннем протерозое на пластинообразные тела с соотношением ширины к длине до 1:20, в которых хорошо сохраняются ранние структуры средних и мелких масштабов.

В геологическом строении структуры принимают участие саамско-раннелопийские метаморфические образования, среди которых выделяются породы фундамента саамско-беломорского комплекса и кольского комплекса супракрустальных пород, сложенных гранодиоритами и плагигранитами для первого комплекса и железистыми кварцитами, амфиболитами и гнейсами различного состава – второго соответственно. Интрузивные породы раннего лопия и раннего карелия представлены эндербитами Вежетундровского комплекса, гранитами Симбозерского комплекса, гранит-пегматитами Западно-Лицинского комплекса, а также Баренцевоморским гипабиссальным комплексом долеритов. Все докембрийские породы перекрыты четвертичными образованиями (в основном моренными отложениями верхнего отдела).



- 1) Кольский метаморфический комплекс. Подкомплексы: амфиболит-гнейсовый (ag), железистых пород и гнейсов (fg), глиноземистых гнейсов (gg) 2) Комплекс эндербитов-плагигранитов 3) Симбозерский комплекс мигматит-гранитов 4) Дифференцированные и расслоенные интрузивные комплексы мафит-ультрамафитов 5) Геологические границы 6) Тектонические нарушения: Колозерско-Кировогорский разлом (а), оперящие (б), II-порядка (в) 7) Оленегорский железорудный район Рудные узлы: 8) Оленегорский золото-железорудный 9) Волчьетундровский железорудный 10) Месторождения: крупные (а), мелкие (б) 11) Площадь участка Свинцовые Тундры

Рис. 1 Схема крупных нарушений Оленегорской структуры

Оленегорская структура выявляет как характерные особенности строения Кольско-Норвежского мегаблока, так и те черты последнего, которые обусловлены положением структур района на его тектонической окраине, прежде всего близостью к одному из крупнейших на Кольском полуострове разломов, который проходит несколько западнее площади работ, вдоль тектонизированных метабазитов Главного хребта [2].

Северо-западная часть структуры находится под влиянием региональной зоны разломов север-северо-восточного простирания, с которыми связаны крупные вертикальные подвижки (рис. 1).

Особое влияние на строение этого участка Оленегорской структуры оказала Колозерско-Кировогорская группа разломов, по которым наблюдаются вертикальные перемещения. Данной системой разломов структура делится на две структуры с разным эрозионным срезом: Главную Примандровскую и Ровквунскую. Первая смещена относительно второй на 500м. Главная Примандровская структура характеризуется наличием овальных в плане участков (блоков), сложенных плагигранитами, между которыми в виде полос северо-западного и северо-восточного направлений расположены супракрустальные образования кольской серии. Ровквунская структура заметно отличается от Главной структуры и характеризуется подчиненным положением пород фундамента среди полей супракрустальных пород и появлением глиноземистых гнейсов. По последним и установлена амплитуда смещения структур относительно друг друга.

Участок Свинцовые тундры характеризуется весьма сложным строением [3], обусловленным развитием многочисленных мелких тел железистых кварцитов, которые формируют две зоны: северо-восточную, тяготеющую к г. Медвежья тундра, и юго-западную, расположенную на г. Свинцовые тундры. В структурном отношении участок Свинцовые тундры представляет собой серию изоклинальных складок с падением на юго-запад, осложненных дизъюнктивными тектоническими нарушениями. Главные их направления: субширотное, меридиональное и северо-западное, в меньшей степени северо-восточное. Основную роль играют нарушения, связанные с Колозерско-Кировогорским разломом.

Структурно участок относится к Ровквунской структуре. Благодаря ступенчатому характеру нарушений участок Свинцовые тундры является более опущенным на значительную глубину относительно восточной части Оленегорской структуры, что позволяет построить новую прогностическую перспективу участка, согласно которой авторы предполагают развитие рудных тел на участке Свинцовые Тундры на глубину, что повышает перспективность участка (рис. 2).

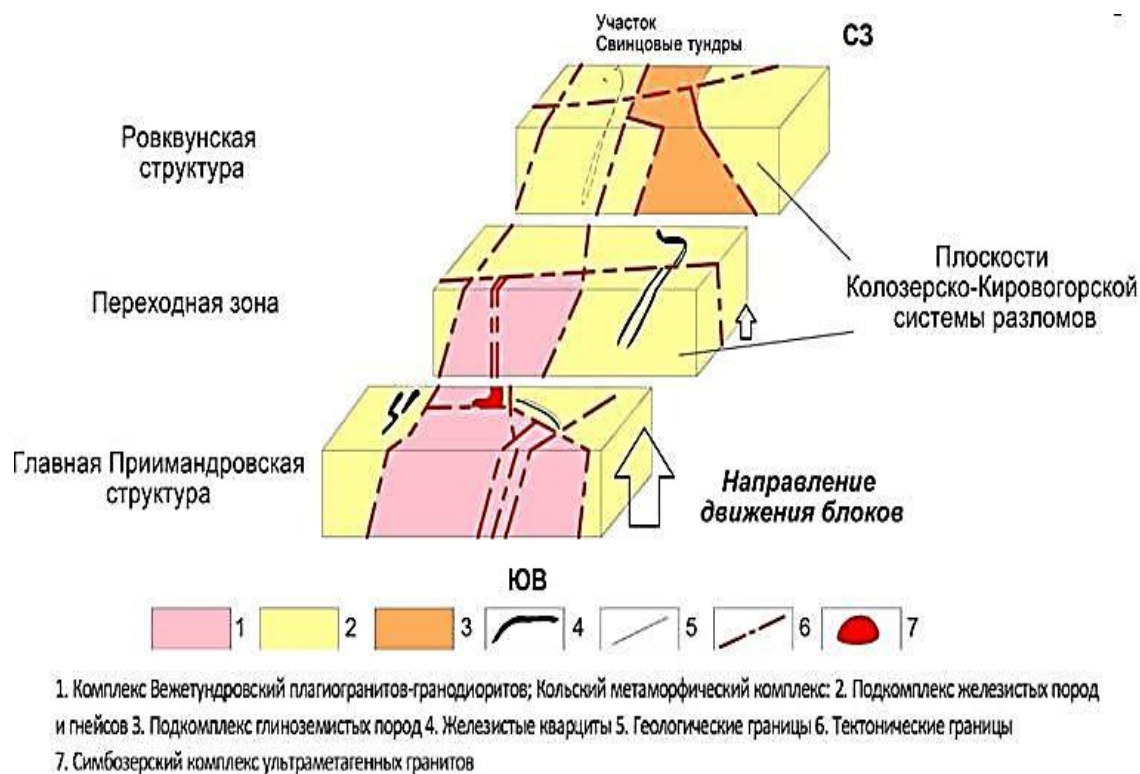


Рис. 2 Схема движения блоков Оленегорской структуры

Система более мелких нарушений участка представлена разломами второй группы. Они весьма многочисленны, обычно сопряжены с зонами структурных швов и имеют различную ориентировку. Наиболее отчетливо на данной площади фиксируются те разрывные нарушения, которые связаны с последними по времени тектоническими процессами карельской и палеозойской активизации соответственно, разломы северо-западного и северо-восточного направлений. Нарушения никакой геохимической нагрузки не несли, что подтверждается отсутствием и слабым развитием какой либо минерализации на участке. Повсеместное развитие наблюдается только медной минерализации и слабое развитие полиметаллической.

Выводы:

1) В истории развития Оленегорской железорудной структуры наблюдался период блоковой тектонической активности, имевший пострудный характер. Нарушения, приведшие к дислокации отдельных фрагментов участка Свинцовые тундры произошли после формирования железистых кварцитов.

2) Благодаря ступенчатому характеру сдвиговых нарушений предполагается, что восточная часть Оленегорской структуры поднята на значительную высоту и эродирована, а западная часть опущена и сохранена. Это позволяет предполагать, что рудные тела железистых кварцитов на участке Свинцовые тундры не полностью вскрыты на поверхности и в значительной мере находятся на глубине.

Литература

1. Региональная тектоника раннего докембрия СССР / под ред. И.В. Белькова. – Ленинград: Наука, 1980. – 128 с.
2. Геология архея Балтийского щита / под ред. Н.Е. Козлова. – СПб.: Наука, 2006. – 301 с.
3. Персиянов Е.В. Железистые кварциты Свинцовых тундр и перспективы расширения Оленегорского железорудного района (Кольский полуостров) // Литосфера. – Екатеринбург, 2013. – № 6. – С. 93–97.
4. Вулканизм и седиментогенез докембрия северо-востока Балтийского щита / под ред. А.А. Предовского. – Ленинград: Наука, 1987. – 184 с.
5. Докембрийская тектоника северо-восточной части Балтийского щита (объяснительная записка к тектонической карте масштаба 1:500 000) / под ред. А.Т. Радченко. – СПб.: Наука, 1992. – 110 с.
6. Шарков Е.В., Чистяков А.В. Мончегорский расслоенный мафит-ультрамафитовый комплекс в Кольском регионе: геология, петрология и рудоносность // Геология и геохронология породообразующих и рудных процессов в кристаллических щитах: Материалы Всероссийской (с международным участием) конференции. – Апатиты: Изд-во К & М, 2013. – С.187–190.

НОВЫЕ НАХОДКИ ТРИЛОБИТОВ В БЕЙСКОЙ СВИТЕ

А.Е. Поскотинов

Научный руководитель доцент И.В. Рычкова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Отложения бейской свиты (живетский ярус среднего девона) широко распространены в пределах Северо-Минусинской котловины Алтае-Саянской складчатой области. Они представлены органогенно-обломочными комковатыми известняками, в которых обильно встречаются остатки брахиопод, кораллов, криноидей. Возраст пород датируется по фауне брахиопод *Spirifer cheehiel* [2, 3].

Среди большого количества разнообразной фауны в отложениях бейской свиты Северо-Минусинской котловины трилобиты являются редкими. Находки этих вымерших членистоногих были сделаны в разные годы студентами Томского политехнического университета во время учебных геолого-съёмочных практик. Новые находки трилобитов были сделаны в известковом карьере рядом с поселком Целинный Ширинского района (Хакасия).

Целью данной работы является монографическое описание ископаемой фауны трилобитов из нового местонахождения, которая дополнит палеонтологическую характеристику бейской свиты.

Изученные трилобиты нами отнесены к семейству *Dechenellidae* отряда *Proetidae*. Трилобиты из этого семейства были описаны в 1953 году З. Максимовой из эйфельских отложений Южно-Минусинской котловины.

В изученных породах вместе с трилобитами были встречены характерные представители чиелевой фауны – брахиоподы *Spirifer cheehiel*, что дает основание отнести вмещающие породы к живетскому ярусу.

Ниже приводится описание изученных трилобитов. Автором использовалась классификация, предложенная в «Основах палеонтологии» [1]. Среди четырех найденных образцов все принадлежат хвостовой части панциря – пигидию.

Тип *Arthropoda*. Членистоногие
Класс Trilobita. Трилобиты
Подкласс Polymera. Многочленистые
Отряд Proetidae
Надсемейство *Proetoidea* Hawle et Corda
Семейство *Dechenellidae*
Под *Praedechenella* Z. Maximova, 1953
Praedechenella cf. *linclivosa*
Фото, обр. 1–4

Описание. Трилобиты средних и мелких размеров, панцири овальные. Хвостовой щит не имеет шипа. Размеры пигидиев 2.1 мм; ширина краевой каймы впереди – 1.1-4.0 мм; ширина плевральной части щита впереди – 3.5-4.0 мм.

Пигидии вытянуты в ширину, имеют форму эллипса, очерчены каймой, как бы четко очерчены в породе. Рахис сужается к хвосту, четко возвышается над плеврами на 0.5 мм. На рахисе наблюдается нечеткий киль, а также поперечные полосы.

Замечание. Ввиду недостаточной сохранности имеющегося материала мы определяем его в открытой номенклатуре. *Praedechenella* cf. *linclivosa* по внешнему виду напоминает представителей *Paradechenella markovskii*, но отличаются отсутствием хвостового шипа и килиа на рахисе. Также *Praedechenella* cf. *linclivosa* имеет сходства с *Proetus beiensis*, но отличается возвышенным рахисом.

Геологическое распространение. Средний девон Западной Европы, Западного Урала, Южно-Минусинской котловины.

Местонахождение. Северо-Минусинская котловина (карьер в окрестностях поселка Целинный, Ширинский район, Хакасия).

В результате монографического изучения редких для бейской свиты представителей фауны трилобитов, расширен ареал распространения среднедевонского *Praedechenella* cf. *linclivosa* с Южно-Минусинской до Северо-Минусинской котловины. Большая значимость находок трилобитов также заключается в том, что увеличено геохронологическое распространение вида с эйфеля до живета. Девонский период, как известно, был не только временем рыб, но и веком угасания трилобитовой фауны. Новые находки архистратиграфической фауны палеозоя в отложениях среднего девона являются важными как для познания эволюции самой фауны трилобитов, так и для целей стратиграфического расчленения и проведения стратиграфической корреляции.



Рис. Остатки трилобитов, найденные в карьере вблизи поселка Целинное Ширинского района (Хакасия)

Литература

1. Основы палеонтологии. Справочник для палеонтологов и геологов СССР // Ред. Орлов. Ю.А. – Москва: Государственное научно-техническое издательство литературы по геологии и охране недр, 1960. – С.135–136.
2. Парначев В.П. и др. Геология и минерагения Северной Хакасии. – Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2007. – С. 52–56.
3. Халфин Л.Л. Проблемы стратиграфии среднего и верхнего палеозоя Сибири. – Москва: Издательство «Наука», 1981. – С. 44–45.

КОМПЛЕКСЫ ФОРАМИНIFЕР ИЗ НИЖНЕМЕЛОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ПЕЛЯТКИНСКОГО ГАЗОКОНДЕНСАТНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

А.С. Семенова

Научный руководитель доцент Г.М. Татьянанин

Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия

Пеляткинское газоконденсатное месторождение (ГКМ) расположено на территории Долгано-Ненецкого муниципального района Красноярского края, в 250 км к западу от г. Норильска, на левом берегу р. Енисей, в верховьях р. Пелятка (рис. 1.) [4].

По структурно-фациальному районированию Пеляткинская скв. 600 относится к Малохетскому подрайону Енисей-Хатангского структурно-фациального района.

Для уточнения стратиграфии нижнехетской и суходудинской свит на основе микрофаунистических исследований 50 образцов керна выполнено биостратиграфическое расчленение разреза скважины Пеляткинская 600 по фораминиферам.

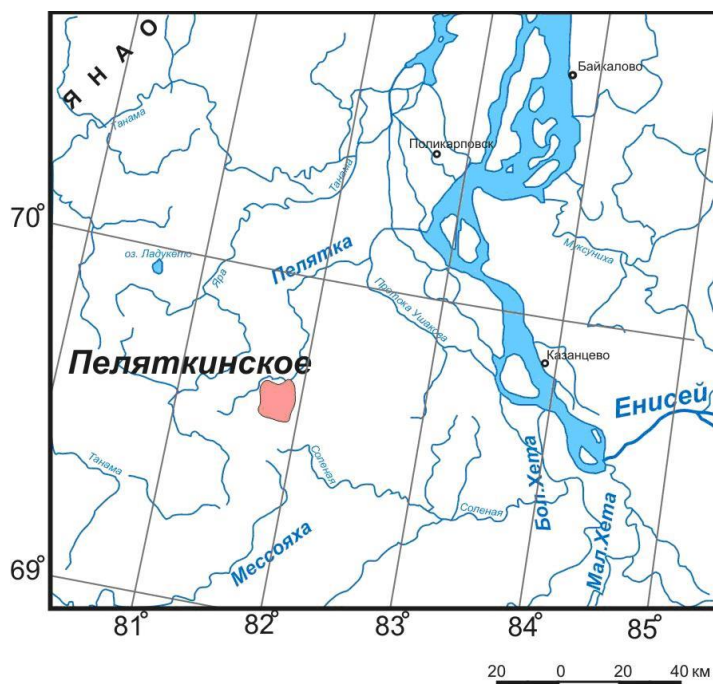


Рис. 1 Расположение изученного разреза, вскрытого скважиной Пеляткинская 600

В изученных образцах были обнаружены единичные неопределимые фрагменты раковин двустворчатых моллюсков, ходов червей, скафопод *Dentalium* sp. indet., криноидей, подтверждающих морской генезис отложений.

Из аргиллитов нижнехетской свиты были выделены комплексы фораминифер, характерные для берриаса-нижнего валанжина (Рис. 2.).

Комплекс фораминифер f-зоны *Gaudryna gerkei*, *Trochammina rosaceaformis* KF1 датируется средней частью берриаса [1,3]. Состав комплекса обедненный, состоит в основном из агглютинирующих фораминифер: *Recurvoides trasitorius* Bulynnikova, *Cribrostomoides* sp., *Trochammina polymera* Dubrovskaja, *Ammobaculites* sp. Известковистые фораминиферы представлены единичными находками: *Saracenaria* sp. и *Marginulina* cf. *striatocostata* Reuss.

Комплексы фораминифер f-зоны *Orientalia baccula*, *Ammodiscus micrus* KF3 датируются берриасом-нижним валанжином [1,3] Фораминиферы многочисленные (более 100 экземпляров), представлены видами: *Glomospira charoides* Park. et Jon., *Glomospirella* ex gr. *gaultina* (Berthelin), *Recurvoides romanovae* Putrja, *Recurvoides tigjanikus* Marinov, *Recurvoides* cf. *obskiensis* Romanova, *Evolutinella grandis* Romanova, *Cribrostomoides infracretaceous* Mjatluk, *Cribrostomoides* cf. *romanovae* Bulynnikova, *Ammobaculites gerkei* Scharovskaja, *Trochammina* ex gr. *mugiensis* Dain et Bulynnikova, *Trochammina gyroidiniformis* Mjatluk, *Trochammina sibirica* N.Belousova, *Verneulinoides neocomiensis* (Mjatluk), *Pseudobolivina* sp., *Gaudryina gerkei* (Vassilenko).

Из верхней части разреза (суходудинская свита) выделены комплексы фораминифер, характерные для переходных слоев верхней части нижнего валанжина-нижнего готерива и нижнего готерива.

Комплексы фораминифер f-зоны *Ammodiscus continentalis*, *Sigmomorphina variabilis* KF7 соответствуют верхней части нижнего валанжина - нижнего готерива [1,3]. Один из комплексов монотаксонный, представлен как целыми, так и разрушенными раковинами вида *Sigmomorphina variabilis* Kusina.

Из нижнеготеривских отложений суходудинской свиты выделены комплексы фораминифер f-зоны *Cribrostomoides concavoides* KF5 [2]. Фораминиферы представлены в основном агглютинирующими формами *Recurvoides*: *R. nordvikensis* Marinov, *R. romanovae* Putrja, *Cribrostomoides*: *C. umbonatus* Romanova, *C. concavoides* Bulynnikova, *Trochammina*: *T. mugiensis* Dain et Bulynnikova, *T. gyroidiniformis* Mjatluk, *T. neocomiana* Mjatluk. Известковистые формы встречены единично и представленными видами *Astacolus* sp., *Saracenaria* sp., *Globulina* sp.

Литература

1. Атлас моллюсков и фораминифер морских отложений верхней юры и неокома Западно-Сибирской нефтегазоносной области. – М.: Недра, 1990. – Т.2 – 359с.
2. Маринов В.А. Зоны по фораминиферам бореального берриаса, валанжина и нижнего готерива Северной Сибири (относительно глубоководные фации)//Стратиграфия. Геологическая корреляция. – Москва, 2001. – Т. 9. – №1. – С. 46 – 67.
3. Региональная стратиграфическая схема нижнемеловых отложений Западной Сибири. – Новосибирск, 2004.
4. Рязанцев Г.А., Крохалев И.В., Кравцова М.В., Мулявин С.Ф. Особенности геологического строения и разработки Пеляткинского газоконденсатного месторождения//Горные ведомости. – Тюмень, 2009. – № 1. – С. 52 – 60.

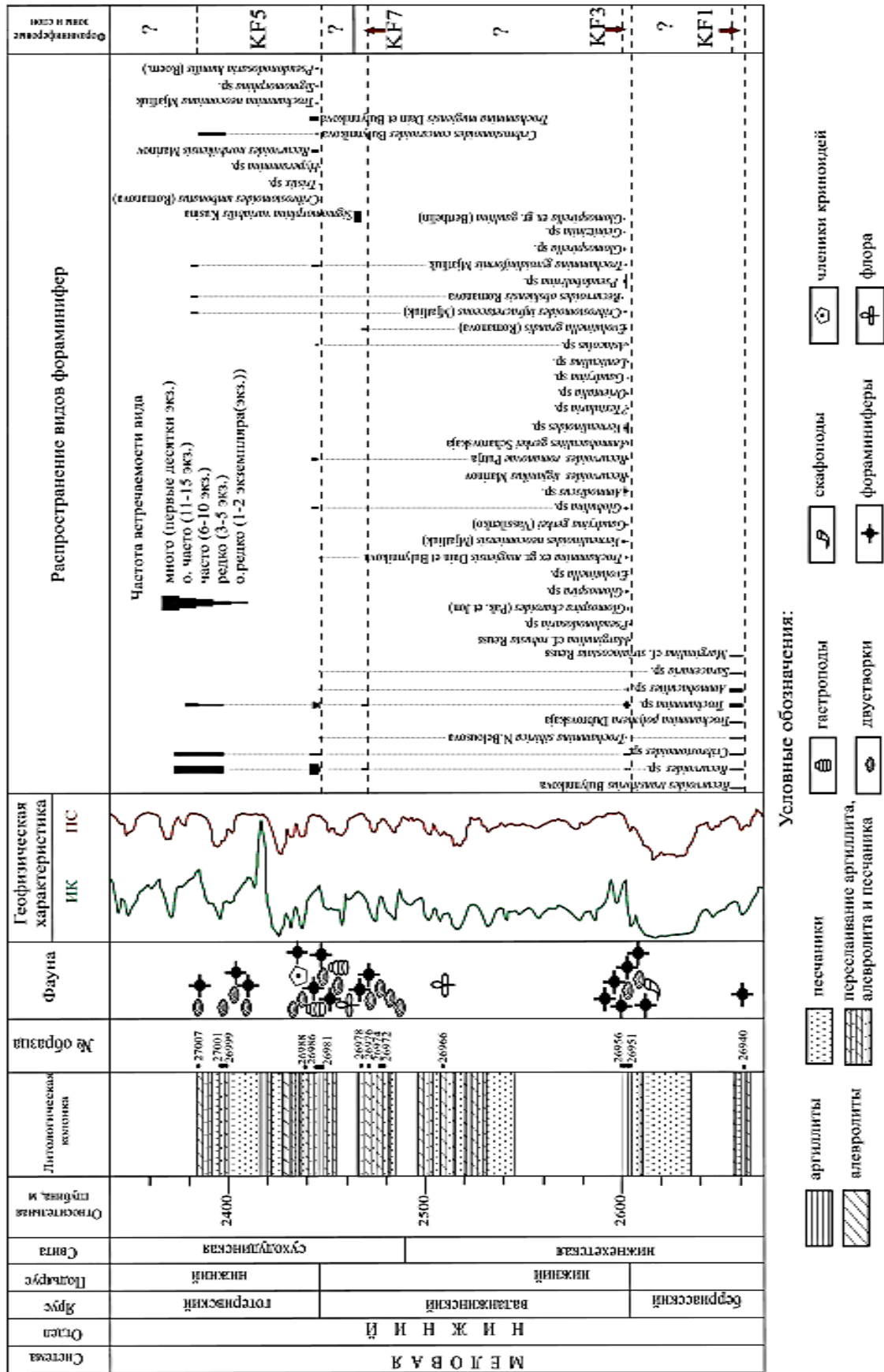


Рис. 2 Микропалеонтологическая, лито- и биостратиграфическая характеристика разреза скважины Пеляткнская 600

МИНЕРАЛЬНЫЙ МИР СОКТУЙ-МИЛОЗАНСКИХ ПЕЩЕР
С.И. Стасенко, Е.Е. Барабашева
Забайкальский государственный университет, г. Чита, Россия

Соктуй-Милозанская карстовая пещера, известная также как Семёновская, является памятником природы, согласно Решения Читинского облисполкома №28 от 14.01.1980г. Объектом охраны является подземный ландшафт. Расположена пещера в отрогах Чиндачихинского хребта в 10 км к востоку-юго-востоку от села Соктуй-Милозан, в 10 км к юго-западу от города Краснокаменск в известковистых породах нортуйской свиты (R₂nr) позднепротерозойского (рифейского) возраста. Карстующиеся породы представлены мраморизованными доломитами, известковистыми и кремнистыми доломитами, водорослевыми и хемогенными известняками.

В результате обследований пещеры как памятника природы экспедицией под руководством Ю.Т. Руденко в 1986 году, было установлено, что пещеры находятся на обвально-осыпной стадии развития, карстовый процесс в них прекращен. По уточненным данным протяженность пещеры 177 м, максимальная глубина от нижнего края воронки 35,5 м. Первый грот находится почти сразу за входом в пещеру. Дно грота покрыто льдом и имеет большой угол наклона, близкий к 45°. Спускаться и подниматься по нему без альпинистского снаряжения нельзя. Лаз во второй грот расположен в самом низу первого. Дно и стенки лаза покрыты льдом, к тому же он очень тесный и расположен под наклоном, что затрудняет передвижение. Лаз имеет несколько метров в длину и его наклон меняется от горизонтального до почти вертикального. Далее расположен второй грот, значительно больше первого. В стене грота имеется отверстие, ведущее в третий грот, а рядом находится огромная каменная плита – вывал. В третьем гроте находится главная достопримечательность пещеры, известная как «Чёртов лаз». Это вертикальный проход, ведущий из третьего грота в следующие гроты. Четвёртый и пятый гроты отделены от остальных довольно длинными ходами. Кое-где эти проходы просторны и по ним можно передвигаться в полный рост, где-то приходится проползать на животе. Пещера заканчивается ходом небольшого сечения, наклоненным вниз. Вполне возможно, что полости пещеры распространяются и дальше. Для определения этого необходимо провести геофизические исследования.

Таблица

Диагностика и морфология минеральных пещерных образований

№ п/п	Место отбора	Описание образца	Минеральный состав
1.	Первый грот	Криогенные образования в виде порошка желтого цвета	Кальцит CaCO ₃ , кварц SiO ₂
2.	Первый-второй гроты	Криогенная мука или горная пещерная мука коричневатого цвета	Ожелезненный кальцит CaCO ₃
3.		Куски льда с прослоями криогенной муки	Кальцит CaCO ₃
4.	Второй грот	Горная мука белого цвета	Кальцит CaCO ₃
5.	Третий грот	Белая натечная корочка	Кальцит CaCO ₃
6.	Третий грот	Почковидные натечные агрегаты серого цвета	Кальцит CaCO ₃
7.	Третий грот	Желтовато-серый песок	Кальцит CaCO ₃ , кварц SiO ₂ , каолинит Al ₄ {Si ₄ O ₁₀ }(OH) ₈
8.	Второй, четвертый гроты	Железистые корки на поверхности стен	Гетит FeO(OH), кварц SiO ₂
9.	Второй-четвертый гроты	Сталактиты обычные и белые трубчатые (полые) сталактиты	Кальцит CaCO ₃
10.	Третий-четвертый гроты	Кристаллиты светло-коричневого цвета на стенах	Кальцит CaCO ₃
11.	Третий-четвертый гроты	Черный очень легкий известняк	Кальцит CaCO ₃
12.	Третий-четвертый гроты	Черная кристаллическая порода	Кварц SiO ₂
13.	Четвертый грот	Горное молоко	Кальцит CaCO ₃
14.	Пятый грот	Натечная корочка желтоватого цвета	Кальцит CaCO ₃
15.	Пятый грот	Темный легкий известняк	Кальцит CaCO ₃ , кварц SiO ₂
16.	Пятый грот	Белые налеты на камнях	Кальцит CaCO ₃
17.	Пятый грот	Пористые железистые породы	Гетит FeO(OH), кальцит CaCO ₃ , сидерит FeCO ₃
18.	Пятый грот	Рыжий «песок» в нише	Кальцит CaCO ₃ , кварц SiO ₂ , каолинит Al ₄ {Si ₄ O ₁₀ }(OH) ₈ , гипс CaSO ₄ x 2H ₂ O
19.	Пятый грот	Натечная кристаллическая кора коричневого цвета	Кальцит CaCO ₃
20.	Пятый грот	Фрагмент полосчатой натечной коры желтоватого цвета	Кальцит CaCO ₃

С целью изучения минералогии и типов минеральных образований в июне 2013 года отряд студентов-геологов Забайкальского государственного университета обследовал пещеру и ее окрестности. Собраны образцы минеральных образований пещеры для выяснения их диагностики и морфологических особенностей. Места отбора проб и образцов, а также результаты диагностики сведены в таблицу.

Как и во всех пещерах карбонатного карста, в Соктуйской пещере широко представлены различные спелеотемы (сталактиты, сталагмиты, натечные корочки, драпировки), сложенные кальцитом и местами значительно ожелезненные. Ожелезнение в пещере проявлено вплоть до образования железистых корок на поверхности стен и рыхлого осадка, сложенного гетитом. При прокаливании «железистых» корок в пламени свечи в лабораторных условиях гидроксид железа переходит в оксид железа – гематит. Присутствуют обвально-гравитационные отложения, состоящие из глыб первичной хомогенно-осадочной толщи известняков. Они являются следствием сейсмической активности на определенном этапе геологического развития.

Самые многочисленные минеральные образования, формирующиеся в настоящее время, представлены хомогенной генетической группой. Это различные натечные формы (корочки на стенах и грунте пещеры, сталактиты простые и трубчатые, сталагмиты, сталагматы, геликтиты, кристаллиты), сложенные исключительно кальцитом и формирующиеся при испарении насыщенной гидрокарбонатом кальция каплюющей и сочащейся воды. В пещере имеются минеральные формы или образования, являющиеся продуктами выветривания, разрушения, трансформации известняков в условиях пещеры. Условно можно выделить продукты физического выветривания пород в специфических микроклиматических условиях пещеры, и продукты микробиологического выветривания, или разрушения. К первому типу относятся мягкие серые глиноподобные образования, покрывающие тонким слоем пространства вдоль стен пещеры и представленные чистым кальцитом. Ко второму типу относится «горное молоко» с потолка гротов – специфическая вязкая субстанция белого цвета, сложенная также чистым кальцитом.

В силу наличия ледяных покровов около входной воронки довольно широко развиты криогенные минеральные образования. Сезонное образование наледей – увеличение их объема происходит обычно в конце ноября – начале декабря (когда еще продолжается движение инфильтрационных вод по трещинам, но температура воздуха в этой части пещеры уже ниже 0°C). Ближе к середине декабря накопление объемов льда прекращается и начинается процесс его испарения (сухой возгонки – сублимации). Испарение с поверхности льда является причиной высвобождения содержащейся в ней криогенной муки. Интенсивное таяние наледи начинается в среднем со второй декады апреля, когда входная часть пещеры переходит на «летний» режим воздухообмена и температура воздуха в этой части пещеры становится положительной. В это время тальми и инфильтрационными водами содержащийся на поверхности наледи слой горной муки смывается и переотлагается вдоль стен. Цвет криогенной муки белый, иногда желтоватый. Минераграфически установлено, что она состоит из чистого кальцита с примесью железистого материала в виде гетита. Кристаллы криогенного кальцита изометричны, основные формы кристаллов – ромбоэдры. На крупных кристаллах видны бугорки роста. В карстовых системах складываются особые микроклиматические и физико-химические условия – отсутствие света, постоянно низкая температура (от 0° до +1-2°C), высокая влажность, ослабленная циркуляция воздуха, повышенное содержание CO₂, увеличенный радиационный фон, ослабленный характер цикличности (суточной и сезонной), замкнутое жизненное пространство, недостаток органического вещества. Все это формирует специфический мир пещерных микроорганизмов, существующих в изоляции от поверхностных экосистем.

Пещера привлекательна для спелеотуризма, находится в доступном месте и активно осваивается туристами и местным населением. Усиление антропогенной нагрузки в последнее время вызывает необходимость более детального и целенаправленного мониторинга всех элементов хрупкой экосистемы пещеры.

Литература

1. Вахрушев В.Г. Ледяные пещеры в карбонатных породах Башкирии // Пещеры. – Пермь, 1972. – Вып. 12-13. – 112 с.

ЛИТОЛОГО-ФАЦИАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ И ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ СРЕДНЕУРСКИХ НЕФТЕГАЗОНОСНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ЮГО-ВОСТОКА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ (ТЫМСКИЙ СТРУКТУРНО-ФАЦИАЛЬНЫЙ РАЙОН)

У.А. Стержанова

Научные руководители: доценты М.И. Шамина, И.В. Рычкова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В последнее время возрастает дефицит нефтегазопродуктивных объектов в центральной части Западной Сибири и все больше исследователей обращают свое внимание к ее периферийным частям. В юго-восточной части Западной Сибири наибольший интерес в отношении нефтегазоносности представляет васюганская свита (и ее аналог наунакская свита). Основной проблемой выделения нефтегазоперспективных объектов в юго-восточной части Западной Сибири является сложный характер распределения коллекторов, который обусловлен генезисом области седиментации. Объектом наших исследований стал Тымский структурно-фациальный район, который в среднеюрскую эпоху был местом переходного седиментогенеза [7].

Для успешного прогнозирования природных коллекторов нефти и газа необходимо всестороннее седиментологическое, литолого-фациальное, петрографическое и др. изучение. Проведенная нами работа

основана на детальном анализе керна вновь пробуренных скважин центральной части Тымского структурно-фациального района, результатах интерпретации материалов геофизического исследования, литолого-петрографического, геохимического, люминесцентно-микроскопического, рентгенофлуоресцентного и биостратиграфического методов.

На основе данных исследований удалось проследить латеральную и фациальную изменчивость рассматриваемых отложений [5, 6]. По результатам вышеуказанных исследований выделены литофациальные группы отложений: песчаники, алевро-песчаники, алевро-аргиллиты.

Выяснено, что группа алевро-песчаников формировалась в озерно-аллювиальной обстановке [1-3]. В породах присутствует углефицированный растительный детрит. Обрывки вай папоротников, разорванные листья чекановскиевиных и хвойных говорят о захоронении их в неспокойной гидродинамической обстановке. В породах группы алевро-песчаников содержание битуминозного вещества изменяется в пределах 0,04...0,06%. Оно заполняет поры, интерстиции, пропитывает цементирующую массу. В ультрафиолетовом свете порода характеризуется поровой и цементной битуминозной текстурой. Состав битумоидов изменяется от смолисто-асфальтенового до маслянистого, при преимущественном преобладании маслянистого и смолисто-маслянистого состава (светло-желтое и светло-буроватое свечение), отмечается запах углеводородов. Данные отложения могут быть рекомендованы для опробования на углеводороды.

Ко второй литофациальной группе относятся песчаники руслового комплекса (рис. 1). Наиболее грубозернистые отложения сформированы в обстановке русла (меандровые косы, русловые отмели). Слоистость полого волнистая, горизонтальная, линзовидная. Отложения представлены песчаниками средне-мелкозернистыми, кварц-полевошпатовыми, с пленочно-поровым гидрослюдистым цементом. Обломки кварца корродированы и регенерированы. Полевые шпаты разложены с образованием кремнисто-глинистого агрегата. Отмечается увеличение степени корродированности и регенерации кремнистого материала в горизонтах, насыщенных битуминозным веществом. Расчет литохимических модулей свидетельствуют о значительной выветрелости исходного материала, что подтверждает дальность переноса обломочного материала и зрелость осадочных пород [4, 8]. Отложения характеризуются наличием внутриформационных размывов, о чем свидетельствуют уровни с интракластами глинистых пород. В породах литофациальной группы песчаников отмечается большое количество эпибитумоидов (0,08%), заполняющих поры и цементирующую массу. Состав битумоидов изменяется от смолисто-асфальтенового (темно-бурое свечение) до легких фракций (светлое и желтоватое свечение). Отмечается преобладание битумоидов смолистого (желтовато-бурое свечение). Породы из данной литофациальной группы при соответствующих фильтрационно-емкостных свойствах могут служить хорошими коллекторами углеводородов.

Алевро-аргиллиты третьей литофациальной группы формировались в озерно-болотных условиях. В разрезе зафиксированы прослой углей и углистых пород. Присутствует пирит, что свидетельствует о восстановительных условиях осадконакопления. Битуминозное вещество в породах литофациальной группы алевро-аргиллитов отмечается на участках, наиболее обогащенных глинистыми минералами. Под люминесценцией порода характеризуется неравномерным распределением битуминозного вещества. Состав битумоидов изменяется от смолисто-асфальтенового (темно-коричневое свечение) до легкого (голубоватое свечение). В породах преобладают битумоиды смолистого состава (буроватое свечение). Битуминозная текстура неравномерно рассеянная, пятнистая, трещинная (рис. 2). В тонких трещинках преобладают битумоиды смолисто-асфальтенового, реже маслянистого состава (желтоватое свечение). Трещинки ориентированы субпараллельно поверхности напластования. Судя по взаимоотношениям, поступление битумоидов в породу было неоднократное. Битумоиды по генезису смешанные. В основной массе - сингенетичные, в трещинах – эпибитумоиды.

В ходе комплексного исследования среднеюрских отложений центральной части Тымского структурно-фациального района выделены 3 литофациальные группы отложений. Наиболее перспективными в отношении обнаружений скоплений углеводородов являются породы, сформированные в условиях русловых фаций, в условиях гумидного климата. Среди отложений озерно-болотных фаций выявлены горизонты сингенетично битуминозных алевро-аргиллитов (нефтегазоматеринские породы).

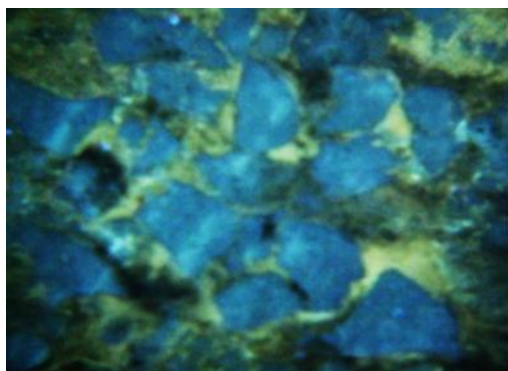


Рис. 1 Песчаник русловой фации

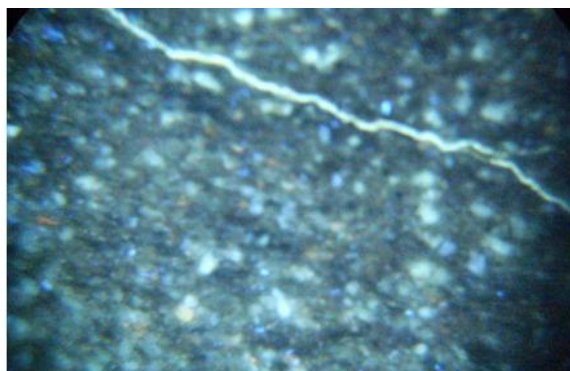


Рис. 2 Алевро-аргиллит озерно-болотной фации

Литература

1. Алексеев В.П. Литолого-фациальный анализ: Учебно-методическое пособие к практическим занятиям и самостоятельной работе по дисциплине «Литология» – Екатеринбург: Изд-во УГГГА, 2003. – 147 с.
2. Барабошкин Е.Ю. Седиментология керна. Терригенные коллекторы. – Москва: 2011. – 157 с.
3. Ботвинкина Л.Н. Методическое руководство по изучению слоистости // Труды геологического ин-та АН СССР – М.: Изд-во «Наука», вып. 119. 1965. – 260 с.
4. Интерпретация геохимических данных / Под ред. Е.В. Складорова. – М.: Интернет Инжиниринг, 2001. Т.1 – 288 с.
5. Маслов А.В. Осадочные породы: методы изучения и интерпретации полученных данных: Учебное пособие. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2005. – 289 с.
6. Обстановка осадконакопления и фации / Ред. Х.Г. Рединг. – М.: Мир, 1990. – Т.1 – 352 с.
7. Решения 6-го Межведомственного стратиграфического совещания по рассмотрению и принятию уточненных стратиграфических схем мезозойских отложений Западной Сибири. – Новосибирск: СНИИГГиМС, 2004. – 113 с.
8. Юдович Я.Э., Кетрис М.П. Основы литохимии. – Спб.: Наука, 2000. – 479 с.

СРАВНЕНИЕ ВАРИАНТОВ СОЗДАНИЯ ЗАРАМОЧНОГО ОФОРМЛЕНИЯ МАКЕТОВ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ КАРТ В ARCGIS И CORELDRAW

А.А. Страхов

Научный руководитель старший преподаватель Ф.Р. Сатаев

Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия

Томский государственный университет с 2000 года по настоящее время силами НИЛ Геокарт геолого-географического факультета ведет работы по ГДП-200 в рамках Государственных контрактов с Министерством природных ресурсов РФ. Активное участие в полевых исследованиях и камеральной обработке материалов принимают студенты факультета, получая практический опыт работы на всех стадиях геологоразведочных работ.

В соответствии с Едиными требованиями [1] к комплектам цифровых материалов геологических карт макеты геологических карт должны сдаваться в шейп-файлах, а зарамочное оформление макетов может быть создано как средствами ArcView (ArcGIS) так и CorelDraw.

Для создания макетов геологических карт используется MapDesinger [4] - дополнительный модуль к программе ArcGIS, позволяющий создавать легенды к картам с использованием Эталонной базы условных знаков (ЭБЗ) [3], строго регламентирующих вид, размер и другие параметры условных знаков.

Оформление условных знаков в зарамочном оформлении должно полностью соответствовать ЭБЗ и условным знакам на макете карты. До выхода версии ArcGIS 9.2 макеты комплектов геологических карт, созданные в НИЛ Геокарт ТГУ средствами ArcView (ArcGIS) через обменные форматы *.eps и *.emf экспортировались в формат CorelDraw, в котором рисовалось все зарамочное оформление. Возможности CorelDraw позволяют оформлять макеты карт с соблюдением всех необходимых требований [2], но при прорисовке отдельных разновидностей крапа или специфических типов линейных границ могут возникнуть трудности с полным соответствием условного знака эталону в ЭБЗ. Начиная с версии ArcGIS 9.2 при экспорте макетов геологических карт из ArcGIS в CorelDraw стали возникать трудности – меняются исходные размеры объектов или сбиваются подписи объектов и прорисовка отдельных линий, созданных с использованием специальных шрифтов. Для приведения экспортированного в CorelDraw макета карты в полное соответствие с созданным в ArcGIS трафаретом много времени.

В связи с этим было принято решение в проекты с макетами геологических карт добавлять зарамочное оформление, созданное в CorelDraw. Импорт соответствующих рисунков в проект ArcGIS возможен в нескольких вариантах, в каждом из которых есть свои недостатки. Первый вариант – экспорт рисунка из CorelDraw в растровый формат (jpg, tiff) с последующей привязкой в отдельном фрейме проекта. В этом варианте при печати макета могут возникнуть сложности с прорисовкой тонких линий и оттенками цвета. Второй вариант – вставка рисунка в компоновку проекта через буфер обмена с помощью операций Копировать-Вставить. Проблемы этого варианта – рисунок вставляется как один полигональный объект, размер которого при этом меняется и его надо править. Самый приемлемый вариант – добавление рисунка в компоновку проекта с использованием команды Вставка объекта и выбор соответствующего типа объекта CorelDraw. При этом сохраняется возможность правки рисунка – при двойном клике левой кнопки мыши по объекту он открывается в окне программы CorelDraw для внесения изменений. Но и в этом случае есть определенные трудности. Рисунок CorelDraw, вставленный как соответствующий объект в проект ArcGIS, не может быть открыт для редактирования из этого проекта на другом компьютере при несовпадении версий CorelDraw. Объект невозможно открыть для редактирования из проекта даже если на компьютере установлена более современная версия CorelDraw. Уже вставленный в компоновку объект CorelDraw нельзя перенести в другой проект путем простого копирования, при вставке через буфер обмена происходит изменение размера объекта. Если в зарамочное оформление вносят коррективы или исправления мы должны их внести и в рисунки CorelDraw.

Чтобы исключить дублирование зарамочного оформления ArcGIS в CorelDraw, сократить количество операций, время работы и добиться полного соответствия условных знаков макетам и ЭБЗ, было принято решение оформлять макеты карт средствами ArcGIS. Использование модуля (расширения) MapDesinger позволяет создавать легенды к геологическим картам и оформлять макеты в полном соответствии с Эталонной базой условных знаков. В результате условные знаки из таблицы содержания, добавленные в зарамочное оформление, полностью повторяют знаки макета соответствующей геологической карты. Полученная легенда

конвертируется в графику, что позволяет оформлять её в соответствии с требованиями [2]. Получив полное соответствие условных знаков макета и зарамочного оформления, мы столкнулись с неожиданной проблемой – отсутствием в богатой библиотеке условных знаков ArcGIS стилей в виде фигурных скобок необходимых для объединения базовых подразделений в легенде.

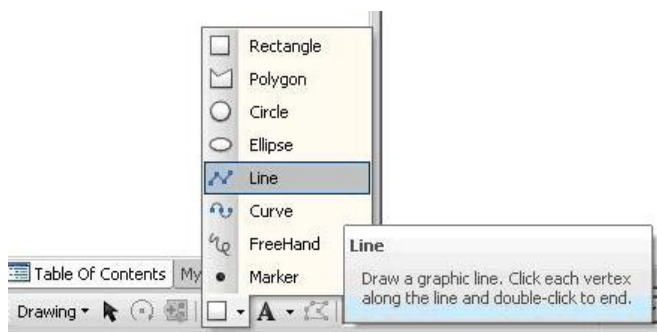


Рис.1 Инструмент Line (График)

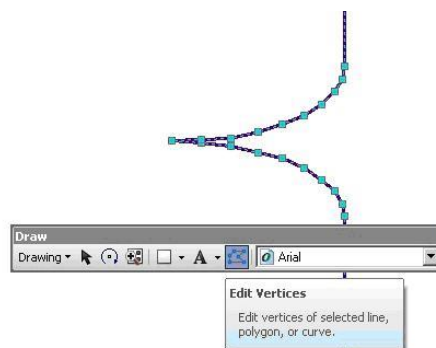


Рис.2 Инструмент Edit Vertices
(Редактировать вершины)

В ArcGIS фигурную скобку можно нарисовать используя инструмент Line (График) (рис. 1) панели инструментов Draw (Рисование). В режиме компоновки нужно включить отображение сетки для удобства построения и задать инструментом Line (График) первоначальную форму фигуры. С помощью инструмента Edit Vertices (Редактировать вершины) мы добавляем вершины в объект для придания более плавных форм фигуре в участках перегиба линии (рис. 2). Конечным этапом создания данной фигуры является редактирование толщины линии (в свойствах полученного объекта), по требованиям [2] она должна составлять 0,12 мм. Полученные данным способом объекты легко масштабируются, сохраняя требуемую толщину и их можно использовать в будущем, сохранив в отдельном проекте.

Едиственный компонент зарамочного оформления, создание которого средствами ArcGIS в настоящее время вызывает у нас большие затруднения – стратиграфическая колонка. Данный элемент зарамочного оформления проще создать средствами CorelDraw.

Литература

1. Единые требования к составу, структуре и форматам представления в НРС Роснедра комплектов цифровых материалов листов Государственных геологических карт масштабов 1:1 000 000 и 1:200 000. – СПб.: Издательство ФГУП «ВСЕГЕИ», 2011. – 185 с.
2. Примеры зарамочного оформления к картам геологического содержания масштаба 1:200 000. – СПб.: Издательство ФГУП «ВСЕГЕИ», 2013. – 36 с.
3. Эталонная база изобразительных средств Госгеолкарты 200/2 [Электронный ресурс] : эталон. база – Электрон. дан. – СПб.: ФГУП «ВСЕГЕИ», 2013. – Версия X.01.01.
4. Описание расширения MapDesinger для ArcGIS версии 10.0 – СПб.: Издательство ФГУП «ВСЕГЕИ», 2013. – 144 с.

КОНОДОНТЫ МОСКОВСКОГО ЯРУСА СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ ПРИКАСПИЙСКОЙ ВПАДИНЫ А.А. Тарасова

Научный руководитель доцент Г.М. Сунгатуллина
Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань, Россия

В северной части Прикаспийской впадины отложения московского яруса со стратиграфическим несогласием залегают на башкирских образованиях, они в нижней части (верейский горизонт) представлены преимущественно терригенными породами с прослоями известняков, вверху сложены известняками детритово-органогенными, белыми, серыми с тонкими прослоями аргиллитов (рис. 1). В карбонатах содержатся многочисленные остатки фораминифер, нами было проведено исследование отложений московского яруса на конодонты. Для этого произведена дезинтеграция карбонатных пород в уксусной кислоте и получены следующие результаты.

1. Конодонты в отложениях верейского горизонта малочисленны, но разнообразны (рис. 2), здесь встречены идионогнотодусы (*Idiognathodus alijutovensis* Alekseev, Barskov et Kononova, *I. delicatus* Gunnell, *I. praeobliquus* Nemirovskaya), редкие стрептогногнотодусы, представленные видом *Streptognathodus dissectus* Kossenko, из неогнотодусов присутствуют единичные *Neognathodus nataliae* Alekseev et Gerelzegez.

2. Конодонты каширского горизонта представлены только идионогнотодусами, среди которых заметны доминируют, характерные для второй половины московского века, *Idiognathodus obliquus* Kossenko et Kozitskaya (рис. 3), совместно присутствуют редкие *I.claviformis* Gunnell и *I.delicatus* Gunnell, имеющие широкий диапазон стратиграфического распространения.

3. Существенно обновляется подольский комплекс конодонтов, где среди идиоэнатодусов появляются новый вид: *Idiognathodus podolskensis* Goreva. Также здесь в большом количестве присутствуют гондолеллы (*Gondolella laevis* Kossenko et Kozitskaya и *G. magna* Stauffer et Plummer).

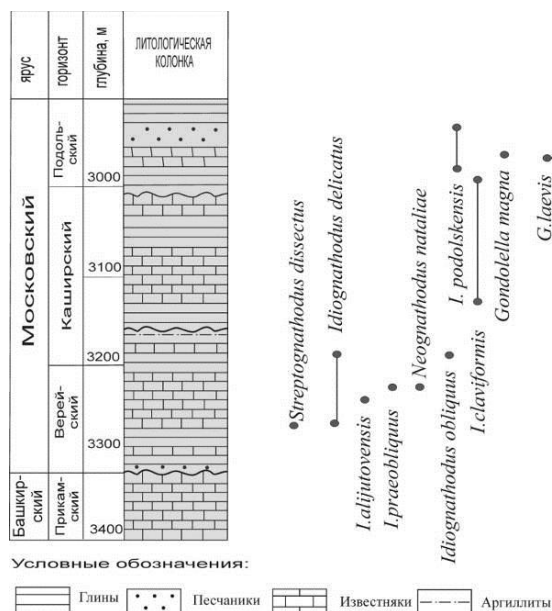


Рис. 1 Стратиграфическое распространение конодонтов в отложениях московского яруса

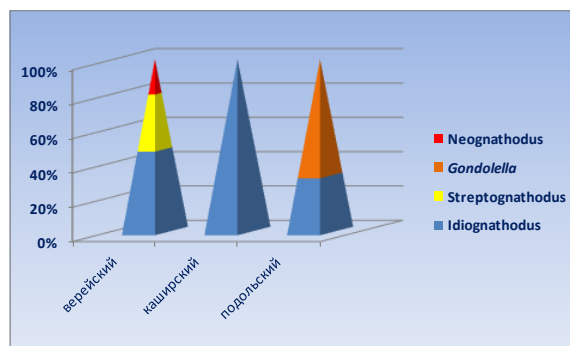


Рис. 2 Количество конодонтов в различных горизонтах московского яруса

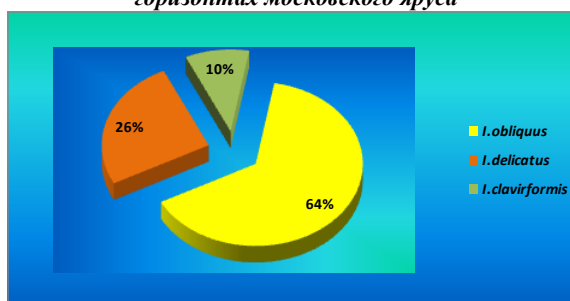


Рис. 3 Соотношение видов конодонтов в отложениях каширского горизонта

Рассматривая развитие отдельных родов в течение московского века, можно отметить, что *Neognathodus* и *Streptognathodus*, найдены только в породах верейского горизонта (рис. 2). Идиоэнатодусы встречаются по всему разрезу московского яруса. В течение московского века отмечено несколько моментов обновления их видового состава, приуроченных к началу каширского (появляется *Idiognathodus obliquus* Kossenko et Kozitskaya) и подольского (возникает *I. podolskensis* Goreva) времени. Гондолеллы обнаружены только в отложениях подольского горизонта, их присутствие обычно указывает на глубоководную обстановку осадконакопления.

Таким образом, в течение московского века на исследованной территории происходило углубление морского бассейна, достигшее максимума в подольское время. Комплексы конодонтов, обнаруженных в горизонтах московского яруса Прикаспийской впадины, типичны для одновозрастных отложений Восточно-Европейской платформы, Донецкого бассейна и Урала, что позволяет коррелировать разрезы данных регионов [1].

Литература

1. Алексеев А.С., Горева Н.В., Махлина М. Х. и др. Средний карбон Московской синеклизы (южная часть) Палеонтологическая характеристика. – М.: Научный мир, 2001. – Т. 1. – 328 с.

ЯВЛЕНИЯ ПРОСАДКИ ГРУНТА В КАРСТОВОМ РАЙОНЕ МИДЫК – ХАНОЙ

Фам Тиен Тханг¹, Фи Хонг Тхинь¹, Чьеу Дык Хуй²

Научный руководитель доцент С.К. Кныш

¹Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

²Департамент природных ресурсов и охраны окружающей среды г. Ханой, Вьетнам

Явление просадки грунта в районе Мидык и в соседних с ним микрорайонах, чаще всего происходит в жилых кварталах и приводит к деформации земной поверхности, разрушению домов и промышленных объектов, а также изменению уровня подземных вод. Определение причин, механизма и мест возможного проседания грунта играет важную роль в развитии района и его экономики, оказывает влияние на жизнь людей.

Административно Мидык является юго-западным районом столицы Ханоя, которая располагается в дельте Красной реки. Общая площадь района Мидык составляет 230 км². Район густо заселен и застроен. Рельеф района не однородный. В юго-западной части района располагаются невысокие горы, сложенные известняками, а с северо-восточной и восточной части к горам примыкают равнинные участки поймы реки Даи с

многочисленными озерами. Климат района влажный тропический с постоянными муссонами. Годовое количество осадков составляет 1400...1700 мм. В период с июля по сентябрь выпадает 80% годовой суммы осадков.



Рис. 1 Место просадки грунта в поселке Ангха-Летхань-Мидык [1]



Рис.2 Суффозионная воронка площадью 30 м² [1]

В начале мая 2006 г. в селе Фулийен микрорайона Хоптйен явления просадки грунта начались после бурения водозаборной скважины. Когда скважина достигла горизонта подземных вод на глубине 30 м, земля около скважины неожиданно просела и на поверхности образовалась воронка диаметром около 5 м и глубиной 1 м, которая в дальнейшем превратилась в большой ров. На поверхности около рва, образовались многочисленные длинные трещины, а сама поверхность также просела. В результате этого в четырех соседних домах наружные стены полностью разрушились. Двадцать первого декабря 2010 г. в доме Нгуен Тхань Бинь (поселок №16 микрорайона Летхань – Мидык), после проходки скважины глубиной 38 м, на поверхности вокруг устья скважины в радиусе 0,5м образовалась воронка, которая через час увеличилась до 30 м² (рис. 1-2). Для ликвидации дальнейшего проседания грунта и угрозы разрушения соседних жилых домов потребовалось около двух месяце восстановительных работ [1].

Чтобы определить причины просадки грунта и дать оптимальные решения по предотвращению этого явления, нужно исследовать геологическое и инженерно-гидрогеологическое строение района, учесть деятельность поверхностных и подземных вод, а также воздействие человека на окружающую среду.

В геологическом строении района принимают участие две серии пород:

Верхняя серия представлена рыхлыми пролювиально–аллювиальными осадками четвертичной системы: Аллювиальные отложения (аQ22) поймы реки Даи мощностью 4-12 м (пески, суглинки).

Толща Хайхынг (аQ21-2) распространяется на глубине 11,0-25,1м (цветные глины).

Толща Тхайбинь (аQ23tb) распространяется на всей площади равнины, на глубине 25,0-37,0 м (серые глины и суглинки).

Толща Виньфук (аQ13vp) распространяется на глубине 24,0-38,8 м (серые глины, цветные пески).

Нижняя серия представлена карбонатными породами толщи Донгзао (T2adg). В ее состав входят серые, белые известняки. Породы толщи Донгзао распространены на западе района Мидык, где они слагают горный массив. К востоку от горного массива на равнинной части района карбонатные породы погребены под рыхлыми пролювиально–аллювиальными четвертичными отложениями. На глубине 35–49 метров породы нижней толщи сильно трещиноваты и закарстованы, а на больших глубинах в толще известняков отмечаются карстовые пещеры. Кровля закарстованных известняков неровная.

В вертикальном разрезе отложений района Мидык выделяется три водоносных горизонта: верхний горизонт приурочен к голоценовым отложениям (аQ23tb); средний горизонт, к отложениям плейстоцена (аQ1vp); нижний водоносный горизонт связан с карбонатными породами толщи Донгзао (T2adg) среднего триаса. Этот горизонт подземных вод распространен на площади более 30 км². Верхняя часть закарстованных пород (эпикарст) мощностью 10–12 метров сильно трещиноваты. В трещинах и карстовых полостях содержится много воды. В массивных известняках содержание воды уменьшается [1]. Питание водоносных горизонтов осуществляется за счет атмосферных осадков. Между этими тремя горизонтами подземных вод существует гидравлическая связь.

Рассмотренные примеры просадки грунта, которые приводили к тяжелым катастрофическим последствиям, позволяют определить и их главные причины:

1. Особенности геологического строения района. Большое количество атмосферных осадков формирует поверхностный и подземный сток, что приводит к активному развитию карста в карбонатных породах и процессам суффозии в рыхлых современных осадках. В некоторых местах верхняя часть карстовых пещер (их кровля) может обрушаться и водонасыщенные грунты верхней рыхлой толщи могут формировать плывуны, устремляющие в карстовые пустоты. Вследствие этого на поверхности образуются глубокие просадочные воронки и деформация поверхности.

2. Тектонические движения по разлому Шонгхонг, в зоне которого располагается толща Донгзао, повышают трещиноватость карбонатных пород и способствуют более активному развитию карстовых полостей.

3. Техногенный фактор. Недооценка прочностных свойств грунтов при строительстве зданий и сооружений. Верхняя толща сложена слабоуплотненными четвертичными породами: супесью, суглинками, мелкозернистыми песками с линзами и прослоями глин. Эти отложения обладают неравномерной сжимаемостью и текучестью. При активном движении подземных вод из водоносных горизонтов в результате суффозии выносятся мелкие частицы, что может привести к неравномерным просадкам грунта, деформации земной поверхности и технических сооружений.

4. Деятельность человека: бурение водозаборных скважин, строительство высотных зданий и сооружений. Так, например, бурением скважин установлено, что карстовые пещеры распространяются ниже эпикарстовой зоны на глубине 39,5-47,5 м. [1]. Если водозаборные скважины достигают горизонта подземных вод закарстованных пород, то они становятся сквозными фильтрами, по которым воды верхних горизонтов устремляются вниз в карстовые полости. Это приводит к понижению уровня грунтовых вод верхних горизонтов, суффозии в рыхлой толще пород и изменению их механических свойств, возникновению пьезунов, образованию воронок и просадки грунта на поверхности. Следовательно, явление просадки грунта в районе Мидык – Ханой во многом обусловлено деятельностью человека, а его воздействие на геологическую среду приводит к нарушению природного равновесия в гидрогеологических условиях.

Выводы и рекомендации.

Явление просадки грунта в районе Мидык - Ханой обусловлены в первую очередь существующими естественными геологическими факторами, а также деятельностью человека. Учитывая все эти причины необходимо:

- зарегулировать поверхностный сток и исключить утечки техногенных вод в жилых районах;
- обустроить систему централизованного водоснабжения населения в селах и микрорайонах и исключить бурение водозаборных скважин;
- не строить высотные дома, если нет результатов инженерно-геологических изысканий участков будущей застройки;
- детально исследовать инженерно-геологическое строение районов города Ханой, где распространены карбонатные породы и определить опасные участки.

Литература

1. Нгуен Данг Тук, Буй Ван Тхом, Нгуен Хуй Тхинь (2-2011). Результаты исследований просадки грунта в провинции Хачунг-Хаулок-Тханьхоа // Журнал наук о Земле (11 – 2011), – Ханой.
2. Ха Ван Хай. Несколько новых открытий современной тектонической активности в Ханое и близлежащих районах // Журнал Наук о Земле (3,4 – 2007), – Ханой – С.44.

СЕКВЕНС-СТРАТИГРАФИЧЕСКОЕ РАСЧЛЕНЕНИЕ РАЗРЕЗА ОТЛОЖЕНИЙ 1 И 2 СВИТЫ УРЖУМСКОГО ЯРУСА НА ЗАПАДНОЙ СКЛОНЕ МЕЛЕКЕССКОЙ ВПАДИНЫ

Э.И. Фахрутдинов, Р.Р. Хазиев

Научный руководитель профессор Н.Г. Нурғалиева

Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань, Россия

Монастырский овраг находится на правом берегу р. Волги, в землях Тетюшского района в юго-западной части Республики Татарстан, в западной части Мелекесской впадины, в 3 км от села Монастырского и в 12 км от г. Тетюши. В 2013 году авторами были проведены научные полевые исследования опорного разреза перми, с детальным отбором образцов. Наибольший научный интерес представляет исследования граничных отложений первой и второй свиты уржумского яруса. Наиболее доступными для исследования, являются отложения уржумского, северодвинского и частично вятского возраста, которые наблюдаются в тальвеге и на бортах оврага.

Настоящая работа посвящена изучению цикличности 1 и 2 свиты отложений уржумского возраста на основе лито- и секвенс-стратиграфического метода в западной части Мелекесской впадины.



Рис. 1 Линзы палыгорскита в отложениях 1 свиты Уржумского яруса

По данным литологического описания пород в уржумских отложениях установлено, что первая свита («красноцветная») представлена чередованием терригенных пород, однотонных по цвету (чередование красноцветных глин, песчаников, мергелей). Здесь присутствуют 3 уровня с палеогорскитом, имеющие толщину первые мм (только в первой свите уржумского яруса), что свидетельствует об обстановке химического осадконакопления (аридизация климата) (рис. 1).

Вторую свиту («пестроцветную») слагают красные, серые и розовато-серые терригенные, карбонатные и терригенно-карбонатные породы. Свита насыщена многочисленными остатками остракод, двухстворчатых моллюсков, костей и чешуи рыб.

Отложения уржумского яруса представляют большой интерес для стратиграфов, так как на протяжении уржумского века происходили частые смены обстановки осадконакопления, о чем свидетельствует чередование морской (кости и чешуя рыб) и наземной фауны и флоры (растительные остатки и кости амфибий) в отложениях свит уржумского яруса [2].

Биостратиграфия хорошо работает лишь в верхней части первой свиты и во второй. Первые 20 м разреза представлены «немой» в палеонтологическом отношении толщей. Для более дробной стратификации необходимо применять другие методы стратиграфических исследований: лито- и секвенс-стратиграфия.

В дополнении к литостратиграфии был применен секвенс-стратиграфический метод расчленения разреза. Данными для выделения секвенсов послужили литологическое описание пород, кривые вариации литохимических параметров (CaO , K_2O , Al_2O_3 , SiO_2) и визуального наблюдения разреза Монастырского оврага, характеризующего довольно полным объемом для изучения.

Литостратиграфия хорошо работает по наличию почвенных горизонтов (рис. 2), так как появление его – естественное завершение цикла седиментации. По данным литостратиграфии выделяются 6 циклов седиментации.

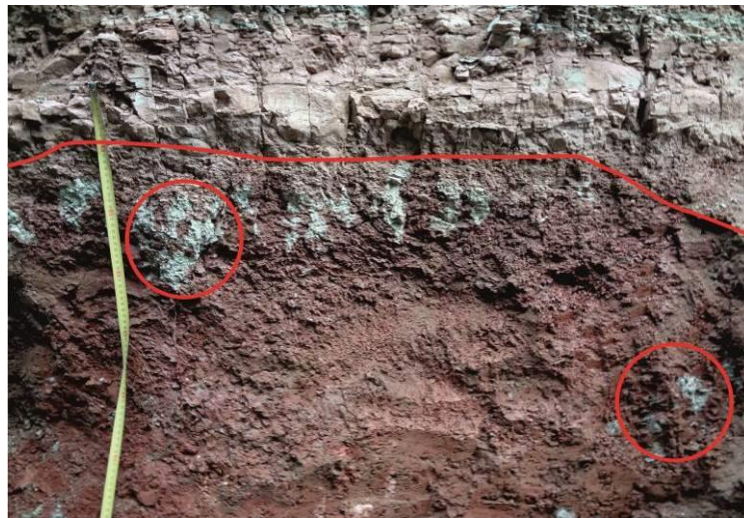


Рис.2 Почвенный горизонт (в слое красной глины видны пятна оглеения по корневым пустотам)

По разрезу 1 и 2 свиты выделяется 6 секвенсов. Максимальный уровень затопления прослеживается по максимальному значению CaO (индикатор морской обстановки). Границы секвенсов отбивались по точкам, где происходила смена увеличения грубозернистости на уменьшение [1] (максимум Al_2O_3 , SiO_2 , K_2O – которые ведут себя симбатно по всему разрезу). При анализе кривых вариаций было установлено, что границы циклов седиментации по почвенным горизонтам четко сопоставляются с границами секвенсов, выделенных по кривым литохимических вариаций (рис. 3).

Выводы:

1. Седиментационные циклы, выделенные при полевом описании разреза, довольно хорошо отбиваются по поведению главных литогенных окислов - CaO , K_2O , Al_2O_3 , SiO_2 .
2. Установлено, что породы первой свиты, имеют постоянство химического состава по сравнению со второй свитой, где наблюдаются более отчетливо вариации химических элементов и их оксидов.
3. Граница между свитами четко отбиваются по кривым вариаций литохимических модулей.

Литература

1. Габдуллин Р.Р., Копаевич Л.Ф., Иванов А.В. Секвентная стратиграфия: Учебное пособие. – М.: МАКС Пресс, 2008. – 113 с.
2. Силантьев В.В., Есин Д.Н. Опорный разрез Татарского яруса в Монастырском овраге // Вестник Московского университета, сер.4, Геология. – М., 1993. – №4 – с. 38–48.

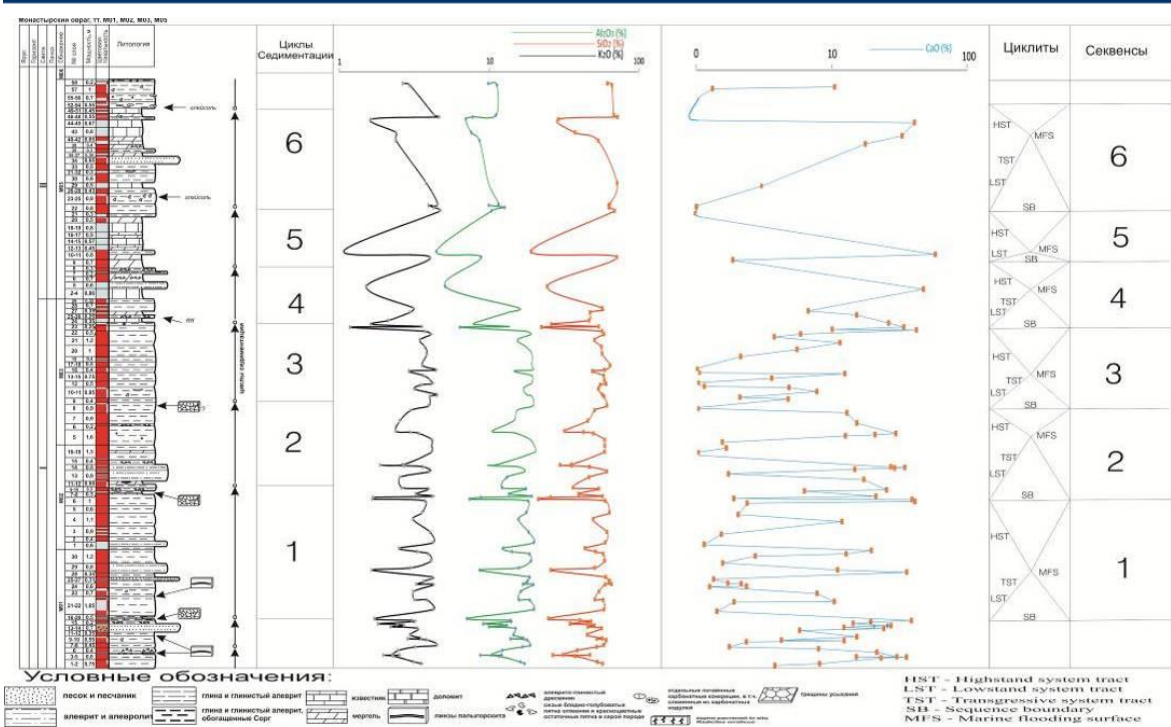


Рис. 3 Разрез первой и второй свиты Уржумского яруса в овраг.Монастырский

ПАЛЕОГЕОГРАФИЯ РАННЕГО ТУРНЕ МИНУСИНСКОГО ПРОГИБА

А.Н. Филимонов

Научный руководитель профессор В.М. Подобина

Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия

В работе приведены результаты исследований, направленных на уточнение палеогеографии раннего турне Минусинского прогиба. За период полевых работ в 2012-13 гг., организованных НИЛ Геокарт ТГУ, автором изучались разрезы быстрянской свиты в юго-западном, центральном и северном районах Южно-Минусинской впадины и была собрана коллекция растительных остатков. В расчленении и корреляции разрезов быстрянской свиты северных районов прогиба применялись данные М.И. Грайзера [4], В.А. Ананьева [2] и В.Т. Зорина [5]. Также была изучена коллекция ископаемых растений, собранная В.А. Ананьевым [2] в Северо-Минусинской и Назаровской впадинах и хранящаяся в палеонтологическом музее ТГУ за номером № 50.

В основе уточнения палеогеографии лежит анализ площадного и вертикального распространения карбонатных пород, изменения мощности отдельных частей быстрянской свиты, характера распространения растительного комплекса. За стратиграфическую основу принята схема М.И. Грайзера [4], в соответствии с которой быстрянская свита подразделена на три пачки: нижнюю (доломитово-известняковую), среднюю (туффитовую) и верхнюю (песчаниково-туфогенную) пачки.

Ранее палеогеографическая обстановка раннего карбона Минусинского прогиба рассматривалась А.Е. Могилевым [6]. По его мнению, раннебыстрянская трансгрессия наступала только с севера Минусинского прогиба со стороны «Кольвань-Томского» моря. По нашим данным (рис. 1), трансгрессия могла осуществляться также и со стороны Кузнецкого бассейна (юго-запад Южно-Минусинской впадины). Возможным путем проникновения морских вод на территорию Южно-Минусинской впадины в раннебыстрянское время могли служить понижения в районе стыка современных Западного Саяна и Кузнецкого Алатау (район сел Таштып и Матур). На это указывают увеличение мощности нижней пачки быстрянской свиты в направлении с севера на юго-запад впадины. В этой же части впадины наблюдаются наиболее мощные слои карбонатов в основании свиты. В разрезе северного склона хр. Сарж (с. Сыры) мощный слой карбонатов (12 м) залегает на эродированной поверхности тубинской свиты верхнего девона. Восточнее (г. Уйта; г. Улуг-Кирба-2-я; г. Изых; р. Енисей севернее с. Алтай) мощность слоев карбонатов уменьшается до 2-3 м, а мощность терригенных пород нижней пачки возрастает. В районе с. Быстрая [4] (окрестности г. Минусинск) в основании свиты залегает слой конгломератов и только выше расположен 3-метровый слой обломочных известняков. Севернее, на хр. Подкунинском мощность окремнелых известняков составляет уже 0,1-0,5 м. Северо-восточнее, в разрезе южного склона г. Тепсей [5], карбонаты в нижней пачке свиты полностью отсутствуют. Таким образом, мощность карбонатов постепенно уменьшается с 12 до 0,1 м в направлении с юго-запада впадины на север. Преобладание в нижней пачке тонкозернистых алевритово-песчаниковых отложений в центре, на севере и востоке Южно-Минусинской впадины, свидетельствует о наличии здесь в раннебыстрянское время аллювиальных и аллювиально-дельтовых условий, а маломощные прослои карбонатов указывают на кратковременные морские интгрессии.

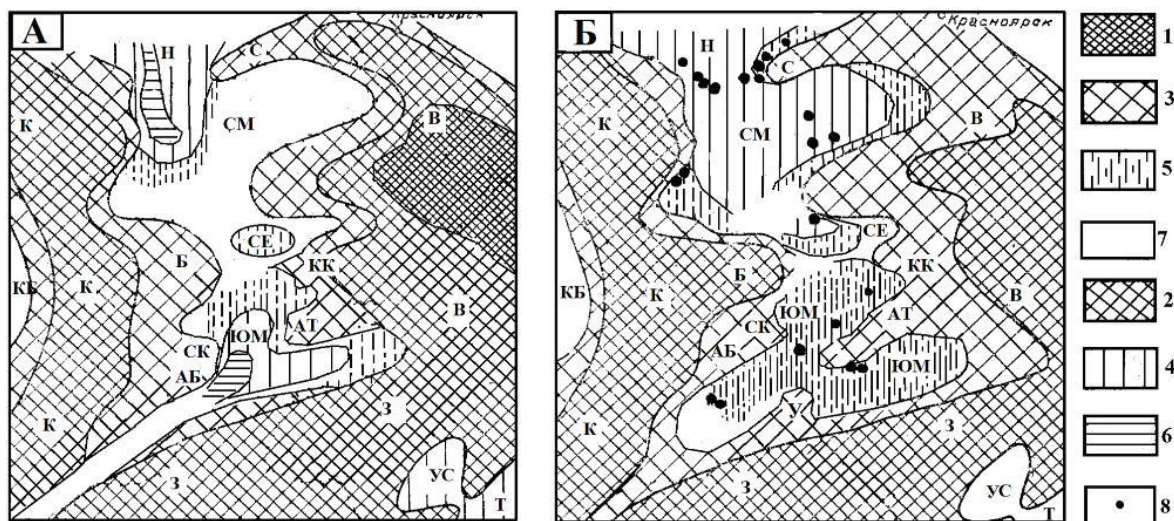


Рис. 1 Палеогеография ранне (А)- и позднебыстрянского (Б) времен Минусинского прогиба. Условные обозначения: 1 – средне-высокогорье; 2 – низкогорье; 3 – равнинно-увалистая суша; 4 – временно-затопляемая территория; 5 – аккумулятивные равнины; 6 – лагуны (мелководные заливы); 7 – неустановленные бассейновые условия; 8 – местонахождения ископаемых растений. Поднятия: К – Кузнецкий Алатау; Б – Батеневский кряж; В – Восточный Саян; С – Солгонский кряж; АБ – Абаканский хр.; АТ – Алтае-Тагарское; СК – Саксырское; КК – Казыр-Кизирское; У – Утинское. Впадины: Н – Назаровская; СМ – Северо-Минусинская; СЕ – Сыдо-Ербинская; ЮМ – Южно-Минусинская; КБ – Кузнецкая; УС – Усинская; Т – Тувинская

На севере Сыдо-Ербинской впадины [5] мощность нижней пачки свиты уменьшается до 5 м. Карбонаты в ней полностью отсутствуют. Вероятно, сказалось влияние поднятия (Батеневский кряж), разделявшего в раннебыстрянское время южные и северные районы прогиба.

Для восточной части Северо-Минусинской и юго-восточной части Назаровской впадин начало быстрянского времени характеризуется перерывом в осадконакоплении. Западнее, в условиях осолоненно-лагунного мелководья в наиболее погруженной южной части Назаровской впадины сформировалась достаточно мощная «можарская» толща (д. Можары) [5].

В начале среднебыстрянского времени связь Южно-Минусинской впадины с морским бассейном (Кузбасс) прекращается за счет поднятия ее юго-западной части. На это указывает полное отсутствие карбонатных отложений в средней и верхней пачках быстрянской свиты. В понижениях на юго-западе впадины (с Ниж. База и Сыры) в средне- и позднебыстрянское времена существовали аккумулятивные равнины. В разрезах свиты близ современных Саксырского поднятия (г. Уйтаг) и Утинской антиклинали (с. Соломенный стан [3]) отмечается перерыв с полным отсутствием отложений средней и верхней пачек.

Наиболее широко аккумулятивные равнины были развиты в центре и севере Южно-Минусинской впадины. Здесь они представляли озерные водоемы, а ближе к поднятиям - аллювиальные долины. Основные источники сноса обломочного материала находились восточнее Южно-Минусинской впадины [7], из области современных поднятий Алтае-Тагарского и Восточного Саяна.

В Сыдо-Ербинской впадине [5] средняя и верхняя пачки быстрянской свиты также формировались преимущественно в условиях аккумулятивных равнин. Батеневский кряж, оказывавший влияние на осадконакопление в начале быстрянского времени, вероятно, позднее как поднятие себя не проявил. Этому свидетельствует увеличение общей мощности средней и верхней пачек быстрянской свиты, в сравнении с нижней пачкой в этом же разрезе. В самом конце быстрянского времени здесь также отмечается кратковременная ингрессия из Колывань-Томской области через Северо-Минусинской впадину (прослой известняков мощностью 0,5 м в кровле быстрянской свиты).

В Северо-Минусинской и Назаровской впадинах средняя пачка преимущественно сложена карбонатами, свидетельствующими о расширении морского залива (лагуны). Все верхнебыстрянское время на юге Назаровской впадины происходило накопление алевролитов (туффитов), песчаников с подчиненными прослоями известняков. В связи с более близким расположением к «Колывань-Томскому» морю условия осадконакопления на территориях этих впадин были аллювиально-дельтовыми и лагунными.

Также было установлено, что «Колывань-Томское» море оказывало влияние на состав растительного комплекса в позднебыстрянское время. Растительный комплекс, распространенный в верхней пачке быстрянской свиты представлен в основном тремя видами *Cyclostigma kiltorkense* Haughton, 1859, *Pseudolepidodendropsis carneggianum* (Heer) Schweitzer, 1969 и *Sphenophyllum subtenerrium* Nathorst, 1902 [2]. Анализ площадного и вертикального распространения растительных остатков по всему прогибу, показал, что в расположенных ближе к «Колывань-Томскому» морю Назаровской и Северо-Минусинской впадинах среди ископаемых растений доминирует *C. kiltorkense*. Виды *P. carneggianum* и *S. subtenerrium* встречаются значительно реже. В этих

впадинах растительные остатки приурочены к отложениям дельтовых и лагунных фаций. В Южно-Минусинской впадине, где связь с морем не прослеживается, преобладает *P. carneggianum*, а *C. kiltorkense* найден в малом количестве и плохой сохранности только в ее юго-западной части. Ископаемые растения преимущественно были захоронены в отложениях речных фаций.

Таким образом, в результате исследований были сделаны следующие выводы. Раннебыстрянская трансгрессия в Минусинском прогибе могла осуществляться с двух направлений – с северного со стороны «Колывань-Томского» моря и с юго-запада со стороны Кузбасса. Все средне- и позднебыстрянское времена на территории Южно-Минусинской впадины существовали аккумулятивные равнины не связанные с морем. В это же время Северо-Минусинская и Назаровская впадины были заняты дельтами и мелководными лагунами. «Колывань-Томское» море в позднебыстрянское время оказало влияние на состав растительного комплекса. Так на севере Минусинского прогиба доминировал *C. kiltorkense*, а на юге - *P. carneggianum*.

Литература

1. Ананьев А.Р., Грайзер М.И. О флоре пограничных слоев девона и карбона в Минусинской котловине // Доклады АН СССР. – Москва, 1957. – Том 116, – №6. – С. 997-1000.
2. Ананьев В.А. Основные местонахождения флор начала раннего карбона в Северо-Минусинской впадине. – Томск: Изд-во Томского университета, 1979. – 124 с.
3. Геологическое строение Минусинских межгорных впадин и перспективы их нефте-газозности / под ред. М.В. Куликова // Труды ВНИГРИ. – Л.: Гостоптехиздат, 1958. – Вып. 120. – 300 с.
4. Грайзер М.И. Нижнекаменноугольные отложения Саяно-Алтайской складчатой области. – М.: Наука, 1967. – 148 с.
5. Зорин В.Т. Нижний карбон Минусинского прогиба (стратиграфия, флора). – С-Пб: Изд-во Разумовой Н.А., 1998. – 144 с.
6. Могилев А.Е. Некоторые особенности геологического развития Минусинского прогиба и его складчатого обрамления в раннем карбоне // Материалы по геологии Сибири. – Томск: Изд-во ТГУ, 1983. – С. 60-75.
7. Моссаковский А.А. Тектоническое развитие Минусинских впадин и их горного обрамления в докембрии и палеозое. – М.: Госгеолтехиздат, 1963. – 216 с.

БИОСТРАТИГРАФИЯ НИЖНЕМЕЛОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ СРЕДНЕГО КАСПИЯ

И.Д. Хайдаров, М.Р. Закиров

Научный руководитель доцент Г.М. Сунгатуллина

Казанский (Приволжский) федеральный университет, г.Казань, Россия

Отложения нижнего мела (готеривский, барремский, аптский и альбский ярусы) в Среднем Каспии представлены темно-серыми глинами с многочисленными остатками фораминифер и остракод, изучение которых и явилось целью настоящей работы. Для ее достижения был обработан керновый из скважины, пройденной в акватории Каспийского моря.

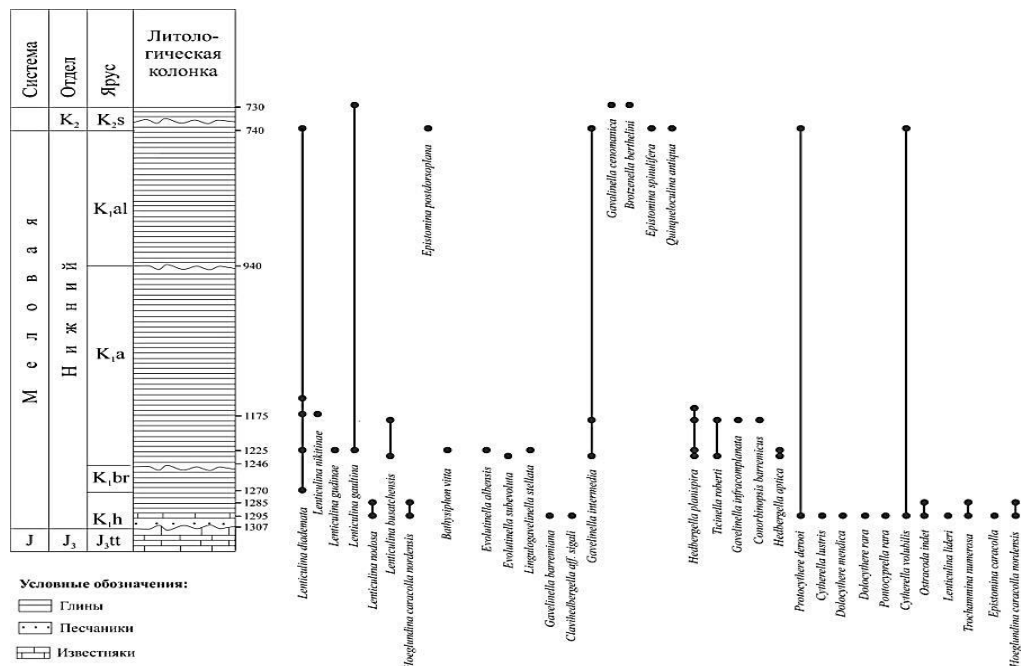


Рис. 1 Распространение микрофауны в отложениях нижнего мела Среднего Каспия

В результате проведенного исследования в нижнемеловых отложениях изученного региона обнаружено 29 видов фораминифер, относящихся к 11 родам и 6 видов остракод, принадлежащих 4 родам (рис. 1). Микрофауна многочисленна в отложениях готеривского и апского ярусов, существенно меньше ее присутствует в альбских и сеноманских образованиях, в породах барремского яруса микрофауна не найдена (рис. 2).

В комплексе фораминифер доминируют *Hedbergella*, которые составляют около половины из всего количества встреченных форм. Около 20% приходится на виды родов *Lenticulina* и *Ticinella*. Встречаются единичные экземпляры родов *Epistomina*, *Evolutinella*, *Gavelinella*, *Lingulogavelinella* и др.

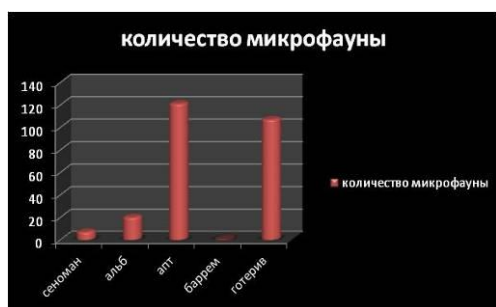


Рис. 2 Количество микрофауны в отложениях нижнего отдела меловой системы (по ярусам)

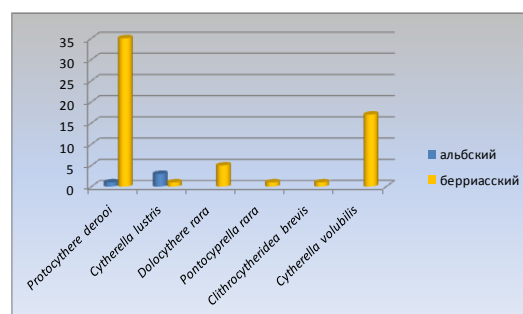


Рис. 3 Виды остракод в отложениях готеривского и альбского ярусов

Половину комплекса, обнаруженных в нижнем мелу Среднего Каспия остракод, составляют представители рода *Protocythere* (51%), чуть меньше встречено видов рода *Cytherella*, также присутствуют редкие *Dolocythere* и *Pontocyprella*.

Наблюдается следующее распределение микрофауны по разрезу нижнего мела.

В готеривском комплексе фораминифер доминируют бентосные секрционные формы: *Hoeglundina caracolla nordensis* Bystr. et Koss., *Lenticulina lideri* Rom., *Trochammina numerosa* Akim., фораминиферы многочисленны (рис. 2) и характерны для отложений готеривского яруса Тетической области [1]. Бентосная микрофауна также представлена остракодами, среди которых наиболее часто встречаются виды *Protocythere derooi* (Oertli) и *Cytherella volubilis* (Lyub.), характерные для раннемеловой эпохи (рис. 3).

В отложениях барремского яруса микрофауна отсутствует.

Аптский комплекс саркодовых существенно обновляется, из транзитных форм встречен только вид *Lenticulina diademata* (Berth.). Он состоит преимущественно из планктонных фораминифер *Hedbergella planispira* (Tarran) и *Ticinella roberti* (Gand.), характерных для апского яруса Тетиса [1]. Бентос занимает подчиненное положение и представлен в основном лентикулинами: *Lenticulina busatchensis* Vass., *L. diademata* (Berth.), *L. gaultina* (Berth.), *L. gudinae* E.Ivan., *L. nikitinae* Vass. Доминирование планктонной микрофауны может свидетельствовать об углублении морского бассейна в аптском веке.

В альбском веке наблюдается обеднение комплекса микрофауны, который представлен единичными раннемеловыми видами остракод: *Cytherella volubilis* Lyubimova, *Protocythere derooi* Oertli. Кроме того, здесь обнаружены единичные бентосные фораминиферы *Lenticulina diademata* (Berth.), *L. gaultina* (Berth.), *Epistomina postdorsoplana* (Vass.), *E. spinulifera* Reuss., *Quinqueloculina antiqua* (Franke). Существенное обновление комплекса фораминифер наблюдается у верхней границы альбского яруса, где встречаются типично сеноманские виды *Brotzenella berthelini* (Kell.), *Gavalinella cenomanica* (Brotz.) (рис. 4).

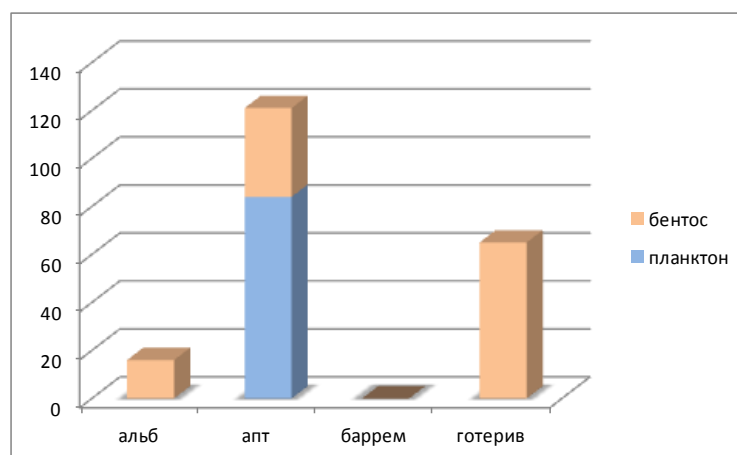


Рис. 4 Распределение бентосных и планктонных фораминифер по ярусам нижнего мела Среднего Каспия

Анализ распространения микрофауны в изученной скважине, указывает на то, что в районе Среднего Каспия в течение раннемеловой эпохи существовало теплое неглубокое море нормальной солености, в котором обитали многочисленные остракоды и фораминиферы. Присутствие планктонных фораминифер в отложениях аптского яруса может свидетельствовать об углублении морского бассейна в аптском веке.

Литература

1. Улановская Т. Е., Зеленщиков Г.В., Шилин А.В. Юра и нижний мел российского сектора Каспийского моря. – Новочеркасск: ООО НПО «Темп», 2006. – 60 с.

РИФЕЙСКИЙ МАГМАТИЗМ ТАРАТАШКОГО ВЫСТУПА И ЕГО ОБРАМЛЕНИЯ **А.О. Хотылев**

Научный руководитель ведущий научный сотрудник А.В. Тевелев
Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, г. Москва, Россия

В ходе работы были изучены многочисленные дайки базитов, располагающиеся в протерозойско-архейских образованиях Тараташского выступа, в рифейских толщах его обрамления, а также вулканисты айской свиты нижнего рифея. Работами многих исследователей, изучавших эту территорию, показано, что здесь присутствуют расслоенные [1] дайки и силлы основного и ультраосновного состава, отвечающие не менее чем трем или четырем сильно разнесенным во времени этапам рифтогенеза [2]. В связи с этим нами была сделана попытка разделить опробованные тела базитов по петрологическим и геохимическим данным.

По петрографическим особенностям изученные объекты уверенно разделяются на три группы: 1. Вулканические породы айской свиты с характерной неполнокристаллической порфириковой структурой. 2. Габбро и долериты сильно хлоритизированные с реликтами пироксена. 3. Долериты и габбро-долериты с характерной гранофировой структурой. По площади это разделение не прослеживается – дайки типов 2 и 3 расположены хаотично и в архейских, и в протерозойских породах.

Петрографическая характеристика. Вулканисты айской свиты представлены в основном порфиридовидными офитовыми долеритами, участками с четко выраженной долеритовой структурой, иногда миндалекаменной или хаотичной текстурой. Порода состоит из идиоморфных удлиненно-призматических кристаллов плагиоклаза размером до 2 мм (55-60%), и тонких игольчатых (до 1-1,2 мм) или изометричных (до 0,5 мм) выделений магнетита (10-12%). Весь остальной объем породы занят сильно измененной, плохо диагностируемой массой глинистых минералов, которая образовалась, по-видимому, при замещении стекла. Иголки рудного также, вероятно, сформировались при разложении пироксенов в основной массе, хотя никаких непосредственных признаков их присутствия не обнаружено. Характер вторичных изменений несколько различается между образцами, но большая часть подверглась хлоритизации. При этом сформировались весьма крупные веерообразные сростания хлорита, занимающие в некоторых случаях до 40% породы. В единичных случаях наблюдаются очень крупные, до 5 мм пойкиловые кристаллы клинопироксена, вероятнее всего диопсид-салитового ряда, содержащие ойкокристаллы плагиоклаза.

Безпироксеновые габбро и долериты также представляют собой метасоматически сильно преобразованные породы. В породе неотчетливо диагностируется реликтовая офитовая структура. Около 55-60% охвачено хлоритизацией, листочки хлорита размером до 0,2 мм. Реликты кристаллов плагиоклаза размером до 0,2x0,05 мм (25-30%) сильно деформированы, сосюритизированы. Из-за вторичных изменений определить номер плагиоклаза возможно лишь в единичных случаях – An10-30. Эпидот (10-12%) присутствует в виде мельчайших изометричных выделений размером менее 0,01 мм, а также образует жилки мощностью до 0,2 мм. Рудный минерал, представленный, по-видимому, магнетитом, образует скелетные кристаллы и крестообразные сростания, несомненно, кубической сингонии.

Очень значительно от двух описанных разностей отличаются гранофировые габбро и долериты. Порода полнокристаллическая, гранофировая, участками с долеритовой структурой. Она состоит из субидиоморфных призматических, практически неизменных кристаллов плагиоклаза (60%) размером 0,4...0,6 мм, редко достигающих 1 мм. Кристаллы пироксена мелкие с квадратными или удлиненными сечениями, размером 0,2...0,3 мм (20-25%). Плеохроизм очень специфический: в слабых розоватых тонах, есть дисперсия оптических осей. Вероятнее всего, его можно отнести к слабо титанистому авгиту. На пироксене наблюдается кайма вторичного шпинель-тремолитового агрегата. Рудный минерал присутствует в количестве 5% – это либо массивные выделения 0,08 мм, либо скелетные кристаллы в форме крестов и елочек. Гранофировая структура образована микропегматитовыми сростаниями кварца и полевого шпата в форме елочек размером до 1-1,3 мм, их количество достигает 15...20%. Такие образования указывают на равновесность кварца с расплавом – весьма вероятно, что в камере произошло отделение оливинового куммулата. При этом кварц не успел прореагировать с оливином и сформировал такие выделения. Подобные гранофировые габброиды и габбро-диориты известны в расслоенных телах шуйдинского и ряда других базит-ультрабазитовых комплексов Башкирского мегантиклинория [1]. Среди наших образцов они преобладают. Это свидетельствует о том, что опробованные тела вероятно срезаны эрозией на некотором едином уровне внутри гранофировой зоны.

Геохимическая характеристика и особенности пород. Все изученные породы располагаются на диаграмме TAS достаточно плотным облаком на границе полей нормальнощелочных габбро, габбродиоритов и габбромонзонитов, монзонитов. На диаграмме AFM они попадают в поле известково-щелочной серии. Что

касается редкоземельных элементов (рис. 1), то в целом наблюдается слабое неравномерное обогащение легкими редкоземельными элементами. Непосредственно по формам трендов уверенно можно выделять две группы – с крутым (базиты типа №1) и более пологим трендами (базиты типа №2). Для первой характерны нормированные количества La 85...115, а для второй группы – 15...40.

В области тяжелых редкоземельных элементов обе группы сливаются в единое поле в интервале 8...15. Аномалия европия не очень значительная у части образцов первой группы, а слабая положительная, наоборот наблюдается для второй группы. Для единичных трендов есть не очень сильная отрицательная аномалия церия. В целом, следует отметить, что не наблюдается четкого разделения по геохимическим данным айской свиты и прочих базитов территории. Это позволяет предполагать, что внедрение дайковых тел, поставивших расплавы для эффузивов айской свиты, происходило также и по всей территории тараташского выступа.

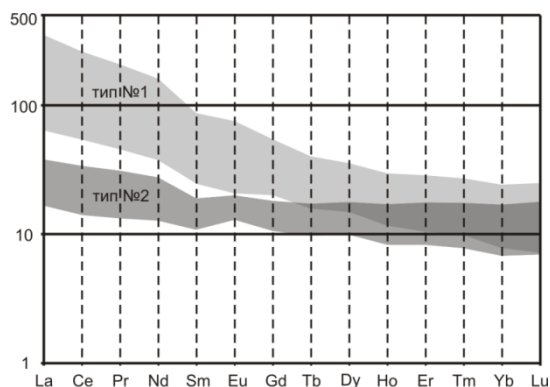


Рис. 1 Тренды редкоземельных элементов, нормированы на хондрит (по Andres, Grevesse, 1989)

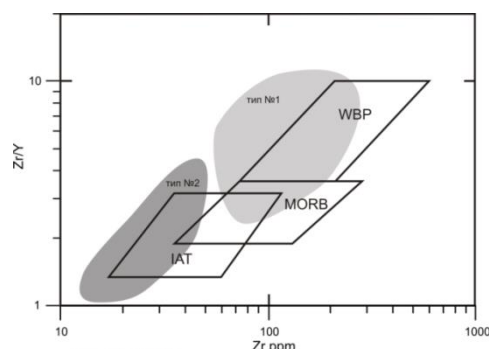


Рис. 2 Диаграмма Zr/Y-Zr (по Pearce, Norry, 1979)
IAT - островодужные толеиты; MORB - базальты СОХ;
WBP - внутриплитные базальты;

Примечательно, что деление на две группы по трендам редких земель совпадает с разделением на две группы на диаграммах Zr/Y-Zr (рис. 2) – базиты №2 обособляются в группу с более низкими Zr и Zr/Y соответственно. Интервал, разграничивающий два поля, приходится на 45-60 ppm Zr. При этом, так же как и на диаграмме Zr-Zr/Y, породы типа №1 больше тяготеют к полям внутриплитных базальтов (WBP), а габброиды типа №2 – к островодужным базальтам (IAT).

Если наложить на диаграмму данные по другим телам близкого возраста [4], то обнаружится, что они целиком ложатся в поле №1 (Zr > 55 ppm). Также два поля, отвечающих этим группам можно выделить на диаграмме Ti-Zr-Y. Они прослеживаются и на предложенных В.И. Ленных и В.И. Петровым [3] полях на диаграмме Al₂O₃ – Na₂O+K₂O. Эти поля соответствуют образованиям айской свиты и даек с датировками 1 250 – 1 150 млн. лет.

Интересно, что вулканы айской свиты не образуют единой группы, а оказываются также сильно разнесены по всей диаграмме. Причем это касается и трендов редкоземельных элементов и всех остальных диаграмм. Видимо такая ситуация объясняется

тем, что в строении айской свиты также участвуют если не разновозрастные образования, то как минимум претерпевшие несколько различные процессы дифференциации или позднейших преобразований. На это указывают и весьма расходящиеся датировки по айским вулканитам.

Выводы. Изученные нами тела основных пород можно достаточно уверенно разделить на две группы, различные по геохимическим и петрографическим особенностям.

Базиты типа №1 характеризуются более высокими содержаниями Zr и легких редкоземельных элементов относительно базитов типа №2. Таким образом, они либо могут являться более поздними дифференциатами расплавов, сформировавших базиты типа №2, либо образовывались в отдельный самостоятельный этап магматической активизации. Вулканы айской свиты не обособляются, а попадают в поля обеих групп, что указывает на то, что среди дайковых тел, не связанных непосредственно с айской свитой, есть и образования этого этапа магматизма. И, вероятно, формирование айских вулканитов также могло происходить в несколько стадий.

Литература

1. Алексеев А.А., Алексеева Г.В., Ковалев С.Г. Дифференцированные интрузии западного склона Урала. – Уфа: Гилем, 2003. – 171 с.
2. Ковалев С.Г. Позднедокембрийский рифтогенез в истории развития западного склона Южного Урала // Геотектоника. – Москва, 2008. – № 2. – С. 68–79.
3. Ленных В.И., Петров В.И. Диабазы Тараташского комплекса и его обрамления // Вулканизм, метаморфизм и железистые кварциты обрамления Тараташского комплекса. Труды Ильменского государственного заповедника. вып. XIX. – Свердловск, 1978. – С. 59–67.
4. Носова А.А., Сазонова Л.В., Каргин А.В., Ларионова Ю.О., Горожанин В.М., Ковалев С.Г. Мезопротерозойская внутриплитная магматическая провинция Западного Урала: основные петрогенетические типы пород и их происхождение // Петрология. – Москва, 2012. – Т. 20. – № 4. – С. 392–428.

ПРЕДСТАВИТЕЛИ ОТРЯДА PERISSODACTYLA В ПЛЕЙСТОЦЕНОВОЕ ВРЕМЯ НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ

А.О. Цыганков

Научный руководитель ассистент Т.А. Мележ

Гомельский государственный университет им. Франциска Скорины, г. Гомель, Республика Беларусь

История развития территории Беларуси в четвертичный период, в плейстоценовую эпоху, делится на предледниковый и ледниковый этапы. Предледниковый этап охватывает ранний плейстоцен и начало среднего плейстоцена. В это время в Скандинавии возникали ледниковые покровы. Они не достигали территории Беларуси, однако обуславливали чередование здесь фаз тепла и холода. На территории нашей страны были распространены хвойные и березовые леса с примесью дуба, липы, вяза, граба и ряда видов, которые сохранились с неогена. Рельеф был довольно ровным, общий уклон территории был с востока на запад. Существовали многочисленные глубокие озера. Реки текли примерно в тех же направлениях, что и современные, но глубина их впадения была меньшей. К концу предледникового этапа произошло похолодание, леса сменились открытыми пространствами [2,4].

В дальнейшем, на протяжении среднего и позднего плейстоцена, история развития территории Беларуси в самых общих чертах представляла собой чередование оледенений и межледниковий (ледниковый этап). Выделяются шесть ледниковых и пять межледниковых периодов. Каждый из них имел свои специфические особенности, которые детально описаны в специальной литературе [2].

Для представителей отряда непарнокопытных характерно нечётное число пальцев, образующих копыта. Отряд содержит три современных семейства — лошадиных (*Equidae*), носорогов (*Rhinocerotidae*) и тапировых (*Tapiridae*), которые вместе насчитывают 17 видов. Родство этих внешне весьма отличающихся друг от друга семейств впервые установил зоолог Ричард Оуэн в XIX веке, придумав также название непарнокопытные [1].

На территории Беларуси обнаружены остатки *Equus sp*, *Dicerorhinus cf. etruscus*, *Equus cf. stenorhinus Cocchi*, *Coelodonta antiquitatis Blum*, *Rhinoceros sp*, *Stephanorhinus etruscus Falconer*,

Семейство носорогов (*Rhinocerotidae*).

Stephanorhinus etruscus Falconer – этрусский носорог обитал в позднем плиоцене – раннем плейстоцене в Восточной, Южной и Центральной Европе, на Кавказе, в Закавказье, в Западной Сибири и Средней Азии. На территории Беларуси остатки носорога, сходного с этрусским, обнаружены у г. Сморгонь (обломок левой лучевой кости). Его можно считать одним из самых древних ископаемых млекопитающих Беларуси. Этрусский носорог, судя по всему, являлся обитателем степных и лесостепных ландшафтов. Питался различной растительной пищей (рис. 1).

Этот носорог был довольно легко сложен, имел длинные конечности. На голове имелось два рога. Густой волосяной покров вероятно отсутствовал.



Рис. 1 Этрусский носорог (*Stephanorhinus etruscus Falconer*) [3]

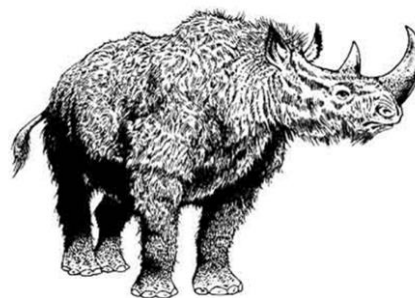


Рис. 2 Шерстистый носорог (*Coelodonta antiquitatis Blum*) [3]

Coelodonta antiquitatis Blum – шерстистый носорог обитал в среднем – позднем плейстоцене на Русской равнине, на юге Западной Сибири, в Восточной Сибири, в Приморье, Западной Европе, Монголии и Северном Китае. Максимум ареала вида относится ко времени второй половины верхнего плейстоцена. Шерстистый носорог пришёл в Европу из Азии с волной сильного похолодания. На территорию Восточной Европы он попадает в период формирования фауны хазарского комплекса. На территории Беларуси известно довольно много находок остатков шерстистого носорога. В частности они известны из Сморгони, Волковыска, Дубровно, Орши, Могилёва, Шклова, Молодечно, Радоскович и др. Представлены в основном зубами, трубчатými костями и их фрагментами [1].

Основным местом обитания этого животного были открытые ландшафты типа степи с травянистой растительностью. Особенности строения тела, его пропорции, указывают на то, что именно травы составляли основную часть рациона этого носорога. Это было крупное, мощное животное, несущее на передней части

головы два рога. Тело довольно длинное, конечности короткие. Голова низко опущена. Тело было покрыто грубой шерстью с тонким густым подшерстком (рис. 2).

Когда точно исчезает шерстистый носорог не установлено. В Европе он исчезает в конце верхнего плейстоцена. В восточной части своего ареала, в частности Сибири, он продержался дольше, чем на западе. Основной причиной вымирания видимо является изменение климата и связанное с этим исчезновение степных ландшафтов. В меньшей степени к этому причастна охотничья деятельность человека.

Семейство лошадиные (Equidae).

Equus cf. stenonis Cocchi – лошадь Стенона является древнейшей однопалой лошадей Европы. Обитала она в позднем плиоцене – раннем плейстоцене в Западной Европе, на юге Восточной Европы и в Северной Африке. Лошадь Стенона является одним из первых мигрантов с территории Северной Америки. В Евразию лошади проникли через Бирингийскую сушу 2.5-3.0 млн. лет назад, и быстро расселились по территории Евразии благодаря широкому развитию степных пространств. В Европе лошадь Стенона появилась 2.0 млн. лет назад и существовала приблизительно до 1.0 млн. лет назад. Ареал лошади Стенона был обширен, охватывал Западную (Франция, Италия и др.) и Восточную Европу (Молдова, юг Украины, Крым), Северный Кавказ, Закавказье (Грузия). Сходные с ней останки найдены и далее на восток - в Казахстане, Таджикистане, Западной Сибири. На территории Беларуси останки лошади, сходной с лошадью Стенона, найдены у Сморгони (левая пястная кость).

Лошади были крупные – высота в холке достигала 145-155 см. В строении зубной системы, черепа и костей конечностей наблюдались архаичные признаки. Лошадь Стенона входила в состав таманского фаунистического комплекса и населяла открытые пространства саванного типа. Обитала в довольно засушливом климате (рис. 3).

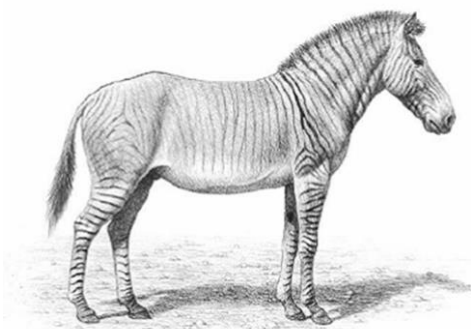


Рис. 3 Лошадь Стенона (*Equus cf. stenonis* Cocchi) [3]

Лошадь Стенона, как примитивный представитель однопалых лошадей, была вытеснена более прогрессивными представителями.

Таким образом, в плейстоценовое время представители отряда непарнокопытных на территории Беларуси имели достаточно широкое распространение. Видовой состав соответствует характерному для Восточно-Европейской платформы в это время. Следует отметить, что целые скелеты найдены не были, все останки представлены его фрагментами.

Литература

1. Основы палеонтологии / под ред. Ю.А. Орлова: в 15 т. – Москва: Издательство Академии наук СССР, 1962. – Т. 13. – 421 с.
2. Махнач А.С., Гарецкий Р.Г., Матвеев А.В. Геология Беларуси – Минск: ИГН НАН Беларуси, 2001. – 815 с.
3. Фентон К.Л., Фентон М.А., Рич П.В. Каменная книга. Летопись доисторической жизни. – М.: МАИК «Наука», 1997. – 623 с.
4. Цыганков А.О. Представители отряда Proboscidea в плейстоцен-голоценовое время на территории Беларуси // Проблемы геологии и освоения недр: Труды XVII Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых ученых: в 2 т. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2013. – Т. 1. – С. 72-73.

ПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В БАССЕЙНЕ Р. КОЛЫМА

М.Ю. Чепрасов, Т.Ф. Обадэ, Г.П. Новгородов

Научный руководитель профессор И.И. Мордосов

Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова, г. Якутск, Россия

Бассейн р. Колыма издавна известен как край мамонтов. Здесь в 1900 г. в среднем ее течении была обнаружена первая и до сих пор единственная практически целая туша взрослого мамонта (*M. primigenius*) с частично сохранившимися мягкими тканями [1]. Уникальная находка получила название Березовский мамонт, по

названию правого притока Колымы р. Березовка, на которой мамонт был найден. В результате проведенных исследований этого мамонта было опубликовано несколько научных трудов [2, 3, 4].

В 2007 г. в окрестностях пос. Черский была сделана одна из самых уникальных палеонтологических находок современности – замороженная туша Колымского шерстистого носорога (*C. aniquitatis*) [5]. Она является первой в мире находкой этого ископаемого животного в замороженном состоянии и значение ее трудно переоценить. Кроме замороженных туш древних животных с мягкими тканями в бассейне р. Колыма неоднократно находили уникальные костные остатки, в частности черепа пещерных львов, кости гигантской лошади Веры и других ископаемых лошадей. Несмотря на большую перспективность палеонтологических исследований в данном регионе, бассейн р. Колыма до сих пор остается весьма слабо изученным. Наиболее известным местонахождением мамонтовой фауны на Колыме является Дуванный Яр, которое располагается в нижнем течении бассейна на правом берегу в 35-45 км от п. Колымское. Исследования в этом регионе имеют спорадический характер и проводятся, как правило, по информации местных жителей при обнаружении интересных находок. На местонахождении были обнаружены остатки большинства представителей мамонтовой фауны позднего неоплейстоцена на Севере Якутии. В верхнем и среднем течении бассейна р. Колыма до этого палеонтологические исследования не проводились.

В 2013 г. в Верхнеколымском и Среднеколымском районах Республики Саха (Якутия) были проведены работы по выявлению новых перспективных местонахождений мамонтовой фауны, где было обследовано 6 местонахождений (рис. 1).

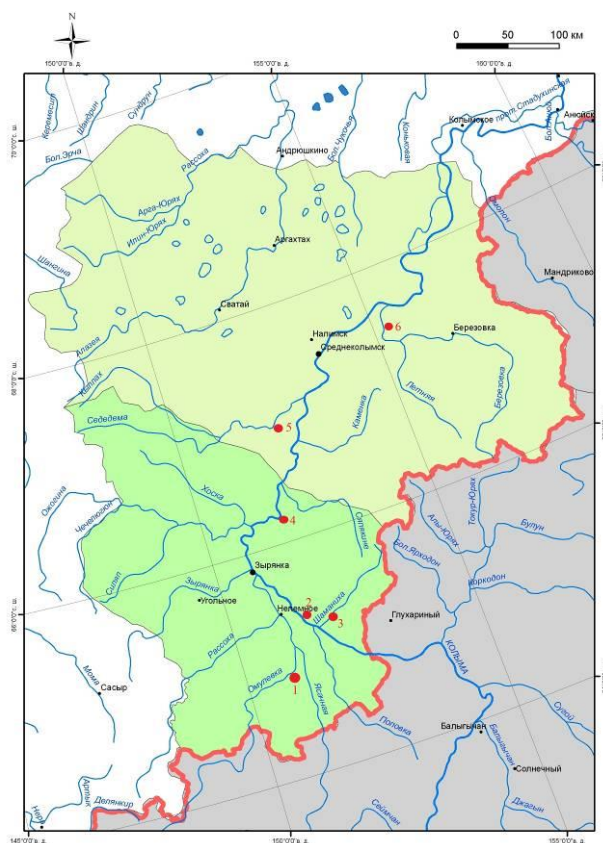


Рис. 1 Места проведения экспедиционных работ в бассейне р. Колыма в 2013 г.

1 – местность «Талая» на р. Омuleвка (правый приток р. Ясачная, 150 км от п. Зырянка); 2 – местность «Правоколымская» (110 км выше по течению от п. Зырянка); 3 – устье р. Шаманиха (правый приток р. Колыма, 130 км от п. Зырянка); 4 – местонахождение «Ирлях-Сиене» (140 км ниже по течению р. Колыма от п. Зырянка); 5 – бассейн р. Седедема; 6 – бассейн р. Березовка (правый приток р. Колыма) (130 км вниз по течению от г. Среднеколымск)

В Верхнеколымском районе собрано большое количество костных останков различных животных мамонтовой фауны среднего и позднего плейстоцена: *M. trogontherii*, *Mammuthus intermedius* (= *M. chosaricus*), *M. primigenius fraasi* (=ранняя форма мамонтов), *Mammuthus primigenius primigenius* (=поздняя форма мамонтов), *Mammuthus primigenius s.l.*, *Coelodonta antiquitatis*, *Bison* sp., *Alces* sp., *Equus* sp., *Cervus elaphus*, *Ovibos* sp., *Rangifer tarandus*.

Наиболее ценными находками стали: череп (рис. 2) и нижняя челюсть (с МЗ и м3 sin. и dex.) принадлежащие одной особи трогонтериевого мамонта, левая ветвь нижней челюсти бурого медведя, обработанный бивень древним человеком, череп овцебыка и аномальный бивень мамонта, подверженный болезненным бородавчатым разращениям (третья подобная находка, известная научному сообществу).



Рис. 2 Череп трогонтериевого мамонта (in situ) с последней генерацией зубов в толще многолетней мерзлоты

В Среднеколымском районе в бассейне р. Березовка был обнаружен мамонт, вытравивший из берега безымянного ручья. Основная часть туши находится в мерзлоте. Полностью вытаяла передняя левая нога. Длина от кончика лопатки до стопы составляет 280 см. Диаметр стопы – 38 см (рис. 3).



Рис. 3 Останки мамонта с частично сохранившимися мягкими тканями в бассейне р. Березовка: А - снятие промеров передней конечности; Б – промеры стопы с сохранившимися роговыми копытцами

Литература

1. Лазарев П.А. Крупные млекопитающие антропогена Якутии. – Новосибирск: Наука, 2008. – 160 с.
2. Зеленский В.В. Osteологические и одонтографические исследования над мамонтом (*Elephas primigenius* Blum) и слонами (*El. indicus* и *El. africanus* Blum) // Научные результаты экспедиции, снаряженной Академией наук для раскопки мамонта, найденного на реке Березовке в 1901 г. – С-Пб., 1903. – Т.1. – С.1–124.
3. Бялыницкий-Бируля Ф.А. Гистологические и микрохимические наблюдения над тканями Березовского мамонта / Ф.А. Бялыницкий-Бируля // Научные результаты экспедиции, снаряженной Импер. Акад. наук для раскопки мамонта, найденного на реке Березовке в 1901 г. – С-Пб., 1903. – Т.2. – С. 1–20.
4. Сукачев В.Н. Исследования растительных остатков из пищи мамонта, найденного на р. Березовка Якутской области / В.Н. Сукачев // Науч. результаты экспедиции, снаряженной Академией наук для раскопки мамонта, найденного на реке Березовке в 1901 г. – С-Пб., 1914. – Т.3. – С.1–18.
5. Боескоров Г.Г. Предварительные данные о находке мумифицированного трупа ископаемого шерстистого носорога в низовьях реки Колымы / Г.Г. Боескоров, П.А. Лазарев, Н.Т. Бакулина, М.В. Щелчкова, С.П. Давыдов, Н.Г. Соломонов // Доклады РАН. – Москва, 2009. – Т. 424. – № 4. – С. 570–573.

Секция 2

МИНЕРАЛОГИЯ, ГЕОХИМИЯ И ПЕТРОГРАФИЯ

ЗОЛОТОНОСНОСТЬ УЛЬТРАМЕТАМОРФИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ И ПРОБЛЕМА РУДООБРАЗОВАНИЯ

И.В. Кучеренко, профессор

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Гидротермальное рудообразование, как известно, представляет собой составную часть более масштабных геологических процессов, – магматических или метаморфических в сочетании с региональными геодинамическими явлениями. Оно происходит в результате функционирования рудообразующих систем, специфика которых заключается в сочетании глубинных очагов генерации горячих водных флюидов, путей их миграции и объемов земной коры, в которых происходит рудообразование. Трудности в реконструкции подрудных составляющих рудообразующих систем, необходимой для понимания сущности процессов, углубления теории и разработки, совершенствования эффективных прогнозно-поисковых критериев оруденения в условиях перехода к поискам не выходящих на дневную поверхность месторождений, обусловлены рядом причин. К числу важнейших относятся пространственная разобщенность месторождений, источников растворителя – воды и рудного вещества, которыми могут быть мантийные или коровые магматические расплавы или очаги ультраметаморфизма нагревания – дегидратации и горные породы на путях движения флюидов в разных сочетаниях, а также весьма ограниченная доступность подрудного пространства.

О том, что происходит на гипотетических глубинах подрудного пространства во время функционирования рудообразующих систем, можно судить по следам, которые оставляет природа в гидротермальных месторождениях. Следы заключены в магматических горных породах, в частности, образованных в результате кристаллизации поступавших в формирующиеся месторождения в чередовании с металлоносными флюидами силикатных расплавов, в ассоциациях поступавших с металлоносными флюидами химических элементов, определяющих петрохимическую специфику силикатных расплавов определенных составов, в соотношениях изотопов некоторых изотопов заключенных в минералах руд и околорудно измененных пород химических элементов, в составах минералов магматических и ассоциированных с ними метасоматических пород, руд и др. Изучение этих следов в сочетании с теоретическими построениями и экспериментом не всегда завершается одновариантной корректной интерпретацией получаемых данных. Отсюда следует дефицит достоверных фактов и, к сожалению, нередкая гипотетичность выводов.

К числу месторождений, геологическая обусловленность образования которых составляет предмет дискуссии в течение двадцатого столетия и до сего времени, относятся гидротермальные месторождения золота. В середине прошлого столетия к двум конкурировавшим до того гранитогенной и базальтогенной гипотезам добавлены еще две – метаморфогенная гидротермальная и полигенная в приложении к месторождениям, образованным в толщах углеродистых (черных) терригенных, карбонатно-терригенных сланцев.

Каждая гипотеза из четырех существует в автономных условиях при отсутствии, насколько можно судить по публикациям, попыток понять причины такого многообразия представлений о геологической обусловленности образования одних и тех же, как правило, крупных и уникальных месторождений, что исключает конвергенцию рудообразования как возможную причину этого. Между тем, причины могут быть поняты при условии сравнительного анализа фактологической базы и аргументации каждой гипотезы, в противном случае дискуссия обещает быть бесконечной. Чтобы этого не произошло и для приближения, по возможности, времени, когда сосуществующие гипотезы естественным путем внесут свой вклад и трансформируются в опирающуюся на совокупность достоверных фактов строго аргументированную теорию в сопровождении комплекса работающих прогнозно-поисковых критериев оруденения, в серии публикаций автора обсуждается обоснованность каждой гипотезы [9 – 14].

Вне сферы анализа остался один из ранних вариантов метаморфогенной гипотезы, предполагавший образование месторождений золота в процессах регионального зонального метаморфизма в результате функционирования металлоносных флюидов метаморфогенного происхождения. Для доказательства использовались данные о содержаниях, распределениях золота в метаморфических породах смежных, сменяющих одна другую в пространстве фаций ареалов регионального метаморфизма как основание для суждения о возможной межзональной миграции золота и концентрировании его в конкретных метаморфических зонах. Объектами исследований служили, в частности, метаморфические комплексы, слагающие Ангаро-Канский (Енисейский кряж) и Муйский (Северное Забайкалье) выступы архейского фундамента Сибирской платформы, позднпротерозойские и позднпалеозойские очагово-купольные ультраметаморфические комплексы южного горно-складчатого ее обрамления. Результаты многолетних исследований приведены и обсуждаются в докладе.

По данным Ю.П. Бовина, А.М. Сазонова [3], средние содержания золота в гранулитах, гиперстеновых гнейсах, гранулито-гнейсах кузеевской толщи архейской канской серии Ангаро-Канского выступа Енисейского кряжа составляют (мг/т) 12,2...14,6, в этих же породах, диафорированных в амфиболитовой фации, – 3,32, в эпидот-амфиболитовой фации, – 9,7, в зеленосланцевой фации 8,0. Гранулиты, кристаллосланцы, гнейсы

атамановской толщи канской серии содержат (мг/т) золота значительно меньше, – в среднем 4,3, диафторированные на уровне амфиболитовой фации, – 3,7, эпидот-амфиболитовой и зеленосланцевой фаций, – 4,4. В мигматитах и гнейсах енисейской серии золото содержится в среднем на уровнях, соответственно, 3,5 и 6,9 мг/т. Существенное возрастание содержания золота фиксируется в перечисленных породах кузеевской толщи, подвергшихся эпигенетическим гидротермальным преобразованиям, – до 31,5 мг/т.

В Муйском выступе архейского фундамента участвующие в его составе ультраметаморфические породы, по данным автора, содержат золота (мг/т, средние геометрические, в скобках средние арифметические и число проб): алмадин-диопсид-двуполевошпатовые гнейсы – 0,7 (1,1 – 29), алмадин-двуслюдяные гнейсы – 0,5 (0,6 – 30), кальцифиры – 0,9 (1,2 – 25), граниты мигматитовой выплавки – 0,6 (0,7 – 28).

В высоко- и низкотемпературных минеральных зонах ареала позднепротерозойских зрелых очагово-купольных сооружений Центрального антиклинория Енисейского кряжа средние арифметические содержания золота (мг/т) сопоставимы и составляют в породах амфиболитовой фации 7,5 (30 проб), эпидот-амфиболитовой фации 9,4 (24 пробы), биотит-хлоритовой и хлорит-серицитовая субфаций зеленосланцевой фации 9,3 (31 проба) и 9,8 (88 проб) [15].

В противоположность этим данным А.М. Сазонов отметил снижение содержания золота в кристаллических сланцах очагово-купольных сооружений Центрального антиклинория от 2,3 мг/т в амфиболитовой фации (8 проб) до 0,7 мг/т в эпидот-амфиболитовой (46 проб) [18].

В центральной золоторудной полосе Енисейского кряжа А.Д. Ножкин и В.А. Гавриленко [16] оценили средние содержания золота в гранат- и биотит-содержащих кристаллических сланцах на уровне 0,9 мг/т (45 проб), а в протолите для них – филлитах 1,7 мг/т (40 проб), кремнисто-глинистых сланцах 1,2 мг/т (71 проба).

Кедровская позднепалеозойская (335 млн л) зрелая очагово-купольная структура в восточном обрамлении Муйского выступа архейского фундамента образована в результате ультраметаморфизма с частичным плавлением черных сланцев позднерифейской кедровской свиты. Черные сланцы в позднем рифее подверглись региональному метаморфизму на уровне мусковит-биотитового парагенезиса, соответствующего наиболее низкотемпературной фации регионального метаморфизма нагревания. Между куполом и вмещающими его черными сланцами существуют постепенные переходы от кварцевых диоритов ядра в мигматиты, далее в алмадин-двуслюдяные плагиигнейсы, огнейсованные черные сланцы и, наконец, в полевошпат-кварцевые бескарбонатные черные песчано-алевро-сланцы. В отличие от ультраметаморфитов архейского фундамента здесь достоверно диагностируется протолит очагового купола. Среднее геометрическое содержание золота (в скобках среднее арифметическое и число проб), по данным автора, составляет (мг/т) в кварцевых диоритах 0,7 (0,8 – 25), в мигматитах и гнейсах 0,7 (0,7 – 28), в протолите ультраметаморфитов – черных сланцах 1,2 (1,6 – 37).

Согласно результатам В.А. Бурыка [4], средние содержания золота возрастают от высокотемпературной дистен-ставролитовой зоны очагово-купольного обрамления Бодайбинского прогиба в Ленском районе к вмещающей месторождения золота низкотемпературной зеленосланцевой зоне черносланцевого выполнения прогиба: в углеродистых алевролитах – от 1,9 до 6,9, в углеродистых алевросланцах от 1,4 до 2,5, в углеродистых песчаниках от 2,5 до 3,2 мг/т.

Приведенные данные демонстрируют чрезвычайную пестроту в результатах проверки на эмпирических материалах идеи шестидесятых годов прошлого столетия о миграции золота в условиях регионального зонального метаморфизма из высокотемпературных зон его ареалов в низкотемпературную зеленосланцевую зону с образованием в последней промышленных месторождений. Эту идею поддержал один из ее авторов, который однако подчеркнул, что извлеченного из пород золота недостаточно для накопления металла в промышленных масштабах и требуются дополнительные источники [4]. В качестве таковых он предложил считать мантийные магматические очаги. Выводы о выносе золота из высокотемпературных зон в низкотемпературные при региональном зональном метаморфизме в ряде других регионов и образовании промышленных месторождений за счет породных источников металла содержатся в работах [5 – 8, 20, 25, 26, 28].

Авторские данные близки к результатам А.Д. Ножкина и В.А. Гавриленко, – содержания золота в протолитах несколько выше, чем в образованных в них очагово-купольных ультраметаморфических породах, что, очевидно, есть следствие удаления металла из высокотемпературных зон, но не в низкотемпературные черные сланцы с мусковит-биотитовым метаморфическим парагенезисом, следовательно, не подвергшиеся зеленосланцевым преобразованиям. Различия в содержаниях столь незначительны (0,3...0,8 мг/т), что связывать рудообразование с ультраметаморфизмом в подобных случаях было бы не корректно.

Противоположные выводы сформулировали А.М. Сазонов, Ю.П. Бовин и А.М. Сазонов, – снижение степени метаморфизма сопровождается снижением содержания в породах золота. В этом случае говорить о рудообразующей (золотопродуцирующей) функции высокотемпературного метаморфизма не приходится.

Наконец, как утверждают Л.В. Ли, О.И. Шохина, миграция золота в условиях регионального зонального метаморфизма из высокотемпературных зон в низкотемпературные или в обратном направлении не происходит. Золото, подобно ртути [17], остается инертным. Инертность металла на материале ряда других регионов подтверждается в [2, 19].

Результаты оценки золотоносности метаморфических комплексов и золотопродуцирующей, тем более рудопродуцирующей, способности регионального зонального метаморфизма, как это следует из приведенного обзора, использовать для генетических построений невозможно. Проблему, вероятно, можно было бы решить при условии детальных петролого-геохимических исследований по единой методике и руководствуясь методологически выверенной целью геохимии, призванной, по определению ее основателей В.И. Вернадского и

А.Е. Ферсмана, реконструировать геологическую историю горных пород и химических элементов в теле планеты.

В практике исследований этого не произошло. Произошло другое, – в одних случаях дана аддитивная оценка золотоносности метаморфических фаций, каждая из которых сложена разными по составу протолитов и новообразованных минеральных комплексов метаморфическими или метаморфизованными породами, с разными содержаниями золота и разными количественными в каждой фации соотношениями наборов видов и разновидностей горных пород. В итоге получилось то, что принято называть средней температурой по больнице. Сравнить золотоносность метаморфических фаций без учета перечисленных данных не корректно. В равной степени это замечание распространяется на совокупности метаморфических пород типа гранулитов, гнейсов, кристаллических сланцев и других. Каждая из них включает в разных количественных соотношениях многие виды и разновидности пород, образованных за счет разных протолитов, сложенных разными минеральными комплексами, унаследовавших от протолитов разные содержания золота и т. д. и т. п. Ожидать от сравнения, одного из важнейших способов познания, корректных результатов было бы неоправдано.

Вероятно, понимание всего этого привело к потере после восьмидесятых годов интереса к дальнейшей разработке обсуждаемого варианта метаморфогенной гипотезы рудообразования.

Подобная противоречивая ситуация сложилась до сего времени в оценке золотоносности черносланцевых комплексов и роли метаморфизма в рудообразовании. Скажем, оценки золотоносности черных сланцев в объеме одних и тех же свит в работах разных авторов варьируют от 1 мг/т до граммов в тонне породы [1, 12, 21 – 24, 27]. Подробный обзор по этой проблеме и далекие от оптимизма выводы приведены в [12].

В кристаллическом, в том числе в ультраметаморфическом, и черносланцевом субстрате южного горно-складчатого обрамления Сибирской платформы найдены эмпирические факты, взаимно дополняющие один другой и образующие согласованный ансамбль, – основу доказательной базы альтернативной концепции образования гидротермальных мезотермальных месторождений золота [9]. В обосновании концепции ключевое значение имеют следующие факты.

Контроль месторождений глубинными и опережающими их разломами.

Образование месторождений на активных континентальных окраинах в режиме коллизии и во внутриконтинентальных рифтовых структурах.

Пространственно-возрастная близость месторождений к ранним, образованным до начала рудообразования гранитоидным массивам, зрелым очагово-купольным структурам и/или поясам даек кислых пород.

Функционирование рудообразующих систем в условиях активного послегранитного, но близкого к гранитам по возрасту умеренно щелочного базальтоидного магматизма, выраженное в чередовании внедрения расплавов и металлоносных флюидов и в образовании послегранитных дорудных, внутрирудных и послерудных даек умеренно щелочных долеритов.

Стабильный минералого-химический состав послегранитных прерудных даек долеритов, исключающий смешение внедряющихся базальтовых расплавов с остаточными гранитными, очевидно, по причине полной кристаллизации последних, свидетельствующий о невозможности генерации ранних порций металлоносных флюидов в уже не существующих гранитных расплавах и, следовательно, об отсутствии генетической связи месторождений с гранитами.

Флюидопроводящая в горячем состоянии функция внутрирудных даек долеритов и преобразование последних под воздействием поднимающихся по ним металлоносных флюидов в биотит-роговообманковые метасоматиты с контрастными аномалиями ассоциации фемофильных элементов Р, Ti, Mg, Fe, Ca, Mn, K и золота.

Внедрение во внутрирудные дайки металлоносных флюидов вслед за базальтовыми расплавами через промежутки времени, в течение которых расплавы раскристаллизовались, но уже образованные дайки еще не успевали остыть, оставались среди холодных пород горячими, в противном случае они не могли бы выполнять флюидопроводящую функцию.

Наследование околорудными березитами калиево-сернисто-углекислотного профиля внутридайкового метасоматизма и контрастных аномалий фемофильных элементов, определяющих петрохимическое своеобразие базальтовых расплавов.

Вещественно-генетическая однородность оруденения в кристаллическом и черносланцевом субстрате как свидетельство образования его в одинаковых термодинамических и физико-химических режимах рудообразующих систем.

Изотопный состав углерода карбонатов метасоматитов и руд ($\delta^{13}\text{C} = -5 \dots -9 \text{‰}$), отвечающий метеоритному стандарту.

Согласно концепции, гидротермальные месторождения золота во всех средах принадлежат к категории магмогенных мезотермальных и образованы на позднем базальтоидном этапе становления повторяющихся во времени и пространстве антидромных гранит-диорит-долеритовых флюидно-рудно-магматических комплексов, отвечающих формационному типу.

Литература

1. Арифуров Ч.Х. Золотоносность черносланцевых толщ и обстановки формирования рудных тел // Руды и металлы. – 2010. – № 1. – С. 10 – 21.
2. Блюман Б.А. Золоторудная «черносланцевая» формация: модель взаимоотношений регионального метаморфизма, гранито- и рудообразования // Рудообразование и генетические модели эндогенных рудных формаций. – Новосибирск: ИГиГ СО АН СССР, 1988. – С. 135 – 141.
3. Бовин Ю.П., Сазонов А.М. Особенности геохимии золота при полиметаморфизме архейского гранулитового комплекса // Доклады АН СССР. – 1988. – Т. 299. – № 2. – С. 445 – 448.
4. Буряк В.А. Метаморфизм и рудообразование. – М.: Недра, 1982. – 256 с.
5. Валасис А.Г., Коваль В.Б. Термальные купола, зональный метаморфизм и рудогенез // Доклады АН УССР. Серия Б. – 1987. – № 7. – С. 11 – 15.
6. Давыдченко А.Г. Миграция вещества в зонах метаморфизма. – М.: Недра, 1983. – 123 с.
7. Забияка И.Д., Забияка А.И., Верниковский В.А. Роль регионального метаморфизма в концентрации золота в докембрийских породах Таймыра // Доклады АН СССР. – 1983. – Т. 269. – № 6. – С. 1430 – 1433.
8. Кориковский С.П. Метаморфические рудообразующие системы // Эндогенные источники рудного вещества. – М.: Наука, 1987. – С. 80 – 89.
9. Кучеренко И.В. Металлогения золота: приложение к мезотермальным месторождениям, образованным в несланцевом и черносланцевом субстрате горно-складчатых сооружений южной Сибири // Современные проблемы геологии и разведки полезных ископаемых: Материалы Международ. конф., г. Томск, 5 – 8 окт. 2010 г. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010. – С. 241 – 256.
10. Кучеренко И.В. Проблемы образования гидротермальных месторождений золота. Ч. 1. Магматогенные геолого-генетические концепции // Известия Томского политехнического университета. – 2013. – Т. 322. – № 1. – С. 11 – 18.
11. Кучеренко И.В. Прогнозно-поисковый комплекс для мезотермальных месторождений золота. Ч. 1. Тектонический и геодинамический критерии // Известия Томского политехнического университета. – 2013. – Т. 322. – № 1. – С. 19 – 27.
12. Кучеренко И.В. Проблемы образования гидротермальных месторождений золота. Ч. 2. Метаморфогенная и полигенная геолого-генетические концепции // Известия Томского политехнического университета. – 2013. – Т. 323. – № 1. – С. 105 – 113.
13. Кучеренко И.В. Прогнозно-поисковый комплекс для мезотермальных месторождений золота. Ч. 2. Петрологический критерий // Известия Томского политехнического университета. – 2013. – Т. 323. – № 1. – С. 114 – 122.
14. Кучеренко И.В. Прогнозно-поисковый комплекс для мезотермальных месторождений золота. Ч. 3. Петрохимический и геохимический критерии // Известия Томского политехнического университета. – 2014. – Т. 324. – № 1. – С. 39 – 47.
15. Ли Л.В., Шохина О.И. Поведение золота при процессах прогрессивного метаморфизма пород докембрия Енисейского кряжа // Геохимия. – 1974. – № 3. – С. 402 – 410.
16. Ножкин А.Д., Гавриленко В.А. Золото и радиоактивные элементы в полифациальных отложениях верхнего докембрия. – Новосибирск: Наука, 1976. – 198 с.
17. Озерова Н.А. Ртуть и эндогенное рудообразование. – М.: Наука, 1986. – 232 с.
18. Сазонов А.М. Минералого-геохимические признаки метаморфогенного генезиса золотого оруденения Средней Сибири // Критерии отличия метаморфогенных и магматогенных гидротермальных месторождений. – Новосибирск: Наука, 1985. – С. 47 – 53.
19. Хорева Б.А. Крупномасштабное картирование метаморфогенных термальных антиклиналей (при поисках золоторудных месторождений) // Геология и геофизика. – 1987. – № 11. – С. 67 – 73.
20. Groves D.J., Golding S.D. Archaean carbon reservoirs and their relevance to the fluid source for gold deposits // Nature. – 1988. – V. 331. – № 6153. – P. 254 – 257.
21. Groves D.J., Phillips O.N., Susan E.H. The Nature, genesis and regional controls of gold mineralization in Archaean greenstone belts of the Western Australian shield: a brief review // Transactions of the Geological Society of South Africa. – 1985. – V. 88. – № 1. – P. 135 – 148.
22. Haack U., Heinrichs H., Boner M. Loss of metals from pelites during regional metamorphism // Contribution Mineral and Petroleum. – 1984. – V. 85. – № 2. – P. 115 – 132.
23. Multistage sedimentary and metamorphic origin of pyrite and gold in the giant Sukhoi Log deposit, Lena gold province, Russia / Large Ross R., Maslennikov Valery V., Robert Francois, Danyushevsky Leonid V., Chang Zhaoshan // Economic Geology. – 2007. – V. 102. – № 7. – P. 1233 – 1267.
24. Meffre S., Large Ross R., Scott R. Age and pyrite Pb-isotopic composition of the giant Sukhoi Log sediment-hosted gold deposit, Russia // Geochemical et Cosmochemical Acta. – 2008. – V. 72. – P. 2377 – 2391.
25. Meyer M., Saager R. The gold content of some Archaean rocks and their possible relationship to epigenetic gold-quartz vein deposits // Mineral Deposita. – 1985. – V. 20. – № 4. – P. 284 – 289.
26. Phillips G.N., Groves D.J., Ho S.N. A metamorphic-replacement model for genesis of archaean gold deposits // Proc. Conference Metallogeny Precambrian, Tabor, May 1985 year. – Prague, 1986. – P. 125 – 132.
27. Metallogeny of the gold deposits of China / Shao Jun, Hui De-fend, Kong Xiang-min, Shou Nai-wu. // Geology and Resources. – 2004. – V. 13. – №4. – P. 246 – 250.
28. Springer J.S. Carbon in Archaean rocks of the Abitibi (Ontario – Quebec) and its relation to gold distribution // Canadian Journal of Earth Sciences. – 1985. – V. 22 – № 12. – P. 1945 – 1951.

ОСОБЕННОСТИ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ТУРМАЛИНОВ ЕНАШИМИНСКОГО ПЕГМАТИТОВОГО ПОЛЯ

В.В. Аксёнов

Научный руководитель доцент С.И. Коноваленко

Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия

Енашиминское пегматитовое поле располагается в северо-восточной части Енисейского кряжа в 2 км к юго-западу от Каламинского массива биотитовых гранитов [3] Тонийского периода Неопротерозоя; возраст его порядка 875 млн лет [1]. В поле насчитывается 11 редкометалльных жил линзообразной или пластинчатой формы мощностью редко более 1 м. Пегматитовые тела, залегающие согласно с вмещающими биотит-амфиболовыми сланцами среднего протерозоя, сгруппированы в узкую полосу 1,2 x 0,3 км [3].

По классификации Н.А. Солодова (1971) пегматиты подразделяются на два типа: микроклин-альбитовые со сподуменом и альбитовые со сподуменом [3]. Все пегматитовые тела сильно альбитизированы вплоть до полного замещения с сохранением реликтов первичных минералов лишь в центральных частях крупных жил. Во многих телах незаметна какая-либо зональность, наличие которой маскируется вышеописанной альбитизацией. Также для пегматитов поля характерна полосчатая текстура, обусловленная наличием кварц-мусковитовых, кварц-сподуменовых, кварц-лепидолитовых и альбитовых прожилков. Полосчатое строение свидетельствует о неоднократном приоткрывании трещин, т.е. о неспокойной обстановке формирования пегматитов [2]. Минеральный состав пегматитов отличается большим разнообразием: наряду с породообразующими минералами – кварцем, альбитом, микроклином нескольких генераций выделяется значительное количество второстепенных минералов – шерл, эльбаит, биотит, мусковит, литиевый мусковит, лепидолит и другие (всего около 15). К аксессуарным минералам (которых порядка 16) относятся: колумбит, танталит, петалит, топаз, ряд сульфидов и др. [3].

Изучен химический состав минералов группы турмалина, характерных для пегматитов поля. Они относятся к группе кольцевых силикатов с общей формулой $XY_3Z_6[T_6O_{18}][BO_3]_3V_3W$, где: X = Ca, Na, K, □ (вакансия); Y = Li, Mg, Fe²⁺, Mn²⁺, Al, Cr³⁺, V³⁺, Ti⁴⁺; Z = Mg, Fe²⁺, Al, Cr³⁺, V³⁺; T = Si, Al, B; B = B, □; V = OH, O; W = OH, F, O [4]. Большое количество конечных членов изоморфных рядов приводит к усложнению определения видовой принадлежности турмалинов, особенно в случае применения микронзондового анализа.

Данными для сделанных выводов послужили результаты микронзондового анализа шести образцов из трех пегматитовых жил. Пересчет весовых процентов производился на 6 Si – для турмалинов проб 1, 3, 4; по 15 катионам – для остальных. Результаты сведены в таблицу 1.

Таблица 1

Итоговые кристаллохимические формулы турмалинов

№ пробы	№ жилы	Формула	Цвет
1	1	$(Na_{0,61}\square_{0,38}Ca_{0,01})_1(Fe_{1,6}Al_{0,76}Mg_{0,75}Mn_{0,03}Zn_{0,01})_{3,19}Al_6[Si_6O_{18}][BO_3]_3(OH_{3,15}O_{0,85})_4$	болотно-зеленый
2	3	$(Na_{0,61}\square_{0,38}K_{0,01}Ca_{0,01})_1(Fe_{1,62}Al_{0,85}Mn_{0,12}Zn_{0,09}Mg_{0,01})_{2,69}Al_6[Si_{5,66}O_{16,98}][BO_3]_3(OH_{3,18}O_{0,82})_4$	черно-зеленый
3	3	$(Na_{0,81}\square_{0,16}Ca_{0,02}K_{0,01})_1(Al_{1,26}Fe_{0,85}Li_{0,62}Mn_{0,18}Zn_{0,07}Mg_{0,02}Ti_{0,02})_3Al_6[Si_6O_{18}][BO_3]_3(OH_{3,42}O_{0,58})_4$	желто-зеленый
4	3	$(Na_{0,57}\square_{0,28}Ca_{0,14}K_{0,01})_1(Al_{1,81}Li_{0,99}Mn_{0,20})_3Al_6[Si_6O_{18}][BO_3]_3(OH_{3,32}O_{0,68})_4$	розовый
5	4	$(Na_{0,70}\square_{0,27}Ca_{0,02}K_{0,01})_1(Fe_{1,69}Al_{0,79}Mn_{0,09}Mg_{0,02}Zn_{0,02}Ti_{0,02}V_{0,01}Cr_{0,01})_{2,54}Al_6[Si_{5,64}O_{16,92}][BO_3]_3(OH_{3,38}O_{0,62})_4$	черно-зеленый
6	5	$(Na_{0,66}\square_{0,32}K_{0,01}Ca_{0,01})_1(Fe_{1,7}Al_{0,81}Mn_{0,08}Zn_{0,04}Ti_{0,01})_{2,61}Al_6[Si_{5,67}O_{17,02}][BO_3]_3(OH_{3,56}O_{0,44})_4$	черно-зеленый

Причиной выбора иного метода пересчета массовых процентов на формульные единицы для турмалинов проб 2, 5, 6 стала невозможность выделить теоретические миналы без значительной доли остатка (3...6 %). Согласно таблице 2 даже при расчете по 15 катионам для них наблюдаются наибольшая, по сравнению с другими, погрешность. Возможно, это связано с механической примесью другой минеральной фазы в составе турмалинов.

В турмалинах проб 3 и 4 литий рассчитывался исходя из дефицита катионов в позиции Y. Полученные формулы были пересчитаны на теоретические миналы, предложенные в статье [4]. Миналы, а также остаток приведены в таблице 2.

Таблица 2

Теоретические миналы

№	Минал (%)									Остаток (%)
	$\text{NaAl}_3\text{Al}_6\text{O}_3(\text{OH})$	$\text{NaFe}_3\text{Al}_6(\text{OH})_4$	$\text{NaLi}_{1,5}\text{Al}_{1,5}\text{Al}_6\text{O}_3(\text{OH})_4$	$\text{NaMg}_3\text{Al}_6(\text{OH})_4$	$\text{NaMn}_3\text{Al}_6(\text{OH})_4$	$\text{NaZn}_3\text{Al}_6(\text{OH})_4$	$\square\text{Fe}_2\text{AlAl}_6(\text{OH})_4$	$\square\text{LiAl}_2\text{Al}_6(\text{OH})_4$	$\text{CaLi}_2\text{AlAl}_6(\text{OH})_4$	
1	14,14	22,22		25,25			38,38			1,39
2	23,40	29,79			3,19	3,19	40,43			2,79
3	20,41	26,53	28,57		6,12			16,33	2,04	2,04
4	23,23		28,28		6,06			28,28	14,14	1,00
5	29,79	38,30			3,19		28,72			2,51
6	26,60	37,23			2,13		34,04			2,67

Всего в составе исследованных турмалинов удалось выделить девять миналов: оленитовый – постоянный компонент во всех турмалинах; шерловый, эльбаитовый, дравитовый, тсилазитовый, фойтитовый, россманитовый, гидроксид-лиддиокатитовый. Все железистые турмалины принадлежат к фойтит-шерло-оленитовому ряду, а литиевые – к эльбаит-шерл-оленитовому и эльбаит-россманит-оленитовому рядам.

Наиболее удобным графическим способом представления состава твердых растворов является применение треугольных диаграмм [5]. Порядок применения таких диаграмм для классификации турмалинов подробно описан в [4]. В работе приводятся две диаграммы подобного рода (рис. 1, 2).

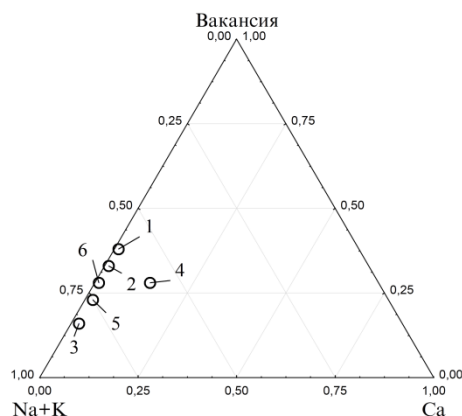


Рис. 1. Композиционная диаграмма по катионам в позиции X

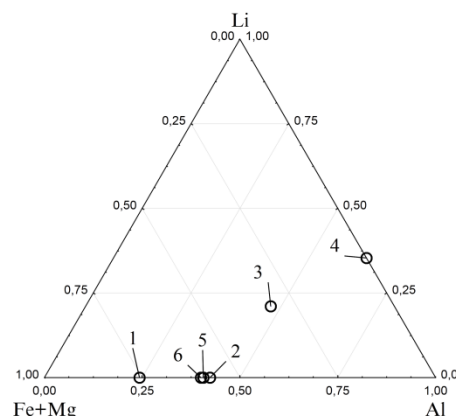


Рис. 2. Композиционная диаграмма по катионам в позиции Y

Таким образом, исследованные турмалины по составу преимущественно натриевые, однако порой в позиции X наблюдается значительная доля вакансии, либо небольшая примесь кальция (рис. 1). Интересна в отношении изменения состава турмалинов диаграмма по катионам в позиции Y (рис. 2): наблюдается некое подобие эволюции для турмалинов третьей жилы: от Fe турмалина пробы 2 к Li-Al (Fe уже в подчиненном положении, проба 3) и безжелезистому турмалину пробы 4. В качестве постоянных компонентов в небольшом количестве во всех турмалинах присутствуют: Mn, Mg, Zn и Ti (за исключением турмалина пробы 4), а в качестве примесей – V, Cr.

Исходя из всего вышесказанного, типоморфными для пегматитов поля являются турмалины, обогащенные алюминием, представляющие фойтит-оленит-эльбаитовый ряд.

Литература

1. Верниковский В.А., Верниковская А.Е. Тектоника и эволюция гранитоидного магматизма Енисейского кряжа // Геология и геофизика. – 2006. – Т. 47. – № 1. – С. 35–52.
2. Гинзбург А.И., Яковлева М.Е. О некоторых явлениях переотложения сподумена в пегматитах // Труды минералогического музея АН СССР. – Москва, 1961. – Вып. 11. – С. 3–12.
3. Коноваленко С.И. Вопросы изоморфизма и генезиса минеральных индивидов и комплексов // Труды 1 Всесоюзного симпозиума по изоморфизму. – Элиста, 1977. – Ч. 2. – С. 381–389.

4. Hawthorne F.C., Henry D.J. Classification of the minerals of the tourmaline group // Eur. J. Mineral. – 1999. – №11. – P. 201 – 215 с.
5. Nickel E.H. Solid solutions in mineral nomenclature // Can. Mineral. – 1992. – № 30. – P. 231–234.

КИМБЕРЛИТЫ И ПРИРОДА ИХ АЛМАЗОНОСНОСТИ

Е.С. Анорина

Научный руководитель доцент Л.А. Краснощекова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

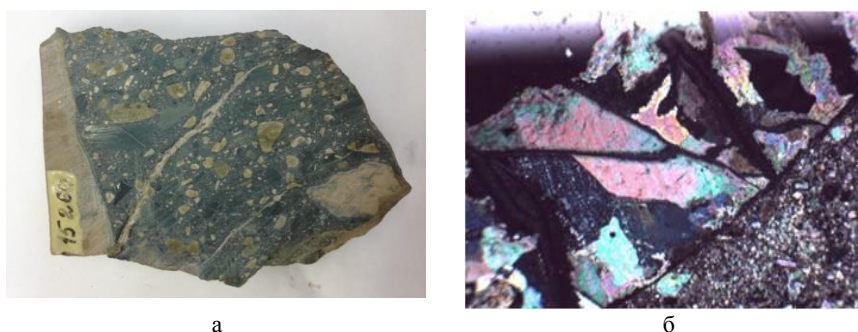
Кимберлиты привлекают внимание исследователей более 130 лет в связи с тем, что являются главным магматическим источником алмаза. Несмотря на находки этого минерала в других изверженных породах (лампроиты, минетты и др.), главные алмазные ресурсы коренных месторождений и основная часть ювелирной алмазной продукции связаны с породами кимберлитовой формации. Общее количество выявленных потенциальных месторождений алмаза превышает три с половиной тысячи, но при этом суммарный объем тел, образующих месторождения, пожалуй, является самым малым по сравнению с объемом рудных тел других магматических образований. Алмазы установлены только в каждом восьмом или десятом теле, а промышленной продуктивностью обладает не более 2 % проявлений.

Более чем полувековой период изучения кимберлитовых пород в нашей стране позволил получить широкий спектр их петрографо-минералогических и петрогеохимических характеристик. К настоящему времени кимберлиты выявлены на всех древних платформах Земли (с основанием дорифейской консолидации, отвечающие понятию «кратон» в зарубежной литературе) и представляют собой производные наиболее глубоких магматических расплавов ультраосновного состава со специфическими петрографическими и минералого-геохимическими признаками.

Расположение кимберлитов на Сибирской платформе, как и на других древних платформах Мира, определяется наличием и границами кратонного основания – фундамента архейской консолидации. По типоморфным признакам алмаза Сибирская платформа подразделяется на четыре субпровинции или области: Центрально-Сибирскую – с преобладанием кристаллов кимберлитового генезиса; Лено-Анабарскую – с алмазами, характерными для тел с убогой алмазноносностью; Тунгусскую – предположительно эколгитового генезиса, с доминированием типичных округлых алмазов; Алданскую – с единичными находками округлых алмазов.

Анализ петрохимических свойств кимберлитовых и конвергентных им пород позволяет констатировать заметные вариации в содержании петрогенных и примесных элементов, которые определяются как эндогенными, так и экзогенными факторами. Петрогеохимические исследования позволяют конкретизировать диагностику пород и определить их специфику в рамках полей, групп и отдельно взятых тел. В целом, по химическому составу всех полей, как южной, так и северной частей, провинции отвечают ультраосновным породам, характеризующимся примерно равным количеством SiO₂ и MgO (с небольшими вариациями в сторону увеличения или уменьшения значений SiO₂/MgO), с высоким содержанием магния и повышенными отношениями магния к железу. Эта тенденция сохраняется как в менее измененных и выветрелых породах, так и в интенсивно карбонатизированных кимберлитах и пикритах.

Макроскопически образцы Якутской провинции представляют собой плотные породы темно-серого цвета, иногда с зеленоватым оттенком, массивной текстуры и мелкопорфировой структуры (рис. 1).



а

б

Рис. 1 Кимберлит, трубка Ленинградская, Якутия.

Образец в натуральную величину (а); замещение оливина серпентином и кальцитом в кимберлите, увел. 40, с анализатором (б)

Аналогично Сибирской Восточно-Европейская платформа отвечает таксону «алмазноносная провинция». С учетом выявленных алмазноносных кимберлитов наибольший интерес вызывает ее северная сторона, которая на основании структурно-тектонического и глубинного строения обособляется в ранге Карело-Кольского мегакратона. По минерагенической таксономии она отвечает Карело-Кольской алмазноносной субпровинции, включая Карельскую, Кольскую или Архангельскую и Беломорскую алмазноносные области. В свою очередь области подразделяются на районы с установленными проявлениями алмазноносных и потенциально алмазноносных пород: Онегозерский, Западно-Карельский, Ветреного пояса, Центрально-Финляндский,

Терскобережный, Кандалакшский, Онежский и Зимнебережный, в пределах которых распределяются кимберлитовые и лампроитовые поля.

Изученные образцы Архангельской провинции характеризуются высокой степенью вторичных изменений, однотипным минеральным составом (каолинит, гидрослюда-монтмориллонитовые смешанно-слоистые образования, гематит и гетит), реликтовой порфировой или витрокластической структурой (рис. 2).

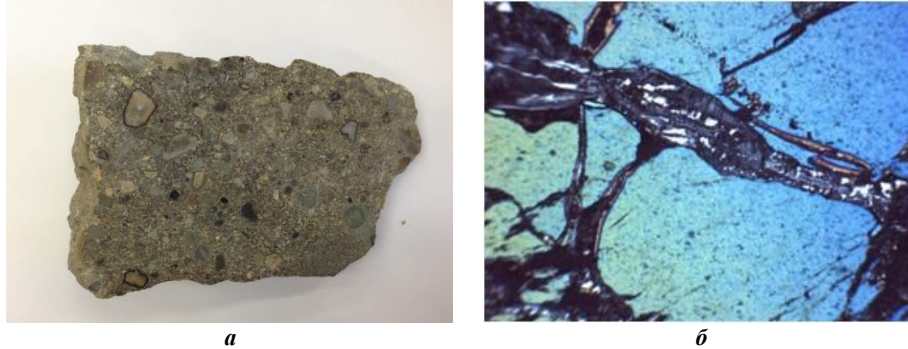


Рис. 2 Кимберлитовая туфобрекчия, Трубка Ломоносовская, Архангельская область. *Натуральная величина (а), развитие серпентинового агрегата в оливиновых вкрапленниках, увел.40, с анализатором (б)*

В монографии [3] показано, что для данной провинции характерен устойчивый парагенезис минералов: биотит+измененное стекло ± апатит ± циркон ± фельдшпатоид ± рудный минерал. Выделены петрохимические и геохимические особенности пород (основной-ультраосновной состав, калиевый характер при очень низком содержании когерентных элементов (Ni, Co, Cr), повышенное содержание щелочей (K, Rb, Cs и, особенно, Li), Ba и очень высокое содержание Zr, Hf, Y, РЗЭ. Авторы по указанным признакам предполагают сходство рассматриваемых образований с производными магматического расплава известково-щелочных лампрофиров типа минетта.

Таким образом, можно констатировать, что в пределах Юго-Восточного Беломорья распространены разнофациальные образования ультраосновных и основных магматических комплексов с представителями различных рядов щелочности – нормального, повышенной щелочности и щелочного.

Сопоставление Архангельских кимберлитов с кимберлитами Центрально-Якутской провинции выявляет различия между ними. Они проявляются в незначительном содержании в архангельских породах минералов-спутников алмаза – пироба и пикроильменита, а также в некоторых особенностях их геохимии, включая изотопный состав Sr, Nb и других элементов. Алмазоносные кимберлиты Архангельского района неоднородны: породы недавно открытой трубки имени В. Гриба в Верхотинском поле существенно отличаются от кимберлитов месторождения им. М.В. Ломоносова (Золотистое поле) и, вероятно, относятся к различным петрохимическим сериям.

В последние десятилетия проблема минерации алмаза развивалась весьма динамично не только благодаря изучению новых кимберлитовых провинций и районов и исследованию новых аспектов кимберлитового магматизма, но и за счет открытия новых некимберлитовых источников алмаза. Главные минералогические последствия этих открытий заключаются в том, что кимберлиты, считавшиеся до недавнего времени единственным промышленным коренным источником алмазов, постепенно утрачивают свое монопольное положение. При этом, во-первых, очевидно, что алмазы, по-видимому, могли транспортироваться не только кимберлитовыми расплавами, но и глубинными магмами иного состава, а, во-вторых, что условия стабильности алмазов достигаются, вероятно, не только на глубоких горизонтах мантии (на глубине более 200 км), но и при определенных условиях в верхах мантии и в земной коре благодаря аномальным стрессовым нагрузкам, высоким температурам и потокам восстановленных глубинных флюидов, свойственных мощным коллизионным зонам.

Литература

1. Алмазные месторождения Якутии / А.П. Бобриевич [и др.] / под ред. В.С. Соболева. – М.: Госгеолтехиздат, 1959. – 528 с.
2. Сорохтин О.Г., Митрофанов Ф.П., Сорохтин Н.О. Глобальная эволюция Земли и происхождение алмазов. – М.: Наука, 2004. – 269 с.
3. Кимберлиты и некимберлитовая алмазоносность изверженных и метаморфических пород: методическое руководство / под ред. Н.В. Межеловского, В.П. Федорчука. – М.: Геокарт Геос, 2010. – 448 с.
4. Микросталлические оксиды из кимберлитов России / В.К. Гаранин, А.В. Бовкун, К.В. Гаранин и др. – М.: Геос, 2009. – 498 с.

РАСЧЁТ ИНДЕКСА КРИСТАЛЛИЧНОСТИ КВАРЦИТОВ ПО СПЕКТРАМ ИНФРАКРАСНОГО ПОГЛОЩЕНИЯ

А.М. Ануфриенкова, О.С. Разва

Научный руководитель профессор М.В. Коровкин

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В связи с увеличивающимся в последние годы производством новых материалов и изделий, получаемых из кварца, возрос спрос на высококачественное кварцевое сырьё. Его используют при производстве оптоволоконных систем связи, специальных видов стекла, для электронной промышленности и, особенно, для изготовления фотоэлектрических преобразователей – солнечных батарей. Кроме того, в последние годы резко возросла потребность в высококачественном кварцевом сырьё для производства уникальных керамических материалов и изделий из карбида кремния (SiC) и нитрида кремния (Si₃N₄) для черной и цветной металлургии, химической промышленности. Кварциты Антоновской группы месторождений (Россия, Западная Сибирь) являются потенциальным источником высококачественного сырья, используемого для высоких технологий [1, 2].

По своему происхождению кварциты относятся к осадочно-метаморфическим отложениям и являются продуктом литификации в условиях раннего метагенеза кварцево-гидрослюдисто-серицитового ряда [2]. В результате преобразования кремнистой биогенной толщи происходила кристаллизация аморфного кремнезёма и появление кристаллической фазы α -кварца [4]. Кристаллическая фаза α -кварца характеризуется наличием двойного пика инфракрасного (ИК) поглощения 800...778 см⁻¹. Расчёт индекса кристалличности производился по методике И.И. Плюсниной [3], учитывающей изменение параметров лишь одного пика ИК-поглощения при 778 см⁻¹ в этом двойном пике. Для выявления наиболее чистых разновидностей кварцитов была сделана попытка определить степень преобразования кварцитов, отобранных на месторождениях «Сопка-248» и «Белокаменка» Антоновской группы месторождений с помощью оценки степени кристалличности кварцевых микрогранул [5, 6].

В данной работе применена методика расчёта индекса кристалличности кварца, использующая отношение пиков инфракрасного поглощения при 778 и 695 см⁻¹ [9]. Расчёт индекса кристалличности производили по формуле: $K_i = a/b$, где a/b – отношение величины пика 778 см⁻¹ к пику 695 см⁻¹. Величины пиков определялись по методу базовой линии, как показано на рисунке.

Спектры ИК-поглощения регистрировались на спектрофотометре Specord M40 в интервале 400...4000 см⁻¹ с разрешением 0,01 см⁻¹, а также на спектрофотометре IRPrestige-21 фирмы «Shimadzu» с преобразованием Фурье (FTIR-8400S) в интервале 300...4000 см⁻¹ с разрешением 0,001 см⁻¹ (FT-IR), с помощью программного обеспечения IRsolution. Образцы для исследований были подготовлены в равных условиях из отобранных проб кварцитов. Исследуемый образец (массой 4 мг) растирался в агатовой ступке до фракции менее 2 мкм и смешивался с порошком КВг (массой 400 мг) марок ОЧ и ЧДА, помещался в прессформу и прессовался под большим давлением (10 т/см²) в прозрачные тонкие диски. При измерении ИК-спектров на спектрофотометре FTIR-8400S навеска образца составляла 0,5 мг. Во всех измерениях обеспечивалась одинаковая масса исследуемого образца (рис.).

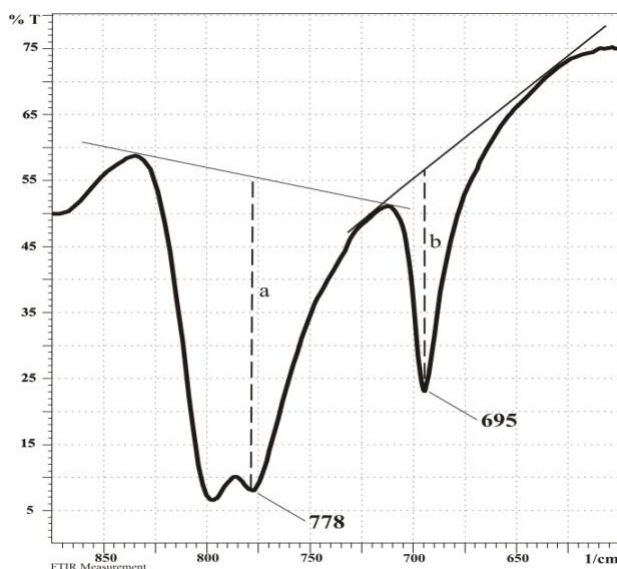


Рис. Графическое определение величины пиков ИК-поглощения в области 778...695 см⁻¹ по методу базовой линии [3]

По этой методике нами исследовались образцы кварцитов, отобранных на месторождениях «Сопка-248» и «Белокаменка» Антоновской группы. Для сравнения в таблице приведены отличающиеся по абсолютным величинам расчётные значения индекса кристалличности, полученные разными методами, однако тенденция их закономерного изменения сохраняется.

Приведенные в таблице усреднённые значения индекса кристалличности получены по результатам измерения трех образцов. Эти относительные значения индекса кристалличности отражают, по нашему мнению, степень преобразования кварцитов.

Мелкокристаллический белый кварцит месторождения «Сопка-248», отличающийся достаточно высокой чистотой [2], характеризуется наименьшим расчётным значением индекса кристалличности 2,21, полученным разными методами. С увеличением глубины, а также

от центральных участков тела кварцитов к периферии кварциты изменяют свой химический состав и цвет; степень кристалличности их также повышается до значений 2,42...2,50. В локальных участках, особенно в зонах

повышенного дробления, изначально химически чистые кварциты под влиянием гипергенных процессов загрязняются, а степень их кристалличности возрастает.

Кварциты месторождения Белокаменка характеризуются немного большими значениями индекса кристалличности. Возможно, что рассчитанные по предлагаемой методике значения индекса кристалличности кварцитов могут быть использованы для сравнительного анализа кварцевого сырья только в пределах одного месторождения.

Таблица

Индекс кристалличности кварцитов

Название месторождения	Образец	КИК, индекс кристалличности (по методу [3])	КИК, индекс кристалличности (по методу [9])
Сопка-248	Кварцит белый	2,21	2,21
	Кварцит серый с примазками оксидов железа	2,52	2,42
	Кварцит серого цвета с примазками глинистого вещества	2,66	2,49
	Кварцит черного цвета с периферийного участка	2,75	2,50
	Яшмовидный кварцит буровато-вишневого цвета с черными прожилками	5,6	2,55
Белокаменка	Кварцит серого цвета	2,55	2,41
	Кварцит белого цвета сахаровидный	3,27	2,47
	Кварцит белого цвета прозрачный	3,8	2,67

В работе [9] отмечалось, что с увеличением размера кварцевых гранул закономерно увеличиваются значения индекса кристалличности, однако, установить связь между линейными размерами кварцевых кристаллитов и значениями индекса кристалличности в данной работе пока не удалось.

Значения индекса кристалличности, рассчитанные по методу В. Рамасами и Г. Суреш, подтверждают закономерность их изменения, полученную по методу И.И. Плюсниной. По нашему мнению, предложенный метод более достоверно отражает степень преобразования кварцитов, поскольку данные пики относятся к разным типам симметрии в кварце: колебание с частотой 695 см^{-1} относится к симметрии типа А2, а колебание, дающее полосу при 778 см^{-1} , относится к симметрии типа Е [7, 8].

Литература

1. Ананьева Л.Г., Ананьев Ю.С., Долгов И.В., Коробейников А.Ф., Коровкин М.В. Поиски, оценка и обогащение кварцевого сырья для высоких технологий // Известия Томского политехнического университета, – 2001. – Т. 304. – В. 1. – С. 123–130.
2. Ананьева Л.Г., Коровкин М.В. Минералого-геохимическое изучение кварцитов Антоновской группы месторождений // Известия Томского политехнического университета. – 2003. – Т. 306. – №. 3. – С.50–55.
3. Барсанов Г.П., Плюснина И.И., Яковлева М.Е. Особенности состава, некоторых физических свойств и структуры халцедона // Новые данные о минералах СССР. – М.: Наука, 1979. – Вып. 28. – С. 3–33.
4. Коровкин М.В., Ананьева Л.Г. Оценка степени метаморфизма кварцитов Антоновской группы месторождений по данным минералогических исследований // Минералогия, геохимия и полезные ископаемые Азии. – Томск: Издательство Томского ЦНТИ. – 2013. – Вып. 2. – С. 139–145.
5. Korovkin M.V., Ananieva L.G., Antsiferova A.A. Assessment of quartzite crystallinity index by FT-IR // Proceedings of the 10th International Congress for Applied Mineralogy (ICAM) / Broekmans MATM (editor). – Trondheim, Norway. – 2011. – P. 403-410.
6. Коровкин М.В., Ананьева Л.Г., Анциферова А.А. Оценка степени преобразования кварцитов методом инфракрасной спектроскопии // Известия Томского политехнического университета. – 2012. – Т. 320. – №. 1. – С.16–18.
7. Лазарев А.Н., Миргородский А.П., Игнатъев И.С. Колебательные спектры сложных окислов. – Л.: Наука, 1975. – 296 с.
8. Силинь А.Р., Трухин А.Н. Точные дефекты и элементарные возбуждения в кристаллическом и стеклообразном SiO_2 . – Рига: Зинатне, 1985. – 244 с.
9. Ramasamy V., G. Suresh. Mineral Characterization and Crystalline Nature of Quartz in Ponnaiyar River Sediments, Tamilnadu, India // American-Eurasian Journal of Scientific Research. – 2009. – V. 4 (2). – P. 103–107.
10. Ramasamy V., Ponnusamy V. Analysis of air suspended particles of Coimbatore-a FTIR study // Indian J. Phys. – 2009. – V. 88 (3). – P. 301–312.

ОСОБЕННОСТИ МЕТОДИКИ РАСЧЁТА ИНДЕКСА КРИСТАЛЛИЧНОСТИ КВАРЦИТОВ ПО СПЕКТРАМ ИНФРАКРАСНОГО ПОГЛОЩЕНИЯ

А.М. Ануфриенкова, О.С. Разва

Научный руководитель профессор М.В. Коровкин

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Для оценки степени преобразования кварца различного происхождения авторы [7] впервые предложили определять показатель кристалличности кварца – «индекс кристалличности», который рассчитывается методом рентгеновской дифракции по интенсивности пика (212), соответствующего $2\theta = 67,74^\circ$. И.И. Плюсниной [1] было предложено определять индекс кристалличности кварца методом инфракрасной (ИК) спектроскопии. Было обнаружено, что с изменением степени кристалличности халцедонов изменяется вид двойного пика поглощения в области $800\dots778\text{ см}^{-1}$ на спектрах инфракрасного поглощения. Для расчётов предложено использовать отношение величины слабого пика 778 см^{-1} к его коротковолновому плечу. В работах индийских авторов [8, 9] было предложено использовать отношение интенсивностей ИК-пигов поглощения при 778 см^{-1} и 695 см^{-1} , которые относятся к колебаниям разного типа симметрии [3, 5]. В работе [10] для расчёта индекса кристалличности предложено использовать изменение интенсивности пика ИК-поглощения при 1145 см^{-1} .

Проведённые нами исследования осадочно-метаморфических кварцитов из месторождений «Сопка-248» и Белокаменское показали закономерное изменение значений индекса кристалличности и степени преобразования кремнезёма [2, 4, 6]. Значения индекса кристалличности кварцитов, рассчитанные по методу В. Рамасами и др. [8], подтверждают закономерность их изменения, полученную по методу И.И. Плюсниной [1]. В то же время, пик ИК-поглощения при 1145 см^{-1} практически не выделяется в ИК-спектрах исследуемых нами тонкозернистых кварцитов (рис.) и данная методика в нашем случае оказалась неинформативной.

Во всех предложенных методах величина индекса кристалличности имеет цифровое значение и рассчитывается непосредственно по результатам измерения спектров инфракрасного поглощения и величины интенсивности пиков ИК-поглощения в соответствующей области. Интенсивность пиков инфракрасного поглощения согласно закону Бугера-Ламберта-Бера зависит от концентрации исследуемого вещества в приготовленном образце. Поскольку в современных инфракрасных спектрофотометрах с Фурье-преобразованием используются навески менее 1 мг исследуемого вещества, то даже небольшие отклонения его концентрации приводят к значительным изменениям в спектрах и, как следствие, к большим ошибкам в расчётных значениях индекса кристалличности.

В данной работе нами были проведены исследования влияния изменения концентрации исследуемого вещества (образца кварцита месторождения Белокаменка) на расчётные значения индекса кристалличности, определяемого по методу И.И. Плюсниной и В. Рамасами.

Фрагменты спектров инфракрасного поглощения после проведения экспериментальных исследований показаны на рисунке. Номера фрагментов спектров инфракрасного поглощения, изображенные на рисунке, соответствуют номерам проведенных измерений, приведённых в таблице.

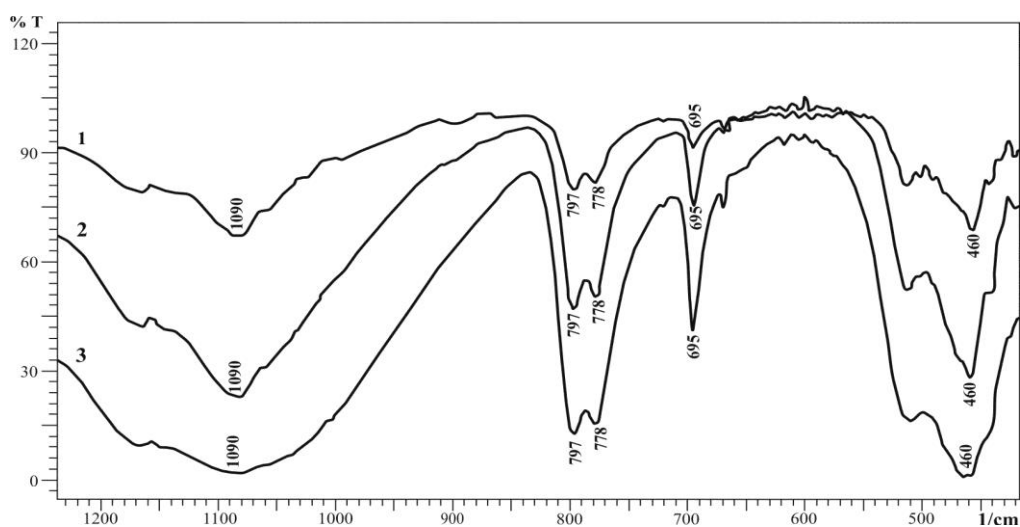


Рис. Фрагменты спектров инфракрасного поглощения образцов с разным содержанием кварца в навеске

Спектры ИК-поглощения регистрировались на спектрофотометре IRPrestige-21 фирмы «Shimadzu» с преобразованием Фурье (FTIR-8400S) в интервале $300\dots4000\text{ см}^{-1}$ с разрешением $0,001\text{ см}^{-1}$ (FT-IR), с помощью программного обеспечения IRsolution. Для исследования наиболее чистые зёрна кварца отбирались под бинокляром. Для проведения каждого эксперимента образец кварцита использовался в разных количествах.

Исследуемый образец растирался в агатовой ступке до фракции менее 2 мкм, навеска образца составляла менее 0,5 мг.

Для измерения ИК-спектров изготавливались прозрачные тонкие диски путём прессования под давлением (10 т/см^2) смеси исследуемого образца и «наполнителя» – порошка КВг марок о.ч. (особо чистый) и ч.д.а. (чистый для анализа), который является прозрачным в инфракрасной области.

Рассчитанные значения индекса кристалличности приведены в таблице.

Таблица

Значения индекса кристалличности (КИК) образцов с разным содержанием кварца в навеске

№ измерения	Масса исследуемого кварца в навеске, %	К _{ИК} , индекс кристалличности (по методу [1])	К _{ИК} , индекс кристалличности (по методу [8, 9])	Описание образца
1	0,50	1,30	2,57	Месторождение Белокаменка. Кварцит белого цвета, сахаровидный. Отобран под бинокляром
2	0,25	0,90	2,20	
3	0,75	0,50	1,74	
4	1,00	0,077	1,1	
5	1,25	0,047	0,95	

Исходя из данных таблицы, можно увидеть, что с увеличением исследуемого вещества в приготовленном образце происходит увеличение интенсивности пиков инфракрасного поглощения, а при высоких концентрациях исследуемого вещества, выше 1,5 %, их форма искажается и значения их величины выходят за рамки диапазона измерений. При этом изменяются значения индекса кристалличности, определяемого по методу И.И. Плюсниной.

Ранее нами предполагалось, что изменение массы исследуемого вещества в навеске не должно влиять на отношение интенсивностей ИК-пиков при 778 и 695 см^{-1} и на значение индекса кристалличности, рассчитанного по методике [8, 9], однако эти значения отличаются. Также происходит изменение значения индекса кристалличности, определяемого по методу [1].

Таким образом, изменение концентрации вещества приводит к изменению не только величины ИК-пиков поглощения, но и к изменению отношения их интенсивностей. При этом также изменяются расчётные значения индекса кристалличности. Для получения корректных результатов при проведении количественного анализа и вычисления индекса кристалличности необходимо учитывать особенности методики измерения спектров ИК-поглощения при использовании различной массы исследуемого образца.

Литература

1. Барсанов Г.П., Плюснина И.И., Яковлева М.Е. Особенности состава, некоторых физических свойств и структуры халцедона // Новые данные о минералах СССР. – М.: Наука, 1979. – Вып. 28. – С. 3–33.
2. Коровкин М.В., Ананьева Л.Г., Анциферова А.А. Оценка степени преобразования кварцитов методом инфракрасной спектроскопии // Известия Томского политехнического университета. – 2012. – Т. 320. – №. 1. – С. 16–18.
3. Лазарев А.Н., Миргородский А.П., Игнатьев И.С. Колебательные спектры сложных окислов. – Л.: Наука, 1975. – 296 с.
4. Разва О.С., Ануфриенкова А.М., Коровкин М.В. Оценка степени преобразования кварцитов методом рентгеновской дифракции // «Студенческий научный форум»: VI Международная студенческая электронная научная конференция, 15 февраля – 31 марта 2014 года. – <http://www.scienceforum.ru/2014/5/2244>.
5. Силинь А.Р., Трухин А.Н. Точные дефекты и элементарные возбуждения в кристаллическом и стеклообразном SiO_2 . – Рига: Зинатне, 1985. – 244 с.
6. Korovkin M.V., Ananieva L.G., Antsiferova A.A. Assessment of quartzite crystallinity index by FT-IR // Proceedings of the 10th International Congress for Applied Mineralogy (ICAM) / Broekmans MATM (editor). – Trondheim, Norway. – 2011. – P. 403–410.
7. Murata K.J., Norman II M.B. An index of crystallinity for quartz // American Journal of Science. – 1976. – V. 276. – P. 1120–1130.
8. Ramasamy V., Suresh G. Mineral Characterization and Crystalline Nature of Quartz in Ponnaiyar River Sediments, Tamilnadu, India // American-Eurasian Journal of Scientific Research. – 2009. – V. 4 (2). – P. 103–107.
9. Saikia B.J., Parthasarathy G., Sarmah N.C. Fourier transform infrared spectroscopic estimation of crystallinity in SiO_2 based rocks // Bull. Mater. Sci. – 2008. – Vol. 31. – №. 5. – P. 775–779.
10. Shoal S., Ginott Y., Nathan Y. A new method for measuring the crystallinity index of quartz by infrared spectroscopy // Mineralogical Magazine. – 1991. – Vol. 55. – P. 579–582.

**ВЕЩЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ ПОРОД, ПЕРЕКРЫВАЮЩИХ РУДОНОСНЫЙ ГОРИЗОНТ
УРАНОВОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ХАРАСАН (РЕСПУБЛИКА КАЗАХСТАН)****Б.Р. Байназаров**

Научный руководитель доцент Н.Ф. Столбова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Целью данной работы является изучение вещественного состава пород, перекрывающих меловой рудоносный горизонт уранового месторождения Харасан. Объектом специальных исследований являются образцы керна, представленные обломочными и глинистыми породами палеоцен – миоценового возраста.

Месторождение Харасан находится в Жанакорганском районе Кызылординской области Республики Казахстан. Оно относится к инфильтрационному генетическому типу и представлено продуктами переотложения минерального вещества при фильтрации растворов, обогащенных ураном. Многие разновидности пород содержат битуминозное вещество [1]. В связи с этим обстоятельством вещественный состав таких пород представляет существенный интерес.

Каменный материал для исследований был отобран из керна скважины, пересекающей отложения палеоцен-миоценового возраста. Из него было изготовлено 16 шлифов и 12 пришлифовок для исследований.

Для достижения поставленной цели были применены следующие методы: петрографический, битуминологический, рентгено-флуоресцентный и термический.

Петрографические исследования показали следующее: породы изучаемых отложений представлены обломочными и глинистыми разновидностями. Среди них выделены алевритовые, псаммитовые и дресвяно-гравелитовые представители. По минеральному составу обломочного материала породы близки. Содержание обломочного материала в них такое: кварца в среднем 60...70 %, полевых шпатов 7...15 %, обломков пород – 5...15 %.

В соответствии с классификацией В.Д. Шутова породы относятся к группе 7 – пород не терригенного происхождения. Это подтверждает предположение о генезисе пород в коре выветривания субстрата кислого состава.

В подчиненном количестве содержатся слюды (мусковит, хлорит, хлоритизированный биотит) – в среднем 1...2 %, углистый растительный детрит – в среднем 0.5...5 %, глинистые минералы – в среднем 5...15 %. В виде незначительной примеси встречаются акцессорные минералы (ильменит, лейкоксен, турмалин, циркон и другие).

Тип цемента по количеству и распределению в породах – базальный, а по составу – карбонатный.

Рентгено-флуоресцентный метод исследования был проведен на современном спектрометре Inpov-X 50. Анализ результатов исследования обнаружил присутствие отдельных прослоев пород с высоким содержанием урана (образец 7, содержание урана $84 \cdot 10^{-4}$). В таких прослоях отмечаются также высокие концентрации марганца.

Дифференциально-термический анализ образцов выполнен в научно-аналитическом центре ТПУ для определения глинистых минералов в породах разреза. Среди выявленных минералов – кварца, сидерита и кальцита обнаружен глинистый минерал группы иллита – гидромусковит [2].

Наибольшее внимание было уделено битуминологическому методу, позволяющему изучить особенности широко представленного в породах битуминозного вещества. Он был применен для изучения состава, характера свечения, определения структурно-текстурных особенностей и распределения битумоидов в породе. Битуминозность пород изучалась в ультрафиолетовом свете на люминесцентном микроскопе Микмед-2. Результаты исследований представлены в таблице.

Анализ результатов, представленных в таблице, позволяет сделать ряд выводов.

Во всех изученных образцах зафиксировано присутствие битумоидов. Этот факт свидетельствует о процессах битумообразования в изучаемом районе.

Текстуры и структуры битуминозных пород указывают на принадлежности их к эпибитумоидам. Они приурочены к ослабленным зонам в породе: заполняют трещины, отмечаются в цементирующей массе, образуя ореолы вокруг сульфидов (пирит).

Состав эпибитумоидов варьирует от легких (голубоватое свечение) до смолисто-асфальтовых (темно-коричневое свечение) при преимущественном проявлении битумоидов смолистого состава (темно-бурое свечение).

Содержание эпибитумоидов в породах изменяется от 0,02 % до 0,05 %, при среднем – 0,03 %. Отмечается устойчивая тенденция к повышению их концентрации по мере приближения к рудной пачке.

Особенностью изученного разреза является присутствие эпибитумоидов, которые, очевидно, мигрировали из ниже залегающего рудоносного горизонта.

Обнаруженные особенности вещественного состава пород, перекрывающих рудоносный горизонт месторождения Харасан, подтверждают инфильтрационный генезис месторождения и выявляют существенное влияние на его формирование углеводородных флюидов. Среди последних наиболее активны битумоиды средне-тяжелого состава.

Таблица

Особенности проявления битумоидов в породах изучаемого разреза

№ обр	Название породы	Концентрация битумоидов	Состав битумоидов	Характер свечения	Текстуры и структуры битумоидов
6	Алевролит	0,02	Смолистый, смолисто-асфальтеновый, маслянистый, Смолистые и легкие	Темно-бурый, темно-коричневый, желтовато-бурый, голубой	Неравномерно-рассеянная, пятнистая, точечная, трещиноватая
8	Дресвяно-гравелито-псаммитовая	0,05	Маслянисто-смолистый, маслянистый, смолистый	Светло-желто-бурый, светло-желтый, бурый	Цементная, ореольная, пятнистая
5	Алевролит	0,03	Смолистый, масляно-смолистый, легкий	Темно- бурый, светло-желто-бурый, голубой	Неравномерно-рассеянная, пятнистая
7	Песчаник полимиктовый	0,03	Смолистый, масляно-смолистый, смолисто-асфальтеновый, легкий	Бурый, темно-бурый, темно-коричневый, голубой	Неравномерно-рассеянная, пятнистая
2	Песок белесый, мелкозернистый	0,03	Смолистый, масляно-смолистый, легкий	Темно-бурый, светло-желто-бурый, голубой	Цементная, точечная
1	Алеврит	0,05	Масляно-смолистый, смолистый, смолисто-асфальтеновый, легкий	Светло-желто-бурый, темно-бурый, темно-коричневый, голубой	Цементная, пятнистая, трещиноватая, точечная

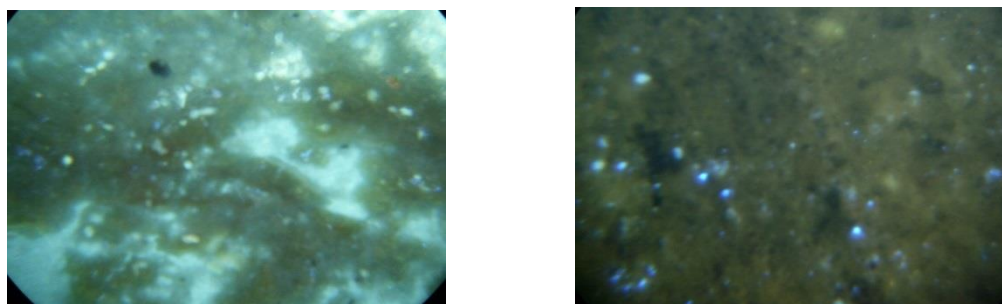


Рис. Битуминозное вещество под люминесцентным микроскопом Микмед-2.

Слева – алевролит битуминизированный (обр. 5, табл.);

справа – алеврит в битуминозном веществе (обр. 1, табл.)

(на фото: выделения белого цвета – легкие битумоиды, серого – масляно-смолистые, темно-серого – смолистые, черные – смолисто-асфальтеновые)

Литература

1. Аубакиров Х.Б., Берикболов Б.Р., Вершков А.Ф., Языков В.Г. Урановые месторождения Казахстана. – Алматы: Білім, 2008. – 318 с.
2. Иванов В.П., Касатов Б.К., Красавина Т.Н., Розинова Е.Л. Термический анализ минералов и горных пород. – М.: Недра, 1974. – 39 с.

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СОСТАВА РУДНЫХ МИНЕРАЛОВ
БАРИТ – ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ РУД ЗМЕИНОГОРСКОГО И СТРИЖКОВСКОГО
МЕСТОРОЖДЕНИЙ (РУДНЫЙ АЛТАЙ)**

К.В. Бестемьянова

Научный руководитель доцент О.М. Гринев

Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия

Настоящая публикация отражает результаты исследования состава минералов двух известных месторождений Змеиногорского рудного района – собственно Змеиногорского и Стрижковского барит – полиметаллических месторождений. Змеиногорское месторождение разрабатывалось и изучалось начиная с 1736 г. и до 60 гг. XX века. Это месторождение уже давно является эталоном руд золото – серебряной барит – полиметаллической подформации. Его верхняя рудная зона доступна непосредственному изучению в карьере и естественных обнажениях.

Стрижковское месторождение располагается на северных и восточных окраинах с. Карамышево Змеиногорского района. Месторождение состоит из двух частей, различающихся по составу руд и геологическому строению – западной и восточной. Месторождение частично разрабатывалось в дореволюционный период и в советский период в начале 50-х гг. XX века, когда отрабатывалась его западная часть шахтовым методом. Однако по причине завышенных при разведке запасов рудник был закрыт. Месторождение считается недоразведанным. Особенно слабо изучена его восточная часть, представленная выходящими на поверхность окисленными медно – сульфидными рудами, насыщающими вулканогенно-терригенные толщи среднего девона.

Для рудных тел обоих месторождений характерна четкая тектоническая приуроченность к разломным структурам, зонам дробления, трещинам скола и отрыва. В рудных полях данных месторождений присутствуют сравнительно крупные по размерам горстообразные выступы основания, сложенные сложнорасположенными кварц – эпидот – хлорит – серицитовыми зелеными сланцами раннепалеозойского возраста, пронизанными густой сетью кварцевых жил и карбонат – кварцевых прожилков. Эти горстообразные блоки местами выступают на поверхность, а местами трансгрессивно перекрыты девонскими толщами с мощностью от десятков до сотен метров. Изученные месторождения тяготеют к зонам разломов, разделяющих просевшие и приподнятые блоки основания.

Анализ формы и строения тел исследуемых месторождений позволяет сделать следующие выводы. В первом приближении все рудные тела Стрижковского месторождения подразделяются на две группы: 1) рудные тела в субвертикальных зонах дробления, сопровождающих в основном наиболее крупные субмеридиональные разломы и дизъюнктивы; 2) штокверковые рудные зоны прожилкового типа в объемных системах мелких сопряженных трещин, не сопровождающихся существенными перемещениями.

Руды первого типа сопровождаются зонами дробления, расланцевания и интенсивной хлоритизации. Обычно тела данной группы фиксируются в тектонических брекчиях на контакте двух различных пород, например, аргиллитов и туфов, реже в однородных породах – метаморфических сланцах цоколя. Это наиболее мощные рудные зоны сложного строения, невыдержанной мощности, нередко с заливообразными внешними контурами. В одних случаях это довольно мощные жильные тела почти чисто сульфидного состава, иногда разветвляющиеся с образованием серии апофиз, в других – минерализованные зоны тектонических брекчий, в общей хлоритизированной массе которых сульфиды обособляются в виде линз, вытянутых вдоль контактов, или сложного сочетания линз, жил, прожилков, гнезд. Реже встречаются рудные брекчии, в которых кварц – сульфидный и баритовый материал слагает цемент между остроугольными обломками пород. Тела нередко группируются в сближенные пакеты (по 3 – 5 тел) и характеризуются кулисным расположением. Состав этих руд обычно полиминеральный галенит – сфалерит – халькопиритовый, реже мономинеральный. Описываемому типу принадлежит подавляющее большинство рудных тел и зон, вскрытых 1 горизонтом шахты. Это наиболее ценные в практическом плане руды.

Штокверковый тип оруденения встречается там, где развита густая сеть субпараллельных трещин с малоамплитудным смещением или без смещений. Наиболее часто руды этого типа встречаются в девонских туфах, реже в аргиллитах, песчаниках, где образуют густую систему многократно ветвящихся рудных и кварцево – рудных жил и прожилков мощностью до 10...15 см. В одних случаях это чисто сульфидные, обычно сфалеритовые и сфалерит – галенитовые жилы и прожилки, в других – кварцево – сульфидные с преобладанием сульфидов. Часто встречаются кварц – сульфидные прожилки, в которых рудные минералы образуют линзы, оторочки, гнезда в зальбандах и центральных частях кварцевых, реже кварцево – серицитовых прожилков. Граница рудных тел штокверкового типа нечеткая. Малые мощности и длины зон, жил и прожилков определяют в ряде случаев их тупое выклинивание.

Дополнительно среди руд, локализованных в девонских толщах, выделены следующие разновидности массивных руд: 1) галенитовые; 2) свинцово – цинковые; 3) медно – свинцово – цинковые; 4) полиметаллические; 5) барит – полиметаллические; 6) брекчиевые и жильные барит – полиметаллические.

В метаморфитах додевонского цоколя состав руд меняется. Здесь выделены: 1) вкрапленные халькопирит – пиритовые; 2) вкрапленные халькопирит – пиритовые в гидротермально измененных метаморфитах; 3) тонковкрапленные пиритовые в гидротермально измененных метаморфитах; 4) прожилково – вкрапленные барит – полиметаллические.

Для Змеиногорского месторождения также характерны секущие и зональные брекчиево – полиметаллические рудные тела, сульфидизированные брекчированные кварциты. Хотя отмечаются и субсогласные послонные тела. Наличие брекчиевых руд оспаривается сторонниками их стратиформного колчеданно – полиметаллического происхождения. По минеральному составу и структурно – текстурным признакам руды Змеиногорского месторождения характеризуются следующим строением: эндогенная рудная зона, имеет три подзоны на разных стратиграфических уровнях, где нижняя и средняя представлены полиметаллическими рудами, верхняя имеет более сложный состав. В ней выделяется (снизу вверх) полиметаллические, золото – полиметаллические, золото – серебро – барит – полиметаллические и баритовые руды. Экзогенная зона представлена окисленными золото– серебро – барит – полиметаллическими рудами. Баритовые, сульфидно – баритовые, а также золото – серебро – барит – полиметаллические руды имеют прожилково – жильный, брекчиевый и штокверково – жильный характер, наложенный на раздробленные в зоне субширотного разлома эйфельско – живетские толщи, а также на «роговики», ксенолиты которых содержат в своем составе.

Преобладающими текстурами руд обоих месторождений является прожилково – вкрапленная и гнездовая, реже массивная и тонко вкрапленная. Наиболее часто встречающимися структурами являются гипидиоморфнозернистая, аллотриоморфнозернистая, скрытокристаллическая, мелко-, средне- и крупнозернистая и структура распада твердых растворов, а также структуры обрастания.

Данные по РЭМ позволяют идентифицировать следующий состав основных рудных минеральных фаз (табл.).

Таблица

Средний состав барит – полиметаллических руд Змеиногорского и Стрижковского месторождений

Минералы	Элементы (мас. %)											
	Cu	Pb	Zn	Ba	Fe	S	Sb	Sr	As	O	Ag	Au
Средний состав минералов золота – серебряных барит – полиметаллических руд Змеиногорского месторождения												
Сфалерит	-	-	59,8	-	-	32,6	-	-	-	-	0,03	3,2
Галенит	-	77,6	-	-	-	13,3	-	-	-	-	0,01	3,2
Х/пирит	30,0	-	-	-	27,5	36,4	-	-	-	-	0,06	3,3
Пирит	-	-	-	-	38,2	53,1	-	-	-	-	0,03	4,6
Тетраэдрит	33,0	-	-	-	0,3	26,8	27,0	-	2,2	-	2,7	2,3
Барит	-	-	-	53,2	-	14,2	-	1,2	-	26,6	0,2	1,9
Средний состав минералов барит-полиметаллических руд Западно-Стрижковского месторождения												
Сфалерит	-	-	59,6	-	0,55	33,8	-	-	-	-	-	2,7
Галенит	-	78,2	-	-	-	13,4	-	-	-	-	-	3,6
Х/пирит	28,5	-	-	-	27,5	36,2	-	-	-	-	0,04	3,5
Пирит	-	-	-	-	38,4	53,0	-	-	-	-	0,2	4,7
Барит	-	-	-	59,0	0,3	14,0	-	-	-	24,0	0,02	1,7

Примечание. Анализы выполнены в ЦКП «Аналитический центр геохимии природных систем» ТГУ на растровом электронном микроскопе «VGA II LMU», совмещенном с энергодисперсионным спектрометром (Oxford INCA Energy 350), аналитики: Е.В. Корбовяк, К.В. Бестемьянова.

Сравнительный анализ средних составов рудных минералов показал на наличие между ними незначительных различий. Так, сфалерит Змеиногорского и Стрижковского месторождений различается по содержанию железа (0 и 0,55 %) и серы (32,6 и 33, 8 %); галениты почти идентичны; халькопириты различаются по содержанию меди (30,0 и 28,5 %); пириты практически идентичны; барит существенно различается по содержанию бария (53,2 и 59,0 %), кислорода (26,6 и 24,0 %), а также наличию примесей стронция в баритах Змеиногорского месторождения и железа в баритах Стрижковского месторождения. По содержанию золота и серебра рассматриваемые минералы отличаются на уровне десятых долей процента, при этом основным концентратом рассеянного золота (для того и другого месторождений) является пирит (4,6...4,7 %) при сравнительно невысоком содержании серебра (0,03...0,2 %).

Изучение структур и текстур руд на электронном микроскопе позволяют наметить многоэтапную схему формирования оруденения. Намечается несколько этапов рудообразования, которые сопровождалось тектоническими подвижками: 1) образование сульфидизированных кварцитов и гидротермалитов; 2) образование существенно баритовых полиметаллических руд; 3) образование барит – полиметаллических руд.

В отличие от Змеиногорского, на Стрижковском месторождении вскрыты рудные тела в пределах нижнепалеозойского выступа основания, которые отличаются особенностями минерального состава и геологического строения и имеют существенно медную специализацию. Наличие подобных выступов в пределах Змеиногорского рудного поля позволяет предположить развитие подобного оруденения в пределах одноименного месторождения и в пределах всего рудного района.

Особенности проявления содержаний Au и Ag в изученных минералах позволяют установить следующие их особенности: Au доминирует в начальных стадиях рудообразования, у Ag же несколько иная судьба. По характеру микроструктур Ag начинает доминировать в более позднюю стадию рудообразования и

концентрируется в виде дендритов по границам зерен галенита, халькопирита и сфалерита в виде самостоятельных сульфидных и самородных минеральных фаз.

Микронзондовым анализом были получены данные о содержании и распределении платиновых металлов, содержащихся почти во всех основных рудных минералах. Среди определенных металлов по содержаниям доминируют Pt (0,7...2,1%), Jg (0,4...1,4%), Os (0,2...1,0%), содержания остальных элементов находятся в пределах погрешности метода. Эти данные имеют весьма важное значение и требуют подтверждения другими аналитическими методами, а также специальными минералогическими исследованиями.

ТИПОМОРФИЗМ БЛОКОВОГО КАЛИЕВОГО ПОЛЕВОГО ШПАТА РЕДКОМЕТАЛЬНЫХ ПЕГМАТИТОВ ТАСТЫГСКОГО ПЕГМАТИТОВОГО ПОЛЯ

Е.И. Волкова

Научный руководитель доцент С.И. Коноваленко

Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия

Тастыгское литиевое месторождение сподуменовых пегматитов расположено в Эрзинском кожууне Республики Тыва и относится (вместе с Сольбельдерским полем редкометальных гранитных пегматитов) к Сангиленскому пегматитовому району (Сангиленское нагорье). Описываемое пегматитовое поле представлено одной крупной и двумя мелкими жильными зонами сподуменовых пегматитов, локализованных в карбонатной толще, сложенной мраморизованными известняками и мраморами с прослоями кварцитов и гнейсов. В жилах выделяется три главных минеральных комплекса: кварц-сподумен-плагиоклазовый директивной, неяснодирективной, спутанноволокнистой и флюидалной структур; кварц-микроклиновый блоковой структуры; сливного кварца. Главную роль во внутреннем строении пегматитов играет первый комплекс, часто целиком слагающий жилы. Жилы небольшой мощности (2...3 м) сложены, как правило, одним кварц-сподумен-плагиоклазовым минеральным комплексом. Симметрично-зональное строение характерно для жил значительной мощности. Их внешние зоны, занимающие основной объем жил, обычно сложены кварц-сподумен-плагиоклазовым комплексом, внутренние – микроклин-кварцевым блоковой структуры, а в осевых частях жил отмечаются гнезда или прерывистые зоны сливного кварца со сподуменом (рис. 1). Для жил характерны однородная и симметрично-зональная текстуры.

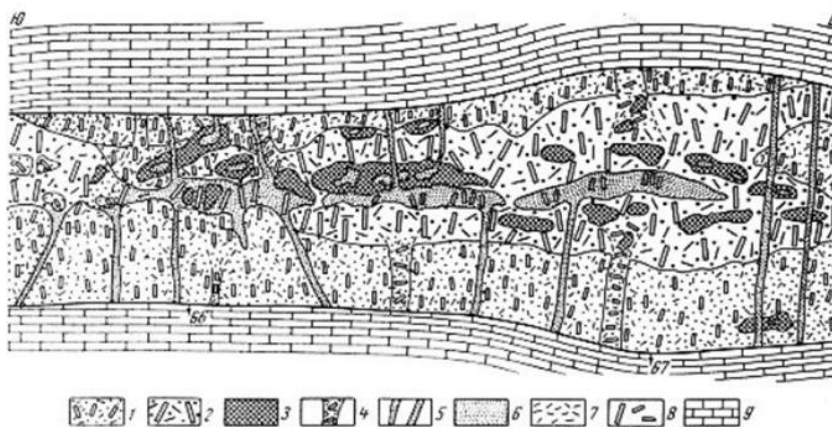


Рис. 1 Схематическая зарисовка строения пегматитовой жилы Тастыгского пегматитового поля (составлена Н.Н. Мартьяновым) [4]

1 – 3 – комплексы: 1 – мелко- и среднезернистый кварц-альбит-сподуменный, 2 – крупнозернистый того же состава, 3 – кварц-микроклиновый блоковый; 4 – поперечные прожилки среднезернистого кварц-альбит-сподуменного комплекса; 5 – прожилки кварца; 6 – кварц; 7 – альбит; 8 – сподумен; 9 – мраморизованный известняк

Минеральный состав пегматитовых жил следующий (%): плагиоклаз (альбит, олигоклаз) 40...60, кварц 25...45, сподумен, микроклин, микроклин-пертит, иногда амазонит 10...15, мусковит (в том числе литиевый) 1...3, графит около 1, прочие минералы 1...3. Из аксессуарных минералов постоянно присутствуют флюорит, гранат, кальцит, гельвин, касситерит, сульфиды, циркон, фергюсонит, гаччеттолит и др. Помимо сподумена в качестве полезной минерализации пегматиты содержат гельвин $Mn_4[BeSiO_4]_3S$, касситерит, тантало-ниобаты. Редкометальная специализация бериллий-олово-тантал-литиевая [4], с Rb и Cs в качестве попутных ценных компонентов.

Работа посвящена изучению особенностей химического состава и структурного состояния минералов, то есть выявлению их типоморфных особенностей, на основании которых возможна оценка вероятной рудоносности данного геологического объекта. В качестве предмета исследования выбраны породообразующие

калиевые полевые шпаты (КПШ) Тастыгского пегматитового поля. Образцы для анализов были отобраны из блоковой зоны различных пегматитовых жил (6007-7; 6037-4; 6057-1; 6067-1; 6071-1). В работе использовались следующие методы исследования: электронно-микрондовый, рентгенолюминесцентный (РЛ), рентгеноструктурный. Все анализы были проведены на базе ЦКП «Аналитический центр геохимии природных систем» (г. Томск), аналитиками Д.В. Лычагиным, Т.С. Небера, Н.Н. Борозновской.

При обработке данных рентгеноструктурного анализа установлено, что все исследованные калиевые полевые шпаты относятся к высокоупорядоченным и являются максимальным микроклином.

Для изучения люминесцентных особенностей калишпатов у 4 из 5 образцов (№ 6007-7, 6037-4, 6057-1, 6067-1) были получены спектры рентгенолюминесценции в диапазоне 250...900 нм, а для образца 5 (№ 6071-1) в диапазоне 250...400 нм. Исследование показало, что в спектрах РЛ всех образцов выделяются полосы интенсивного излучения Tl^+ с максимумом на 290 нм (рис. 2). Как видно на рисунке 3, интенсивность свечения значительно варьирует в различных образцах. В частности, в образцах 6067-1, 6071-1, 6007-7 – интенсивность свечения Tl^+ максимальная и соответствует диапазону 50000...58000 усл.ед., а в образцах 6037-4, 6057-1 она падает до 30000...35000 усл.ед.. Наличие центра свечения Tl^+ указывает на редкометалльную геохимическую специализацию пегматитов Тастыгского месторождения, а интенсивность этого свечения позволяет говорить об относительной повышенной степени этой редкометальности. Ранее было установлено [2], что отношение РЛ Mn^{2+} / РЛ Tl^+ можно использовать для оценки относительной кислотности-щелочности среды формирования. Поскольку РЛ Mn^{2+} настолько слаба, что не фиксируется в образцах, можно говорить об относительно повышенной щелочности среды минералообразования. Для всех спектров калиевых полевых шпатов характерно присутствие широкой полосы излучения в диапазоне 390...520 нм, за которую ответственны дефекты на базе тетраэдрических комплексов SiO_4^{3-} и AlO_4^{4-} (O) [3]. Образование данных центров связано, прежде всего, с дефектами примесного или собственного характера в структуре калиевого полевого шпата.

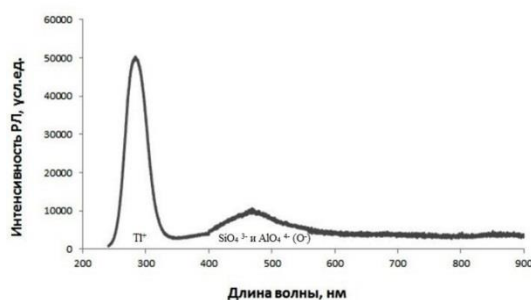


Рис. 2. Типовой спектр РЛ калишпата из блоковой зоны пегматитов Тастыгского поля

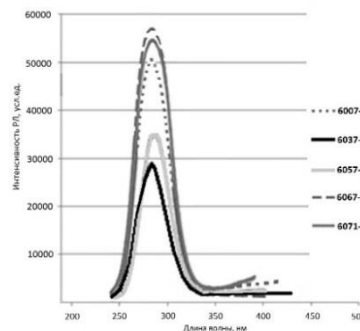


Рис. 3. Вариации интенсивности свечения полосы Tl^+ в спектрах РЛ изученных калиевых полевых шпатов пегматитов Тастыгского поля

Схожесть полученных спектров свечения у всех образцов свидетельствует о сходных условиях образования анализируемого КПШ [2].

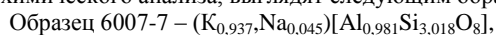
Микрондовому анализу подверглись 4 образца блокового калиевого полевого шпата Тастыгского пегматитового поля. Массовые количества основных минералообразующих компонентов КПШ, а также элементов-примесей, приведены в таблице.

Таблица

Состав КПШ по данным микрондового анализа (мас. %)

Образцы / Компоненты	6007-7	6037-4	6057-1	6067-1
SiO ₂	66,02	64,63	62,8	65,42
Al ₂ O ₃	18,43	18,41	17,64	18,42
Na ₂ O	0,32	0,38	0,21	0,36
K ₂ O	16,26	15,96	16	15,27
Rb ₂ O	0	0	1,92	0

Для изучаемых образцов характерно достаточно высокое содержание Na, варьирующее в пределах от 0,21 до 0,38 мас. %, что может указывать на относительно высокие температуры образования. Содержание Rb установлено только в образце № 6057-1. Появление Rb в КПШ обычно связано с кристаллизацией остаточных расплавов, обогащенных данным элементом [1], что позволяет говорить о более позднем образовании зоны с КПШ образца № 6057-1. Также можно сделать вывод об общем повышенном фоне редкометальности пегматитов. Кристаллохимические формулы исследованного КПШ, рассчитанные катионным методом по данным химического анализа, выглядят следующим образом:



Образец 6037-4 – $(K_{0,949}, Na_{0,047})[Al_{1,008} Si_{2,991} O_8]$,
 Образец 6057-1 – $(K_{0,987}, Na_{0,045}, Rb_{0,067})[Al_{1,002} Si_{2,997} O_8]$,
 Образец 6067-1 – $(K_{0,900}, Na_{0,043})[Al_{0,999} Si_{3,001} O_8]$.

Таким образом, исследование типоморфных особенностей КППШ из блоковой зоны пегматитов Тастыгского поля позволяет сделать следующие выводы:

Все изученные КППШ являются структурно упорядоченными и представлены максимальным микроклином;

Наличие центра свечения Pi^+ в нем позволяет говорить о повышенной степени редкометальности пегматитов;

Относительно высокое содержание изоморфного Na в калишпатах указывает на их достаточно высокую температуру кристаллизации.

Литература

1. Афонина Г.Г., Макагон В.М., Шмакин Б.М. Барий- и рубидий-содержащие калиевые полевые шпаты. – Новосибирск: Наука, 1978. – 110 с.
2. Борозновская Н.Н., Макагон В.М., Жукова И.А. Влияние геохимических и кристаллохимических факторов на образование люминогенов в калиевом полево шпате из редкометалльных пегматитов // Геохимия. – Москва, 1996. – № 12. – С.1–9.
3. Кузнецов Г.В., Таращан АЛ. Люминесценция минералов гранитных пегматитов. – Киев: Наукова думка, 1988. – 180 с.
4. Поля редкометалльных гранитных пегматитов / Под ред. М.В. Кузьменко. – М.: Наука, 1975. – 332 с.

СКАПОЛИТЫ КОНТАКТОВО-МЕТАСОМАТИЧЕСКИХ МАГНЕТИТОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ АЛТАЕ-САЯНСКОЙ СКЛАДЧАТОЙ ОБЛАСТИ

Е.И. Волкова

Научный руководитель доцент Г.Б. Князев

Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия

Скаполиты встречаются в природе значительно реже, чем родственные им щелочные полевые шпаты. Они являются индикаторами щелочного, обычно хлорно-натрового метасоматоза при метасоматических рудообразующих процессах, и характерны для некоторых метаморфических пород.

В составе контактово-метасоматических месторождений железа выделяется особый скаполитовый минералогический подтип, представленный такими известными месторождениями как Качарское, Анзасское и менее известным Таятским месторождением Восточного Саяна, где скаполит является главным нерудным минералом и слагает значительные объёмы окolorудных метасоматитов. Наиболее характерны две формы развития скаполита в железорудных месторождениях: скаполит как хадокристалл, образовавшийся путем метасоматического замещения плагиоклаза с развитием пойкилитовых структур, а также скаполит жильной формы проявления в зонах дробления и рассланцевания пород. Метасоматический скаполит рассматривается как сорудный, тесно связанный с отложением магнетита в рудных залежах. Жильный скаполит – как послерудный, хотя, вероятно, тесно связанный с рудообразованием. В сложных жильных формах вместе с кальцитом и щелочным полевым шпатом он часто занимает центральные части жил, по периферии которых располагается магнетит в виде пластинчатого мушкетовита. На Мульгинском месторождении эти жилы пересекают ранее отложенный магнетит. На Табрятском и Абаканском месторождениях проявляются собственно скаполитовые или скаполит-кальцитовые жилы. На Ярышкольском месторождении Западного Саяна мушкетовит-скаполит-кальцитовые жилы вносят существенный вклад в общий баланс железооруднения. На всех рассматриваемых проявлениях скаполит обычно имеет белый или серовато-белый цвета. На Волковском месторождении в зоне разлома, ограничивающего железорудную залежь, встречен светлый голубовато-фиолетовый скаполит, интенсивно окрашенный на свежем сколе, но быстро теряющий цвет в процессе хранения. В самой рудной залежи Волковского месторождения в скаполитовых прожилках помимо кальцита часто присутствует розовый полевой шпат.

С целью выявления особенностей минералообразования и химического состава скаполита данного генетического типа был проведен анализ с применением инструментов многомерной статистики. В исследовании использованы данные химического анализа скаполита контактово-метасоматических магнетитовых месторождений Алтае-Саянской складчатой области, взятые из работ ряда авторов [3, 5–7].

Уже на первых стадиях исследования выявлено особое значение калия в составе скаполита данного генетического типа. Стоит отметить, что из всех химических анализов скаполитов, опубликованных в справочниках «Породообразующие минералы», «Минералы» [1, 2], калийсодержащими оказываются примерно 30 % скаполитов. Д. П. Сердюченко [8] выделена особая разновидность данного минерала – калиевый скаполит. Таким образом, основное внимание в работе сконцентрировано на установлении тенденций поведения калия в скаполитах.

Кластерный анализ и анализ дискриминантных функций разделили все исследуемые минералы по химическому составу на две группы (таблица). Данное разделение также совпало с различиями в формах выделения скаполита. Более обогащенными калием оказались скаполиты группы 1 жильной формы проявления (Табрятское, Ярышкольское, Мульгинское, Волковское железорудные месторождения). Это может быть связано

с разными причинами, одна из которых заключается в возможном обогащении калием из биотита вмещающих пород. Группа 2 соответствует метасоматически образованным по плагиоклазу скаполитам (месторождения Таятское, Бурлукское), входящим в состав пироксен-амфибол-скаполит-магнетитовых руд. Содержание калия в данной группе несущественно и, в целом, соответствует «стандартной» изоморфной примеси калия в натровом скаполите.

Таблица

Средний химический состав скаполита контактово-метасоматических магнетитовых месторождений Алтае-Саянской складчатой области

Компонент, мас. %	По всем химическим анализам	Группа 1	Группа 2
SiO ₂	54,87	53,50	55,55
Al ₂ O ₃	22,47	21,34	23,03
CaO	7,46	7,29	7,55
Na ₂ O	8,46	7,20	9,09
K ₂ O	0,94	1,54	0,65
CO ₂	0,76	1,22	0,54
Cl	2,46	1,78	2,80

Полученные данные средних содержаний (по группам) были нормированы на объём выборки [4] и вынесены на треугольную диаграмму Ca-Na-K, как это принято для группы полевых шпатов (рис. 1). Значения рассматриваемых скаполитов попали в область среднего-кислого состава. На диаграмме намечается два направления изменчивости, а именно от основных скаполитов к кислым (от Ca к Na, K) и направление, описывающее вхождение калия в структуру скаполита (от Ca, Na к K).

Анализ главных компонент выявил две координаты, описывающие около 70 % изменчивости химического состава исследуемых скаполитов. Плоскость этих координат совмещена с проекцией химического состава скаполитов всей системы (рис. 2).

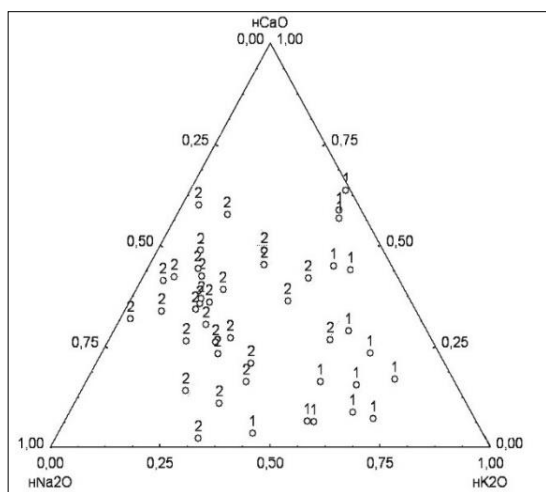


Рис. 1. Треугольная диаграмма CaO-Na₂O-K₂O состава скаполитов, нормированных на объём выборки. Прим. 1 – калийсодержащие скаполиты, 2 – скаполиты ряда мариалит-мейонит

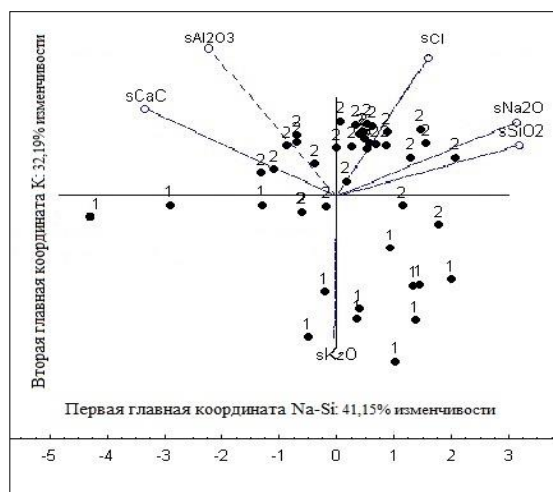


Рис. 2. Проекция составов скаполита и векторов оксидов на плоскость двух первых главных координат. Прим. 1, 2 – группы скаполита

Первая главная координата натрий-кремниевая, несущая отрицательную нагрузку кальция, отражает главную ветвь изменчивости скаполитов от мариалита к мейониту. Данную ветвь, в целом, можно представить как процесс кристаллизации скаполита. Вторая главная координата – калиевая. На графике видно, что калий обособлен от остальных рассматриваемых элементов. Данная ветвь предположительно фиксирует некоторый вторичный процесс, выражающийся в замещении натрия калием и некоторое уменьшение при этом количества хлора как добавочного иона. Таким образом, обогащение калием скаполитов (группа 1) жильной формы проявления определяется как вторичное.

В заключение хотелось бы отметить, что выделение Д.П. Сердюченко калиевой разновидности скаполита оправдано. Помимо этого, по результатам проведенного исследования появляются основания говорить о возможном существовании еще больших содержаний калия в составе скаполита, а также о появлении его собственно калиевого минала.

Литература

1. Бокий Г.Б. Минералы // Справочник / Б.Е. Боруцкий, отв. ред. Н.Н. Мозгова, М.Н. Соколова. – М.: Наука, 1960. – Т.5: Каркасные силикаты. – Вып. 2: Фельдшпатоиды. – С. 282–371.
2. Дир У.А. Пороодообразующие минералы // Справочник / Р.А. Хауи, Дж. Зусман. – М.: Мир, 1966. – Т.4: Каркасные силикаты. – С. 353–370.
3. Князев Г.Б., Гуков С.В. Скаполит железорудных месторождений Верхне-Абаканского района Западного Саяна // Тезисы докладов научных чтений, посвященных 100-летию со дня рождения профессора ТГУ В.А. Хахлова. – Томск, 30 марта – 1 апреля 1994 г. – Томск, 1994. – Т. 2. – С. 52–53.
4. Князев Г.Б. Закономерности изменчивости химического состава магнетита контактово-метасоматических железорудных месторождений // Процессы рудообразования и прикладная геохимия / отв. ред. А.А. Кременецкий. – М.: ИМГРЭ, 2003. – С. 110–117.
5. Князев Г.Б. Скаполит и пренит Табрятского железорудного месторождения // Труды Том. гос. ун-т. Сек. геолог. – Томск, 1972. – Т. 232: Вопросы минералогии и петрографии Западной Сибири. – С. 134.
6. Крутов Г.А. Хлорсодержащие минералы и некоторые вопросы генезиса метасоматических месторождений магнетита Мульга-Бурлукской и Краснокаменской групп в Восточном Саяне // Вестник Московского университета. – 1970 – № 6. – С. 31–41.
7. Мазуров М.П. Генетические модели скарновых железорудных формаций. – Новосибирск: Наука. Сибирское отделение, 1985. – С. 17.
8. Сердюченко Д.П. Вопросы геологии Азии. – М.: Изд-во АН СССР, 1955. – Т. 2. – С. 742–756.

1.

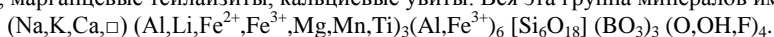
ТИПОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЖЕЛЕЗИСТЫХ ТУРМАЛИНОВ РЕДКОМЕТАЛЬНЫХ И РЕДКОМЕТАЛЬНО-СЛЮДОНОСНЫХ ПЕГМАТИТОВ МОНГОЛЬСКОГО АЛТАЯ

А.А. Гантман

Научный руководитель доцент С.И. Коноваленко

Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия

Группа турмалина объединяет минералы сложного химического состава, имеющие общую кольцевую структуру. Среди них выделяются алюминиево-литиевые эльбаиты, железистые шерлы и бюргериты, магниевые дравиты, марганцевые тсилазиты, кальциевые увиты. Вся эта группа минералов имеет общую формулу:



Подавляющее большинство составов природных турмалинов представлено эльбаитами, шерлами, дравитами и промежуточными разновидностями между эльбаитами-шерлами и шерлами-дравитами [4].

Объектом исследования в данной работе стал турмалин из редкометальных и редкометально-слюдоносных пегматитовых тел, входящих в состав полей пегматитового пояса Монгольского Алтая. В этих пегматитах турмалин представлен несколькими генерациями и выделялся на протяжении всего процесса становления тел, что позволяет отнести его, наряду с породообразующими минералами, к «сквозным».

В редкометальных пегматитах (Индертинское поле) ранний турмалин встречается в аплитовых оторочках тел, более поздний приурочен к зонам блокового полевого шпата и замещающим комплексам. Особенно много турмалина наблюдается в одном из пегматитовых штоков поля, где он приурочен к серицит-турмалиновому замещающему комплексу. В нем турмалин дает густую вкрапленность хорошо образованных длиннопризматических кристаллов размером от 1 до 15 см с относительно гладкими блестящими гранями, несущими тонкую комбинационную штриховку [2]. На контакте серицит-турмалиновой породы с блоковой плагиоклазовой зоной пегматита и вдоль нее по границе с кварцевым ядром находится гигантский параллельный сросток кристаллов шерла, достигающий по удлинению более 4,5 м при максимальной ширине 4 м [3].

В редкометально-слюдоносных пегматитах (Бодончинское поле) выделения турмалина отмечаются на контакте пегматитовых тел с вмещающими их гранат-биотитовыми и биотитовыми сланцами и гнейсами. Наиболее распространенными являются две генерации турмалина. Первая связана с зоной блокового полевого шпата. Кристаллы турмалина имеют призматический габитус, черный цвет, штриховка у них отсутствует, размер индивидов до 10 см. Вторая – поздняя – представлена псевдографическими сростаниями турмалина с кварцем. Размер гнезд достигает 7 см в поперечнике. Последняя генерация преобладает над первой [1].

Для изучения типохимизма турмалина выполнен микронзондовый анализ. По этим данным формулы турмалина рассчитаны катионным методом (на 15 катионов) (табл.).

Из приведенных данных видно, что все изученные турмалины характеризуются недостатком катионов в первой позиции и наличием вакансии. Это свидетельствует о том, что минералы формировались в щелочнодефицитной обстановке, обедненной соответственно щелочами Na и K. Однако по объему щелочей позиции X, все они попадают в группу щелочных (рис. 1.). По набору анионов позиции W турмалины попадают в гидроксо-подгруппу.

Стоит отметить, что согласно расчетам в турмалинах редкометальной формации в кремне-кислородном тетраэдре присутствует анион OH⁻, замещающий кислород. В редкометально-слюдоносной формации турмалины, напротив, обогащены кислородом, который замещает часть группы OH⁻ в позиции W. Такая расстановка анионов свидетельствует о том, что турмалины пегматитов редкометальной формации кристаллизовались в условиях большей обводненности среды минералообразования.

Таблица

Формулы турмалина по результатам пересчета химических анализов

Формация	№ о бр.	Генерация	
Редкометалльная	00-21	III	$(\text{Na}_{0.68}\square_{0.29}\text{Ca}_{0.02}\text{K}_{0.01})_{1.00}(\text{Fe}_{1.76}\text{Mg}_{0.74}\text{Al}_{0.36}\text{Mn}_{0.06}\text{Ti}_{0.04}\text{Zn}_{0.03})_{2.99}\text{Al}_{6.00}[(\text{Si}_{5.60}\text{Al}_{0.40})_{6.00}(\text{O}_{17.75}\text{OH}_{0.25})_{18.00}](\text{BO}_3)_3(\text{OH})_{4.00}$
	00-210	III	$(\text{Na}_{0.70}\square_{0.23}\text{Ca}_{0.06}\text{K}_{0.01})_{1.00}(\text{Fe}_{1.69}\text{Mg}_{1.06}\text{Al}_{0.13}\text{Ti}_{0.05}\text{Mn}_{0.03}\text{Zn}_{0.02}\text{Cr}_{0.01})_{2.99}\text{Al}_{6.00}[(\text{Si}_{5.71}\text{Al}_{0.29})_{6.00}(\text{O}_{17.86}\text{OH}_{0.14})_{18.00}](\text{BO}_3)_3(\text{OH})_{4.00}$
Редкометалльно-слюдоносная	99-58	II	$(\text{Na}_{0.66}\square_{0.26}\text{Ca}_{0.07}\text{K}_{0.01})_{1.00}(\text{Fe}_{1.22}\text{Mg}_{1.18}\text{Al}_{0.50}\text{Ti}_{0.04}\text{Mn}_{0.03}\text{Zn}_{0.02})_{2.99}\text{Al}_{6.00}[(\text{Si}_{5.84}\text{Al}_{0.16})_{6.00}\text{O}_{18}]$ $(\text{BO}_3)_3(\text{OH}_{3.79}\text{O}_{0.21})_{4.00}$
	99-62	II	$(\text{Na}_{0.62}\square_{0.30}\text{Ca}_{0.07}\text{K}_{0.01})_{1.00}(\text{Fe}_{1.35}\text{Mg}_{1.04}\text{Al}_{0.51}\text{Ti}_{0.05}\text{Mn}_{0.03})_{2.98}\text{Al}_{6.00}[(\text{Si}_{5.70}\text{Al}_{0.30})_{6.00}\text{O}_{18}]$ $(\text{BO}_3)_3(\text{OH}_{3.96}\text{O}_{0.04})_{4.00}$
	00-160	II	$(\text{Na}_{0.69}\square_{0.25}\text{Ca}_{0.05}\text{K}_{0.01})_{1.00}(\text{Fe}_{1.50}\text{Mg}_{0.97}\text{Al}_{0.41}\text{Ti}_{0.05}\text{Mn}_{0.03}\text{Zn}_{0.03}\text{V}_{0.01})_{3.00}\text{Al}_{6.00}[(\text{Si}_{5.72}\text{Al}_{0.28})_{6.00}\text{O}_{18}]$ $(\text{BO}_3)_3(\text{OH}_{3.96}\text{O}_{0.04})_{4.00}$
	00-380	III	$(\text{Na}_{0.66}\square_{0.25}\text{Ca}_{0.07}\text{K}_{0.01})_{1.00}(\text{Fe}_{1.53}\text{Mg}_{0.97}\text{Al}_{0.42}\text{Ti}_{0.05}\text{Mn}_{0.02})_{2.99}\text{Al}_{6.00}[(\text{Si}_{5.75}\text{Al}_{0.25})_{6.00}\text{O}_{18}](\text{BO}_3)_3$ $(\text{OH}_{3.84}\text{O}_{0.16})_{4.00}$
	00-373	I	$(\text{Na}_{0.55}\square_{0.27}\text{Ca}_{0.17}\text{K}_{0.01})_{1.00}(\text{Mg}_{1.57}\text{Fe}_{0.96}\text{Al}_{0.31}\text{Ti}_{0.11}\text{Cr}_{0.02})_{2.97}\text{Al}_{6.00}[(\text{Si}_{5.71}\text{Al}_{0.29})_{6.00}\text{O}_{18}](\text{BO}_3)_3$ $(\text{OH}_{3.3}\text{O}_{0.7})_{4.00}$
	99-91		$(\text{Na}_{0.55}\text{Ca}_{0.23}\square_{0.22})_{1.00}(\text{Mg}_{1.55}\text{Fe}_{1.04}\text{Al}_{0.25}\text{Ti}_{0.1}\text{Zn}_{0.03}\text{V}_{0.01})_{2.98}\text{Al}_{6.00}[(\text{Si}_{5.83}\text{Al}_{0.17})_{6.00}\text{O}_{18}]$ $(\text{BO}_3)_3(\text{OH}_{3.86}\text{O}_{0.14})_{4.00}$

Среди исследованных железистых турмалинов выделяются два с заметно повышенной магниезностью, приуроченные к зонам контакта пегматитового тела со вмещающими породами. Поскольку магниевый компонент в них преобладает над железистым, эти минералы можно отнести к собственно дравитам с примесью шерлового компонента (обр. 00-373, 99-91). Их повышенная магниезность может быть объяснена заимствованием части магния в процессе ассимиляции боковых пород.

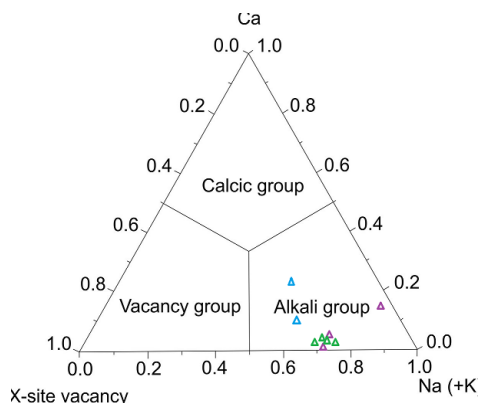


Рис. 1. Треугольная диаграмма состава группы турмалина, классифицированная согласно составу позиции X [5].

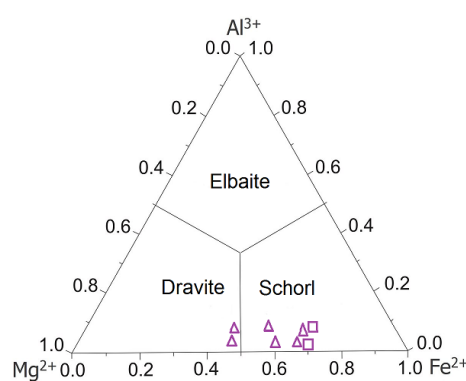


Рис. 2. Треугольная диаграмма состава группы турмалина, классифицированная согласно составу позиции Y [5]. Примечание: Δ – турмалины редкометалльно-слюдоносной формации, \square – турмалины редкометалльной формации

Стоит отметить, что согласно расчетам в турмалинах редкометалльной формации в кремне-кислородном тетраэдре присутствует анион OH, замещающий кислород. В редкометалльно-слюдоносной формации турмалины, напротив, обогащены кислородом, который замещает часть группы OH в позиции W. Такая расстановка анионов свидетельствует о том, что турмалины пегматитов редкометалльной формации кристаллизовались в условиях большей обводненности среды минералообразования.

Среди исследованных железистых турмалинов выделяются два с заметно повышенной магниезностью, приуроченные к зонам контакта пегматитового тела со вмещающими породами. Поскольку магниевый компонент в них преобладает над железистым, эти минералы можно отнести к собственно дравитам с примесью шерлового компонента (обр. 00-373, 99-91). Их повышенная магниезность может быть объяснена заимствованием части магния в процессе ассимиляции боковых пород.

По содержанию катионов позиции Y образцы были вынесены на тройную диаграмму (рис. 2). Состав турмалинов рассчитан на гидроксидный, оленитовый, фойтитовый, дравитовый и шерловый компоненты. Преобладающими являются фойтитовый, дравитовый и шерловый минералы. За исключением образцов

контактной зоны, в которых преобладает драцитовый минерал, остальные турмалины принадлежат к шерлам со значительной долей фойтитового минерала. Образец 99-58 относится к шерл-фойтиту с равным количеством обоих компонентов, образец 99-62 является собственно фойтитом.

Таким образом, исследованные минералы характеризуются недостатком щелочей в позиции X, принадлежат к группе щелочных турмалинов и гидроксид-подгруппе. По видовому составу относятся к драцитам (образцы контактной зоны), к шерлам и к фойтиту (обр. 99-62). Турмалины редкометальной формации обогащены OH⁻ группой, турмалины редкометально-слюдоносной формации – кислородом. Типоморфными примесями для Монгольских турмалинов будут Zn, Mn, Ti и Ca. Для жил редкометальной формации в большей степени свойственны несколько повышенные концентрации Zn и Mn, для редкометально-слюдоносных – Ca и Ti. Наиболее богаты двумя последними турмалины приконтактных зон пегматитовых жил, где материнские расплавы испытывали ассимиляцию со стороны вмещающих пород.

Выявленные типохимические особенности турмалинов могут быть использованы для идентификации формационной принадлежности пегматитовых жил в пределах Монгольско-Алтайского пояса.

Литература

1. Баёва А.А., Баженов Р.С. Разноглубинные пегматиты Монгольского Алтая // Рудные месторождения. Минералогия. Геохимия. – Томск: Томский гос. ун-т, 2000. – Вып. 2. – С. 1–18.
2. Баёва А.А., Коноваленко С.И., Бухарова О.В. Минералогия редкометальных пегматитов Индертинского массива (Монгольский Алтай) // Минералогия, геохимия и полезные ископаемые Азии. – Томск: Томский ЦНТИ, 2012. – Вып. 2. – С. 34–42.
3. Коноваленко С.И. Коллекционное сырье Харгатского штока гранитных пегматитов в бассейне р. Булан-Гол Монгольского Алтая // Геммология. – Томск: Томский ЦНТИ, 2009. – С. 58–62.
4. Минералы Монголии / Под ред. Н.И. Новгородовой. – М.: Экост, 2006. – 352 с.
5. Hawthorne F., D. Henry Classification of the minerals of the tourmaline group // European mineralogical journal. – 1991. – P. 201–215.

О ГЕНЕЗИСЕ КВАРЦ-АМЕТИСТОВЫХ ЖИЛ МЕСТОРОЖДЕНИЯ СЕЛЬБУР (ЮЖНЫЙ ТЯНЬ-ШАНЬ)

С.Н. Гарибмахмадова

Научный руководитель профессор А.Х. Хасанов

Таджикский национальный университет, г. Душанбе, Таджикистан

Республика Таджикистан – горная страна, богатая разнообразными месторождениями полезных ископаемых. Судя по остаткам древних горных выработок и результатам археологических исследований в этом регионе Средней Азии издавна велась их добыча и использование.

Этот регион известен также как страна, где в давних времен добывались многие драгоценные и поделочные камни. На территории республики, особенно в наиболее высокогорной её части – Памире (Бадахшане), с глубокой древности добывались и расходились по миру такие драгоценные и поделочные камни как бадахшанский лал (благородная шпинель), рубин, гранаты, турмалин, лазурит, горный хрусталь.

Последние десятилетия среди разрабатываемых и используемых в ювелирном деле драгоценных и поделочных камней республики помимо выше перечисленных заметное место занимает и аметист – один из популярных, количественно более распространенных и сравнительно доступных широкому потребителю самоцветов. В целях увеличения минерально-сырьевой базы аметиста, изучения геологических условий его образования проводятся поисково-оценочные работы, а также научные и тематические изыскания. Единственное детально разведанное и до недавнего времени разрабатываемое его месторождение Сельбур расположено на южном склоне Гиссарского хребта – южной окраинной зоне Южного Тянь-Шаня.

В геологическом строении района принимают участие палеозойские метаморфизованные карбонатно-терригенные и вулканогенные, а также мезо-кайнозойские осадочные образования. В районе широко представлены также интрузивные породы средне-верхне-карбонического возраста. Последние представлены в виде гранитоидных интрузий и сателлитов Гиссарского батолита, занимающего обширную площадь севернее района месторождения Сельбур.

В конце палеозоя в субплатформенных условиях вдоль многочисленных разломов проявляются интенсивные вулканические процессы, приведшие к образованию нижнепермского покрова вулканитов липарито-дацитово-гранитной формации мощностью около 2 км.

В триас-юрское время в условиях денудации региона формируются базальные терригенные и аллитовые, близкие к бокситам, образования. Эндогенные (магматические) процессы в регионе завершаются в юрское время формированием своеобразных субщелочно-базальтоидных кимберлитоподобных даек и трубок взрыва, детально рассмотренные в специальной работе [9].

Аметистовое месторождение Сельбур было изучено геологами Шираталинской партии Управления геологии Республики Таджикистан. Различные аспекты геологии, в том числе вопросы его практической разработки, изучались рядом геологов – В.Т. Горбатком, А.В. Климкиным [3], З.Е. Ёровым, Ю.Б. Комиссаровым, Н.А. Шахматовым, В.И. Макарянцем, С.А. Морозовым, Н.Н. Зевакиным, Н.И. Кривошековой, А.Х. Хасановым [7], И.С. Оймахмадовым [8], А. Холовым и др.

Аметистовая минерализация месторождения Сельбур связана с плутоногенными [10] крутопадающими гидротермальными кварцевыми, кварц-аметистовыми (с щетками горного хрусталя) и кварц-карбонатными жилами. Они приурочены к тектоническим зонам нарушения преимущественно северо-восточного простирания. На площади месторождения они размещены весьма неравномерно, серийно в виде семи жильных зон. По морфологии, количественному содержанию аметиста и по степени проявления наложенных метасоматических процессов выделяются два типа кварц-аметистовых жил.

1. Простые по минеральному составу и морфологии линзовидные и плитообразные жилы, сложенные мелкокристаллическим, сахаровидным молочно-белым кварцем с редкими щетками горного хрусталя, лишь местами имеющего сероватый и сиреневый оттенки. Судя по характеру резких контактовых взаимоотношений с вмещающими породами (главным образом гранитами) они образованы путем заполнения полостей тектонических зон кремнеземом глубинных гидротермальных флюидов.

2. Жилы морфологически и по минеральному составу более сложные и сравнительно менее распространенные, тяготеющие к брекчированным и интенсивно метасоматически измененным вмещающим породам. Они содержат основную часть добываемого здесь аметиста. В составе жил отмечаются также кальцит, анкерит, ортоклаз (адуляр), серицит, хлорит, гематит, пирит, флюорит, лимонит, глинистые минералы и битумы. Характерно, что метасоматические изменения вмещающих пород в зальбандах таких жил гораздо более интенсивно проявлены висячем боку, чем в лежащем. В этом типе жил отчетливо прослеживается прямая зависимость между интенсивностью околожильных метасоматических изменений и количеством аметистовой минерализации. В жилах нередко отмечаются зональные кварц-аметистовые кристаллы с чередованием полос кварца и аметиста.

В кварце и аметисте месторождения присутствуют многочисленные газовой-жидкие включения [7], размеры которые колеблются от тысячных долей миллиметра до 1,0...1,5 мм, причем более крупные включения отмечаются в кристаллах аметиста. Гомогенизация включений происходит в жидкую фазу, причем наиболее высокую температуру гомогенизации (410...390°C) имеют включения в молочно-белом кварце. Включения в аметистизированном кварце и аметисте гомогенизируются при температуре около 135...140°C. Отложение аметиста происходит из кремнекислотно-хлоридно-бикарбонатных флюидов с повышенным содержанием трехвалентного железа, заимствованного из вмещающих пород. Наличие различных битумов в составе твердых фаз газовой-жидких включений свидетельствует о большой роли элементоорганических соединений [9] в переносе и отложении вещества и формировании продуктивных кварц-аметистовых жил месторождения Сельбур.

Метасоматические процессы в целом изучены рядом учёных-геологов. Важное место занимают труды Д.С. Коржинского [4], В.А. Жарикова, И.И. Бока, А.Ф. Коробейникова [5], В.А. Рудника, Б.А. Омеляненко, Г.Н. Щербы и др. В книге академика Д.В. Рундквиста [6] отмечается, что «процессы гидротермального метасоматизма в истории формирования земной коры имеют не меньшее значение, чем процессы осадконакопления, метаморфизма, магматизма. Они занимают особое место в связи с тесной пространственной и генетической связью с ними разнообразных типов эндогенных месторождений рудных и неметаллических полезных ископаемых». Метасоматические явления района исследования и в целом Центрального Таджикистана изучены сравнительно недостаточно. Отдельным вопросам этой проблемы посвящены работы Н.А. Блохиной, Т.И. Новиковой, В.А. Жарикова, В.В. Могаровского. Более детально данные вопросы рассмотрены в работах А.Х. Хасанова [11, 12], которым была установлена взаимная связь и роль процессов метасоматоза в образовании различных типов метасоматитов и связанных с ними различных типов оруденения Центрального Таджикистана, в том числе аметистового месторождения Сельбур.

В дальнейшем последовательно по мере изменения кислотности-щелочности глубинных флюидов и падения термодинамических условий проявляются различные стадии метасоматических процессов, которые применительно к данному региону рассмотрены в работе [11]. С заключительной слабокислотно-щелочной стадией метасоматических процессов связан комплекс локальных околожильных изменений (альбитизации, окварцевания, серицитизации, ортоклазизации и других) пород, а также формирование разнообразных рудных и неметаллических полезных ископаемых, в том числе жил горного хрусталя и аметиста.

Особенности проявления аметистовой минерализации месторождения Сельбур при непосредственном участии метасоматических процессов, а также размещение основных продуктивных жил в экзоконтактных зонах Южно-Гиссарского гранитоидного батолита на расстоянии 500...600 м от него среди пород с относительно высоким содержанием железа может быть важным поисковым критерием на этот вид камнесамоцветного сырья не только в рассматриваемом, но и в других регионах.

При формировании кварц-аметистовых жил ведущую роль играет гидротермально-метасоматическая переработка вмещающих пород – порфириров, долеритов, их туфов и туфопесчаников, выщелачивание из них кремнезема и железа, переотложение их в полостях жил. Расчет баланса привноса-выноса компонентов показывает, что вынос кремнезема из боковых пород составляет 28...30 мас. %, железа до 24 мас. % [2, 13]. Экстрагированные из вмещающих пород ионы железа переоткладываются в жилах не только в виде соответствующих минералов – гематита, анкерита, пирита, но и служат основным хромофорным элементом аметиста [1]. По этой причине в аметисте месторождения Сельбур отмечено повышенное (до 0,82 мас. %) по сравнению с бесцветным кварцем содержание железа [7, 13].

Литература

1. Балицкий В.С., Хетчиков Л.Н., Дороговин Б.А. Некоторые особенности геохимических условий образования аметистов // Тр. ВНИИСИМС. – М.: Госгеолтехиздат, 1970. – Т. 13. – С. 75–82.
2. Гарибмахмадова С.Н. Особенности химизма туфопесчаников, вмещающих аметистовые жилы месторождения Сельбур // Материалы научно-теоретич. конф. – Душанбе, 2010. – С. 17–20.
3. Горбатов В.Т., Климин А.В. Аметист Южного Гиссара и Каратегина // Геология, поиски и разведка месторождений цветных камней Таджикистана. – Душанбе, 1987. – С. 8–9.
4. Коржинский Д.С. Очерк метасоматических процессов // Основные проблемы в учении о магматогенных рудных месторождениях. – М.: Изд. АН СССР, 1955. – С. 335–456.
5. Коробейников А.Ф. Контактный метасоматоз и золотое оруденение гранитоидов // Метасоматоз и рудообразование. – М.: Наука, 1972. – С. 136–137.
6. Критерии прогнозной оценки территорий на твердые полезные ископаемые / ред. Д.В. Рундквист. –Л.: Недра, 1986. – 751 с.
7. Морозов С.А., Хасанов А.Х., Зевакин Н.Н. Термобарохимические условия формирования аметиста Таджикистана // ДАН СССР. – 1987. – Т. 296. – № 1, – С. 200–203.
8. Оймахмадов И.С. Минералогическая характеристика кварц–аметистовых зон Сельбурского аметистоносного поля // Материалы V конференции молодых учёных Таджикистана. – Курган–Тюбе, 2003. – С. 37–40.
9. Слободской Р.М. Элементоорганические соединения в магматогенных и рудообразующих процессах. – Новосибирск: Наука, 1981. – 134 с.
10. Смирнов В.И. Геология полезных ископаемых. – М.: Недра, 1976. – 688 с.
11. Хасанов А.Х. Петрология и рудоносность метасоматических комплексов Центрального Таджикистана. – Душанбе: Дониш, 1976. – 251 с.
12. Хасанов А.Х. Закономерности размещения, геодинамика и возможная алмазоносность кимберлитоподобных трубок взрыва Центрального Таджикистана. – Душанбе, 2004. – 168 с.
13. Хасанов А.Х., Зевакин Н.Н., Кривошекова Н.И. Особенности околожилных изменений боковых пород кварц–аметистовых жил месторождения Сельбур на Южном Гиссаре // Известия АН Тадж. ССР, отд. физ.–мат., геологических и химических наук. – 1991. – № 1 (119). – С. 50–56.
14. Хасанов А.Х., Гарибмахмадова С.Н. Закономерное размещение аметистовой минерализации в зависимости от состава вмещающих пород на примере месторождения Сельбур (Южный Тянь–Шань) // Современные проблемы геологии и разведки полезных ископаемых: Мат. научной конф., посвященной 80-летию основания в Томском политехническом университете первой в азиатской части России кафедры «Разведочное дело», 5 – 8 октября 2010 г. – Томск: Изд-во ТПУ, 2010 – С. 300–303.

ФОСФАТНАЯ МИНЕРАЛИЗАЦИЯ РЕДКОМЕТАЛЬНЫХ ПЕГМАТИТОВ ТУРКЕСТАНСКОГО ПОЯСА

В.К. Герасимов, А.Е. Марфин

Научный руководитель доцент С.И. Коноваленко

Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия

Редкометальные пегматиты, обогащённые фосфатными минералами, довольно редки. Обычно они относятся к фосфор–тантал–литиевому эволюционному ряду, для которого характерно широкое развитие в качестве породообразующих фаз минералов группы амблигонит–монтебрита [4].

Гораздо реже в пегматитах этого ряда породообразующими становятся дополнительно минералы группы литиофилит–трифилина. Ещё реже встречаются пегматитовые поля, в которых породообразующие фосфаты лития, железа и марганца, трифилин и литиофилит ассоциируют с безлитиевыми фосфатами железа и марганца группы триплита.

Указанные жилы обычно принадлежат уже к пегматитам другого, фосфор–олово–бериллиевого эволюционного ряда. Именно к такому типу пегматитовых полей относятся жилы Каравшинского поля Туркестанского пегматитового пояса на юге Кыргызстана. Фосфаты являются типичными второстепенными минералами всех редкометальных пегматитов Туркестанского пояса, но только в Каравшинском поле они приобретают статус породообразующих минеральных фаз, слагая до нескольких процентов объёма отдельных жил. Такое большое значение минералов этой группы в строении пегматитов объясняется генерацией гранитных расплавов, материнских для жил в среде, изначально обогащённой фосфором.

В ходе предшествующих исследований минералогии пегматитов пояса [2] в них было установлено более двух десятков минеральных видов группы фосфатов (табл. 1).

Предметом наших исследований стал наиболее распространённый фосфат каравшанских редкометальных пегматитов – трифилин. Изучена ранняя генерация минерала, приуроченная к кварцевым ядрам блоковой зоны внутренних частей жил. Трифилин обычно образует неправильные по форме выделения или субизометричные желваки размером в сантиметры и первые десятки сантиметров. Реже встречаются грубоограниченные призматические кристаллы таких же размеров. Цвет минерала тёмно-зелёный, серо-зелёный, иногда с сизым и голубовато-синими оттенками. Появление синих цветов окраски связано с плёночными выделениями позднего вивианита. Окраска трифилина всегда неоднородна из-за массы точечных включений сульфидов (из которых нами микронзондом установлен сфалерит) и более крупных альбита и мусковита. Некоторые желваки по краям несут следы окисления, выражающиеся в побурении окраски. Рентгеноструктурный анализ показал, что параметры элементарной ячейки зелёного трифилина близки к таковым трифилина других месторождений (табл. 2). У окисленного бурого они заметно ниже.

Таблица 1

Перечень фосфатов пегматитов Туркестанского пояса

№	Название	Формула	Сингония	Твердость	Спайность	Цвет
1	Вавеллит Wavellite	$Al_3(PO_4)_2(OH)_3 \cdot 5H_2O$	р	4-5	сов. {110}	белый, зеленоватый
2	Крандаллит Crandallite	$CaAl_3(PO_4)_2(OH)_5 \cdot H_2O$	тр	5-6	сов. {0001}	белый, желтоватый
3	Гордонит Gordonite	$MgAl_2[OH/PO_4]_2 \cdot 8H_2O$	т	3-3,5	сов. {010}	белый, сероватый
4	Вашегийт Vashegyite	$Al_3[(OH)_3/(PO_4)_2] \cdot 6H_2O$	р	3		белый, зеленоватый
5	Амблигонит Amblygonite	$(Li,Na)Al(PO_4) \cdot F$	т	5,5-6	сов. {100}, отчет. {110}	белый, желтоватый
6	Саркопсид Sarcopsite	$(Fe,Mn,Ca)_3(PO_4)_2$	р	5	-	желтый, зеленоватый
7	Фторапатит Apatite-(CaF)	$Ca_5(PO_4)_3F$	г	5	-	голубой, синий, зеленый
8	Трифиллин Triphylite	$Li(Fe^{2+},Mn)PO_4$	р	4-5	сов. {100}	
9	Арроядит Arrojadite-(pbfe)	$Na_2Fe_4Mn(PO_4)_4$	м	5	сов. {001}	
10	Литиофилит Lithiophilite	$Li(Mn,Fe)PO_4$	р	4-5	-	розовый, красно- коричневый
11	Магниотриплит Triplite Mg	$MgFeMn_2(PO_4)F$	м	4	-	
12	Магниофилит Magniofilit	$(Mg,Fe,Fe^{2+})_3(PO_4)_3$	р	4	-	
13	Ландезит landesite	$(Mn,Mg)_9Fe_3(PO_4)_8(OH)_5 \cdot 3H_2O$	р	3-3,5	-	красно- коричневый
14	Беусит Beusit	$(Mn^{2+},Fe^{2+},Ca,Mg)_3(PO_4)_2$	р	3,5-4,5		красно- бурый
15	Грифит Griphite	$Na_4Ca_6(Mn,Fe^{2+},Mg)_{19}Al_8 Li_2(PO_4)_{24}$	к	3,5-4,5		бурый
16	Сиклерит Sicklerite	$Li_{<1,0}(Fe^{3+},Mn^{2+})PO_4$	р	4-4,5		коричнево- черный
17	Аллоудит Alluaukite	$Na_2Fe_2Mn(PO_4)_3$	м	5		зеленовато- черный
18	Крыжановскит Kryzhanovskite	$MnFe_2(PO_4)_2(OH)_2 \cdot H_2O$	р	4		бурый
19	Синканкасит Sinkankasite	$H_2MnAl(PO_4)_2(OH) \cdot 6H_2O$	т	4		белый
20	Вивианит Vivianite	$Fe_3(PO_4)_3 \cdot 8H_2O$	м	1,5-2	сов. {010}	синий, зеленый

Примечание: сингония р – ромбическая, тр – тригональная, т – триклинная, г – гексагональная, м – моноклинная, к – кубическая

Таблица 2

Параметры элементарной ячейки трифиллина

Месторождение	Параметры, Å		
	a	b	c
Зелёный трифиллин Каравшинского поля	6,0560	10,3929	4,7094
Бурый трифиллин Каравшинского поля	6,0205	10,3357	4,7290
Трифиллин Варуртеск(Швеция)	6,04	10,39	4,72

Как видно из этих данных, неокисленный зелёный трифиллин пегматитов Каравшинского поля по соотношению Fe и Mn более близок к трифиллину пегматитов Калбинского хребта [2], а по повышенному

содержанию Mg к трифилину, описанному А.А. Беусом [1] в пегматитах Туркестанского хребта. Химический состав минерала приведен в таблице 3.

Таблица 3

Химический состав трифилина (мас. %)

Компоненты	1	2	3
Li ₂ O	Не опр.	6,83	8,33
Na ₂ O	-	0,64	-
MgO	1,81	3,03	0,72
CaO	-	0,16	0,34
MnO	12,58	11,52	12,40
FeO	29,98	32,28	30,05
Fe ₂ O ₃	-	1,14	1,07
P ₂ O ₅	46,28	44,54	44,76
Т.п.п	Не опр	0,24	0,25
Σ	90,65		

Примечание: 1 – трифилин пегматитов Караванского поля. Микрозондовый анализ, аналитик Марфин А.Е. 2 – трифилин пегматитов Туркестанского хребта [1]. 3 – трифилин Калбинского хребта [2].

В парагенезисе с изученным трифилином наблюдается кварц, мусковит, калиевый полевой шпат, альбит, белый натровый берилл и пластинчатый колумбит. Данная ассоциация указывает на сравнительно раннее появление минерала в пегматитах.

Литература

1. Беус А.А. Новые фосфаты из пегматитов Туркестанского хребта // Тр. Минерал. Музея АН СССР. – М., 1951. – Вып. 3. – С. 19–36.
2. Гинзбург А.И. Трифилин в пегматитах Калбинского хребта и процессы его изменения // Тр. Минерал. Музея АН СССР. – М., 1951. – Вып. 3. – С.37–73.
3. Минералогические таблицы. Справочник / Е.И. Семёнов, О.Е. Юшко-Захарова, И.Е. Максимюк и др. – М.: Недра, 1981 – 399 с.
4. Редкометальные пегматиты // В.Е. Загорский, В.М. Макагон, М.Н. Шмакин и др. – Новосибирск: Наука, 1997. – Т. 2. – 285 с.

ТОПОМИНЕРАЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КАК СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ МИНЕРАЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

И.В. Долгов

Научный руководитель старший преподаватель Л.А. Зырянова

Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия

Проведенные исследования относятся к топоминералогическим и выполнены для месторождений Рудного Алтая впервые. Поводом для их проведения стало открытие в 2009 г. в зоне окисления Рубцовского месторождения богатой йодидной минерализации, которая известна лишь в единственном объекте в мире – Брокен-Хилл в Австралии [2, 4].

Брокен-Хилл – полиметаллическое месторождение в Австралии, уникальное по содержанию свинцовой и цинковой руды. Открыто и эксплуатируется с 1883 года. Имеет зону окисления с хорошо выраженной зональностью [5].

Сравнительный анализ минерального состава зон окисления обоих месторождений мог принести дополнительную информацию при изучении минералогии Рубцовского месторождения. Поскольку зоны окисления известны и для других объектов Рудного Алтая, то и они были включены как изучаемые объекты.

Таким образом, сравнивалась минералогия зоны окисления Рубцовского, Золотушинского, Лазурского месторождений Рудного Алтая, с одной стороны, и Брокен-Хилл в Австралии, с другой. База данных включала такие признаки: промышленный профиль руд, положение минерала в разрезе зоны окисления, класс соединения, сингония, практическая значимость минерала.

При оценке положения минерала в разрезе зоны окисления принята зональность, выявленная для Рубцовского месторождения [3]. Практическая значимость минерала предполагает отнесение его к рудному, нерудному и коллекционному (Брокен-Хилл и Рубцовское месторождения являются активными поставщиками на мировой рынок коллекционных образцов минералов зоны окисления). Структура базы данных отражена в таблице 1.

В зонах окисления на месторождениях Рудного Алтая установлено 45 минералов, в зоне окисления месторождения Брокен-Хилл – 95.

Обработка данных минерального кадастра выявила следующее.

Прежде всего, обращает внимание значительное превышение минеральных видов в месторождении Брокен-Хилл по сравнению с рудно-алтайскими. Это можно объяснить, учитывая минеральный состав

первичных руд месторождений. В месторождении Брокен-Хилл минеральный состав первичных руд разнообразнее (таблица 2), отсюда и минеральный состав окисленных руд представлен большим количеством минеральных видов, чем в окисленных рудах месторождений Рудного Алтая.

Таблица 1

Структура базы данных [1, 7]

Месторождение	Зона окисления		Минеральный состав	Класс соединения	Сингония
	Подзона	Горизонт			
Брокен-Хилл	Полного выщелачивания (Fe шляпа)		Коникальцит	арсенаты	ромбическая
Золотушинское	Богатых окисленных руд	Карбонатный	Азурит	карбонаты	моноклинная
Лазурское	Богатых окисленных руд	Сульфатный	Атакамит	галогениды	ромбическая
Рубцовское	Богатых окисленных руд	Оксидный	Куприт	оксиды	кубическая

Таблица 2

Минеральный состав первичных руд исследуемых объектов [1, 7]

	Месторождения Рудного Алтая (Россия)	Месторождение Брокен-Хилл (Австралия)
Минеральный состав первичных сульфидных руд (только рудные минералы)	Халькопирит, борнит, ковеллин, галенит, сфалерит, пирит, халькозин, блеклые руды (теннантит, тетраэдрит)	Галенит, сфалерит, тетраэдрит, дискразит, пирротин, халькопирит, арсенопирит, леллингит, гудмундит, валлерейт, станнин, магнетит, молибденит, акантит, борнит, буланжерит, бурнонит, кобальтин, ковеллин, кубанит, дискразит, ферберит, джемсонит, миллерит, молибденит, биндгеймит, никелин, пирит
Основные компоненты первичных руд	Cu – Pb – Zn – As – Sb – Fe – Ag	Pb – Zn – Cu – Mo – As – Sb – Bi – W – Fe – Mg – Sn – Ag – Co – Ni

В зоне окисления месторождений Рудного Алтая преобладающими классами соединений в порядке убывания являются: оксиды – сульфаты – карбонаты – силикаты – галогениды. Преобладание первых трех членов классов соединений подтверждает схему зональности разреза зоны окисления для Рубцовского месторождения [4]. Таким образом, можно предположить, что у Лазурского и Золотушинского месторождений схемы разреза зоны окисления сходны с Рубцовским месторождением.

В зоне окисления месторождения Брокен-Хилл преобладают: сульфаты – арсенаты – фосфаты – карбонаты – оксиды – галогениды.

По процентному содержанию карбонаты и оксиды в зоне окисления месторождений Рудного Алтая преобладают над этими же классами для Брокен-Хилла. В свою очередь, в зоне окисления Брокен Хилла арсенаты, галогениды преобладают по сравнению с месторождениями Рудного Алтая, что в совокупности с наличием ванадатов и фосфатов, отсутствующих в месторождениях Рудного Алтая, делает схему зональности разреза зоны окисления Брокен-Хилл более сложной. Проведенный анализ минерального состава первичных сульфидных руд и окисленных руд очередной раз подтвердил взаимозависимость их состава.

И.И. Шафрановским для рудных месторождений установлен универсальный ряд распределения минералов согласно их кристаллической структуры (сингониям) в порядке уменьшения распространенности: ромбическая – моноклинная – кубическая – тригональная – тетрагональная – гексагональная – триклинная [6].

После анализа распределения минеральных видов по сингониям выявлено преобладание первых четырех членов ряда для исследуемых объектов, но последовательность распространенности не совпадает с установленной И.И. Шафрановским закономерностью для рудных провинций. В зоне окисления месторождений Рудного Алтая установлена следующая последовательность (%): ромбическая (30,5) – моноклинная (27,4), тригональная (16,9) – кубическая (12,6), Брокен-Хилл: тригональная (26,7) – ромбическая (24,4) – моноклинная (22,2), кубическая (13,3). Возможно, различие и нарушение последовательности распространения минеральных видов с определенной структурой объясняется тем, что первичные руды были исключены из анализа, исследовались только окисленные руды в месторождениях. А возможно, выявлены еще не все минеральные виды.

К практически значимым минералам зоны окисления полиметаллических месторождений относятся рудные и коллекционные. Анализ базы данных практической значимости минералов месторождений Рудного Алтая и Брокен-Хилла продемонстрировал численное преобладание в зонах окисления рудных и коллекционных минералов над нерудными. В зоне окисления месторождения Брокен-Хилл: рудных минералов 74, из них

коллекционных 43, нерудных минералов 21, из них коллекционных 4. Среди коллекционных минералов особо выделяются маршит, майерсит, йодаргирит, куприт, медь, что ещё более привлекает интерес к зоне окисления полиметаллических месторождений.

В зоне окисления месторождений Рудного Алтая: рудных минералов 26, среди них 13 представляют коллекционное значение, нерудных минералов 19, среди которых нет коллекционных. Распределение коллекционных минералов с учетом ведущего рудного элемента выявило следующее: в зоне окисления месторождения Брокен-Хилл медных – 17, свинцовых – 5, цинковых – 4, серебряных – 4. Есть минералы сложного состава: медно – свинцовые, свинцово – цинковые. В зонах окисления месторождений Рудного Алтая преобладают минералы меди – 5, серебра – 3, присутствуют редкие медно – цинковые минералы (розозит, шуленбергит). Таким образом, для коллекционных минералов исследуемых объектов наиболее характерна медная рудная специализация.

Создание минералогических кадастров позволяет проводить сравнительный анализ геологических объектов с целью дополнения информации, связанной с их классификацией и особенностями минерального состава. Полученные данные по минералам зон окисления месторождений Рудного Алтая могут быть распространены и на готовящееся к отработке Захаровское месторождение с зоной окисления, подобной Рубцовскому месторождению, а полученная информация может заинтересовать технологов, занимающихся переработкой руд.

Литература

1. Болгов Г.П., Вейц Б.И., Петровская Н.М., Покровская И.В., Розыбакиева Н.А., М.В. Ташнина Минералы Рудного Алтая. – Алма-Ата: Изд - во Академии Наук Казахской ССР, 1957. – Т. 2. – 423 с.
2. Вейц Б.И., Покровская И.В., Болгов Г.П. Минералы Рудного Алтая. – Алма-Ата: Изд-во Академии Наук Казахской ССР, 1957. – Т. 1. – 340 с.
3. Зырянова Л.А., Чкалин В.М., Литвинов Н.Д., Гамалеев Н.В. О редкой находке маршита в окисленных рудах Рубцовского полиметаллического месторождения (Рудный Алтай) // Вестник Томского государственного университета. – 2009. – № 326. – С. 214 – 216.
4. Зырянова Л.А., Пеков И.В., Толочко К.В., Литвинов Н.Д., Ерзаков И.А. Состав и строение зоны окисления Рубцовского колчеданно – полиметаллического месторождения (Рудный Алтай) // Минералогия, геохимия и полезные ископаемые Азии. – Томск: Томский ЦНТИ – Филиал ФГБУ «РЭА» Минэнерго России. – Вып. 2. – С. 90–103.
5. Пеков И.В., Лыкова И.С., Брызгалов И.А., Ксенофонтов Д.А., Зырянова Л.А., Литвинов Н.Д. Уникально богатая йодидная минерализация в зоне окисления Рубцовского полиметаллического месторождения (С-3 Алтай Россия) // ЗРМО. – 2010. – Ч. 139 – № 6 – С. 1–21.
6. Полезные ископаемые Австралии и Папуа Новой Гвинеи / под ред. К. Найта. – М.: Мир, 1980. – Т. 1. – 658 с.
7. Юшкин Н.П. Топоминералогия. – М.: Недра, 1982. – 288 с.
8. База данных минералов и их местонахождение, список минералов из региона Брокен-Хилл. – <http://www.mindat.org/loc-72.html> (дата обращения 10.02.2014).

ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ГАББРОИДОВ ГОРЫ «МЕДВЕЖЬЯ» (КУЗНЕЦКИЙ АЛАТАУ)

Н.А. Дугарова

Научный руководитель доцент И.Ф. Гертнер

Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия

Северо-западный сегмент Алтае-Саянской складчатой области (АССО) представлен одной из ее древних структур со сложным геологическим и складчато-глыбовым тектоническим строением – Кузнецким Алатау, который рассматривается в качестве каледонской коллизионной системы. Она состоит из трех палеотектонических ансамблей (снизу вверх): а) фрагментов позднепротерозойской субокеанической коры; б) ранне-среднекембрийских островодужных комплексов; в) позднекембрийских – раннеордовикских континентально-окраинных и сопутствующих им раннепалеозойских рифтогенных или внутриплитных формаций [4].

Кузнецкий Алатау представляет собой сильно расчлененный горный массив, вытянутый в субмеридиональном направлении [3]. Блоковое строение Кузнецкого Алатау выражается в обособлении большого количества структурно-формационных зон и подзон, отличающихся литолого-петрографическим составом и полнотой сводных стратиграфических разрезов, морфологией и стилем складчатости [1].

Приуроченная к осевой части Кузнецкого Алатау, Центрально-Алатауская зона сосредотачивает в себе основные крупные гипербазитовые массивы Кузнецко-Алатауского пояса, группирующиеся в зональные полукольцевые базит-гипербазитовые ассоциации. Наиболее ярко зонально-полукольцевой характер строения проявился в двух ассоциациях: гор Чемодан, Становой Хребет и горы Медвежьей, очень сходных между собой. Обе ассоциации имеют одинаковое дугообразное в плане и воронкообразное в разрезе зональное строение с круглым центростремительным падением пород в краевых и пологим – в замковых частях дугообразных структур. Дугообразные зоны, будучи обращенными замкнутой частью к югу, а открытой – к северу, имеют одинаковую пространственную ориентировку.

В рассматриваемой ассоциации полукольцевая форма структуры определяется расположением по ее периферии массивов ультраосновных пород гор Бархатной, Северной, Зеленой, Заячьей, в центральной ее части

– однородных габброидов, претерпевших интенсивное зеленокаменное изменение, и эффузивно-брекчиевых пород, а в осевой – пироксенитов (гора Медвежья). Между центральным телом габброидов и гипербазитовыми массивами развиты полосчатые уралит-клиноцоизитовое габбро и габбро-амфиболиты, которые могут рассматриваться в качестве своеобразных милонитов из приконтактных с реситивым комплексом тектонических зон [3].

Полные по своему петрографическому составу ультрамафит-мафитовые парагенезы гг. Становой хребет и Чемодан, а также Бархатной, Заячьей, Северной, Зеленой традиционно выделяются в офиолитовую ассоциацию Кузнецкого Алатау, становление которой, по последним данным, происходило в рифее (~950 млн. лет) [2, 6].

В пределах г. Медвежья преимущественно распространены меланократовые разновидности основных пород. Среди них по результатам петрографических исследований выделены два основных типа: оливиновый габбронорит с переходами в габбро-перидотит и метагаббро. По оптическим свойствам были определены породообразующие минералы – плагиоклаз, моноклинный пироксен, ромбический пироксен, роговая обманка, оливин, а из второстепенных минералов присутствует магнетит. Для пород характерны офитовая, гипидиоморфная структуры и массивная текстура. Также на отдельных участках пород отмечаются пойкилитовая и сидеронитовая структуры.

Петрохимическая специализация исследуемых пород была изучена по распределению их фигуративных точек на бинарных диаграммах. По уровню общей щелочности данные породы относятся к нормальной и субщелочному рядам. Общая тенденция вариаций их составов определяется закономерным ростом $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ по мере увеличения концентраций SiO_2 . Следует отметить, что соотношения разновидностей нормальной и повышенной щелочности в данном объекте достаточно близки (т.е. ~ 1:1). Это может быть результатом широкого развития как посторонних дайковых образований, так и продуктов известково-щелочной серии. По уровню накопления суммарного железа большинство пород г. Медвежья соответствуют продуктам толеитовой серии, но тем не менее, часть фигуративных точек попадает в поле известково-щелочной серии. По соотношению K_2O и Na_2O изучаемые базиты соответствуют образованиям натриевой и субнатриевой специализации.

Особенности редкоземельного состава пород отражены на рисунке 1. По спектрам распределения редкоземельных элементов (РЗЭ) отмечается различная степень дифференцированности вещественного состава базитов г. Медвежья. В частности, в отдельных разновидностях мафитов (Зс-29/22, Зс-29/23) не обнаружено существенной дифференциации РЗЭ ($\text{La}/\text{Sm}=1,4$; $\text{La}/\text{Yb}=2,5$) и характер их распределения соответствует базальтам MORB. Однако в других разновидностях (Зс-29/24, Зс-29/25) наблюдается достаточно резкая дифференциация редкоземельных элементов, где отношение La/Sm повышается до 5,2, а La/Yb – до 21,3, тогда как для пород гор Северной, Зеленой и Бархатной La/Sm доходит до 4,3, а La/Yb – до 8,2. И при этом форма спектров распределения РЗЭ в данных породах приближена к образованиям островодужных систем. Для пород в основном характерна слабо выраженная европиевая аномалия, кроме вполне отчетливой положительной аномалии Eu в образце Зс-29/24, которая подтверждает повышенную роль фракционирования плагиоклаза в данной породе. Следует отметить, что для всех пород, как г. Медвежья, так и гг. Северная, Зеленая, Бархатная, наблюдается обогащение легкими лантаноидами.

В целом, на мультиэлементных диаграммах, как и в случае РЗЭ, кривые распределения характеризуются общим положительным наклоном с отчетливыми отрицательными аномалиями Nb, Ta, Hf и Zr, и с положительной аномалией Ba, Sr (за исключением образца Зс-29/23), которые часто фиксируются в продуктах островодужного магматизма. Незначительные геохимические отличия между габброидами гор Северной, Зеленой, Бархатной и Медвежьей отмечаются по содержанию некогерентных элементов. Для пород г. Медвежья характерны слегка повышенные содержания Rb и Ba – до 29 (15,5) и 516,6 (350,7) г/т соответственно, и пониженные концентрации Zr – 69,6 (125,8) г/т.

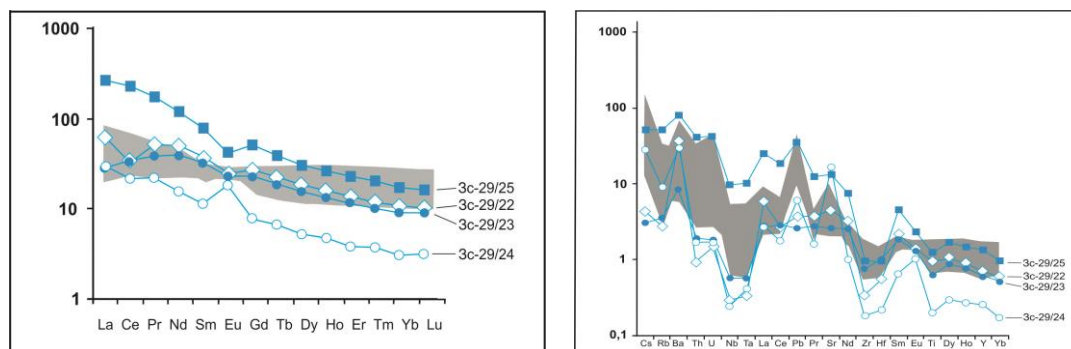


Рис. а) Нормированные по хондриту (C_1) спектры распределения РЗЭ и б) нормированные по N-MORB-базальтам спектры распределения редких металлов в базитах г. Медвежья [7]. Серым показано поле базитов гг. Северная, Зеленая, Бархатная

Рассматриваемые породы г. Медвежья по своим петрохимическим параметрам относятся к продуктам натриевой толеитовой петрохимической серии, и по концентрациям и особенностям распределения редких и редкоземельных элементов близки к продуктам магматизма собственно океанических структур (MORB). Вместе с тем, в породах изучаемого массива наблюдаются пониженные концентрации Nb и Ta, более характерные для

базальтоидов надсубдукционных зон. Более ранние геохимические исследования базитов офиолитовой ассоциации гг. Северной, Зеленой и Бархатной показали, что они формировались в условиях как срединно-океанических хребтов (MORB), так и островодужных систем, областей задугового спрединга или надсубдукционных зон [5]. Результаты геохимических и петрохимических исследований состава пород г. Медвежья, подтверждают выводы о формировании изученных базитовых серий в различных геодинамических обстановках, что позволяет допускать их постраниственную сближенность в результате тектонической аккреции разнородных фрагментов океанической коры в субдукционных зонах.

Литература

1. Алабин Л.В. Структурно-формационная и металлогеническая зональность Кузнецкого Алатау. – Новосибирск: Наука, 1983. – 102 с.
2. Гертнер И.Ф., Краснова Т.С., Баянова Т.Б., Дугарова Н.А., Врублевский В.В. Изотопно-геохимическая неоднородность офиолитов Кузнецкого Алатау: оценка возраста формирования и источников вещества литосферы Палеоазиатского океана // Геодинамическая эволюция литосферы Центрально-Азиатского подвижного пояса (от океана к континенту): Материалы совещания. – Иркутск: ИЗК СО РАН, 2012. – С. 55–56.
3. Коновалова О.Г., Прусевич Н.А. Дунит-гарцбургитовые массивы Кузнецкого Алатау и Салаира – Новосибирск: Наука, 1977. – 166 с.
4. Краснова Т.С., Гертнер И.Ф., Уткин Ю.В. Перспективы платиноносности офиолитов Кузнецкого Алатау // Петрология магматических и метаморфических комплексов: Мат. науч. конф. – Томск: ЦНТИ, 2001. – Вып. 2. – С. 229–235.
5. Dugarova N.A. Geochemical heterogeneity of ophiolites from the Severnaya, Zelenaya and Barkhatnaya mountains (the Kuznetsky Alatau) // The 6th International Siberian Early Career GeoScientists Conference: Proceeding of the conference. IGM, IPPG SB RAS & NSU: Novosibirsk, 2012. – P. 57–58.
6. Gertner I.F., Bayanova T.B., Krasnova T.S., Dugarova N.A., Vrublevskii V.V., G.R. Sayadyan Age and matter sources of ophiolites of the Kuznets Alatau, SW Siberia: new Sm-Nd isotope data // Mineralogical Magazine. – 2013. – V. 77. – N 5. – P. 1159.
7. Sun S.S., McDonough W.F. Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: implications for mantle composition and processes // Geol. Soc. Spec. – Publ. 1989. – N 42. – P. 313–345.

ПЕТРОГРАФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ НИЖНЕКОРОВЫХ ГАББРОИДОВ СРЕДИННО-АТЛАНТИЧЕСКОГО ХРЕБТА НА 13° С.Ш.

К.Г. Ерофеева

Научный руководитель заведующий лабораторией А.Н. Перцев

*Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии РАН,
г. Москва, Россия*

Геологические исследования в океане принципиально отличаются от аналогичных работ на суше. Главное отличие состоит в том, что наблюдения структурных взаимоотношений пород в обнажениях на дне океана почти невозможны, а опробование, как правило, ограничено. В связи с этим, полученные коллекции образцов из тектонически вскрытых нижнекоревых горизонтов современной океанической коры представляют значительный интерес. Нижнекоревые горизонты современной океанической коры могут быть обнажены в трансформных разломах и во внутренних океанических комплексах (ВОК). Последние представляют собой структуры медленного асимметричного спрединга в виде куполообразных габбро-перидотитовых массивов, обнажающихся в лежачем боку высокоамплитудных пологих разломов растяжения (детачментов) [2]. Один из наиболее крупных массивов ВОК обнажается на западном фланге Срединно-Атлантического хребта (САХ), на 13°с.ш., и вмещает активные гидротермальные сульфидные поля Ашадзе-1 и Ашадзе-2, открытые в 2004-2005 гг. в рейсах научно-исследовательского судна «Профессор Логачев». В настоящей работе приведены новые данные по петрографии драгированных образцов габброидов этого массива.

САХ на интервале 13-14°с.ш. характеризуется ярко выраженным асимметричным строением. По западному флангу хребта выходит серия массивов ВОК общей протяженностью 75 км. К этим массивам приурочены сульфидно-полиметаллические гидротермальные поля Ашадзе, Ириновское и серия полей Семенов. Габброиды изучены в юго-западной части южного массива, где они ассоциируют с ранее изученными [1] мантийными перидотитами (рис. 1).

Габброиды представлены нормальными габбро (клинопироксен-плагиоклазовыми породами), габброноритами и феррогаббро, неравномерно обогащенными оксидами железа и титана. Выделяются следующие структурные разновидности: равномернозернистые пойкилоофитовые (без наложения деформаций, оксидов железа и титана, амфибола), неравномернозернистые такситовые (крупнозернистые и контрастно мелкозернистые агрегаты с пойкилоофитовой структурой), деформационные порфирокластические (выделяются порфирокласты и мелкозернистый агрегат, обогащенный оксидами железа и титана до 15 мас. %).

Общие петрографические особенности пород позволяют предположить следующие последовательные петрогенетические процессы.

Раннемагматическая кристаллизация. На этом этапе формировались габбронориты со структурами от крупно- до мелкозернистой пойкилоофитовой. Контрастно-неравномерная зернистость с разным составом плагиоклаза в крупно- и мелкозернистых областях указывают на несколько стадий раннемагматической

кристаллизации. Предпочтительная ориентировка минералов в некоторых разностях, по-видимому, связана с кристаллизацией при магматическом течении расплава в малоомощных силлообразных телах.

Позднемагматический этап. В позднемагматический этап из остаточного расплава кристаллизовались коричневая роговая обманка и оксиды железа и титана. Оксиды железа и титана заполняют интерстиции в кристаллическом агрегате раннемагматического этапа вплоть до образования сидеронитовых структур. Роговая обманка представлена частичными псевдоморфозами по пироксенам. Местами она развивается в агрегате с оксидами железа и титана.

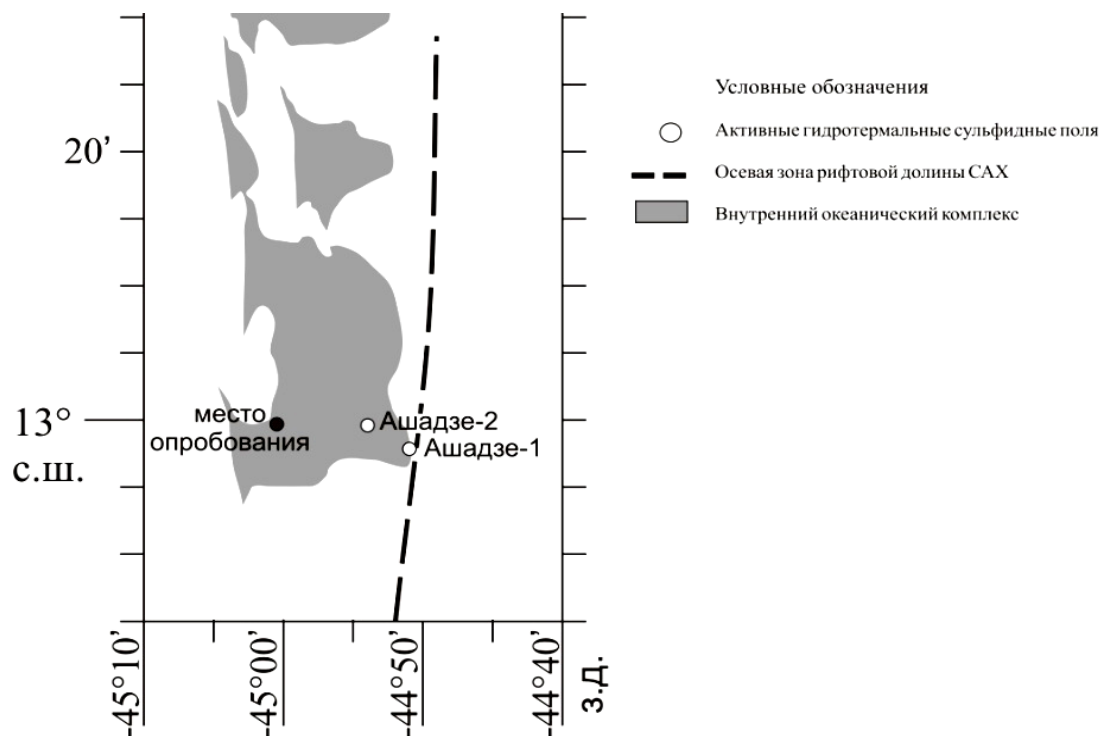


Рис. 1. Внутренний океанический комплекс на 13°с.ш. САХ. Модифицировано из [3]

Позднемагматический этап локально сопровождается сдвиговыми деформациями, что проявлено в интенсивной перекристаллизации и образовании порфирикластических структур при кристаллизации позднемагматических оксидов железа и титана. При этом раннемагматические плагиоклазы и пироксен сохраняются в виде порфирикластов (размером до 3 мм) с признаками внутрикристаллических деформаций, а матрикс породы сложен мелкозернистым милонитовым агрегатом (размер зерен до 0,4 мм). Зоны сдвиговых деформаций обогащаются дифференцированными остаточными расплавами, что отражается в заметном обогащении и цементировании милонитового агрегата оксидами железа и титана.

Этап гидротермальных изменений. Гидротермальные изменения выражаются в актинолитизации, пренитизации и хлоритизации пород. Наибольшее распространение имеют волокнистые агрегаты актинолита, в которых встречаются гексагональные призматические кристаллы апатита (размером до 0,3 мм).

Также с гидротермальными изменениями пространственно ассоциируют структуры распада в ортопироксене в виде клинопироксеновых ламелл.

Таким образом, изученные структурные разновидности габброидов указывают на многостадийное магматическое минералообразование в нижнекоровых условиях. Последующие гидротермальные изменения могли происходить в более низкотемпературных условиях конвективной циркуляции флюидных производных морской воды при тектоническом вскрытии нижнекоровых горизонтов.

Литература

1. Перцев А.Н., Бортников Н.С., Аранович Л.Я. и др. Взаимодействие перидотит/расплав под срединно-атлантическим хребтом в переходных условиях шпинелевой и плагиоклазовой фаций: особенности перидотитов на 13°с.ш. // Петрология. – 2009. – № 2. – С. 139–153.
2. Karson J.A., Lawrence R.M. Tectonic setting of serpentinite exposures on the Western median valley wall of the Mark Area in the vicinity of site 920 // Proc. ODP Sci. Results. – 1997. – Vol. 153, – P. 5–21.
3. Smith D.K., Escartin J., Schouten H., Cann J.R. Fault rotation and core complex formation: significant processes in seafloor formation at low-spreading mid-ocean ridges (Mid-Atlantic Ridge, 13°–15°N) // Geochim, Geophys, Geosystems. – 2008. – V. 9. – № 3. – P. 1525–2027.

МИНЕРАЛЬНЫЙ СОСТАВ ЩЕЛОЧНЫХ ГРАНИТОИДОВ МОНГОЛИИ

К.С. Зенина

Научный руководитель доцент С.И. Коноваленко

Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия

Территория Центрально-Азиатского складчатого пояса (ЦАСП) выделяется широким развитием редкометалльной минерализации (TR, Ta, Nb, Zr, Be, Sn, Li, Mo, Re и др). Эти месторождения, как правило, имеют магматическую природу и связаны с массивами глубоко дифференцированных пород разного состава – от ультраосновных-щелочных и расслоенного габбро до щелочных и Li-F гранитов. Ареалы магматизма данного типа в основном продуцируются мантийными плюмами [13].

К наиболее известным проявлениям редкометалльного магматизма, с которыми связано формирование месторождений и проявлений редких металлов, относятся массивы щелочных гранитов Халдзан-Бурэгтэгской группы и Хан-Богдинский в Монголии. Сравнительной топоминералогии этих объектов посвящена данная работа.

Халдзан-Бурэгтэгская группа массивов щелочных гранитоидов с возрастом 391...395 млн лет и одноименное редкометалльное месторождение расположены в Озерной зоне Западной Монголии. Собственно Халдзан-Бурэгтэгский массив ориентирован в северо-западном направлении и имеет форму овала с размерами 30 км в длину и до 8 км в ширину. Вмещающими для него являются породы офиолитового комплекса и разнообразные по составу и возрасту нормальные (нещелочные) гранитоиды, рассеянные мощным субширотным дайковым поясом [1]. Все массивы щелочных гранитоидов имеют многофазное строение. Наиболее сложным является собственно Халдзан-Бурэгтэгский массив, формирование которого происходило в следующей последовательности (от ранних фаз к поздним): 1 – нордмаркиты и синхронные с ними долериты; 2 – щелочные граниты и синхронные с ними долериты; 3 – экериты, мелкозернистые щелочные граниты и пегматиты; 4 – пантеллериты; 5 – редкометалльные щелочные граниты; 6 – дайковые калиевые щелочные базиты и, условно, лейкократовые сиениты; 7 – миароловые редкометалльные щелочные граниты. В пределах площади распространения щелочных гранитоидов выявлено большое число проявлений редкометалльной и редкоземельной минерализации. Наибольшее развитие получило циркониевое, ниобиевое и редкоземельное оруденение [6].

Уникальный по размерам и минералогии Хан-Богдинский щелочно-гранитный массив расположен в Южной Монголии. Геологические и радиологические данные свидетельствуют о том, что наиболее вероятный возраст щелочных гранитоидов Хан-Богдинского массива – нижнепермский. Массив имеет сложнокольцевое строение и представлен двумя кольцевыми по форме телами – западным и восточным. Общая последовательность образования магматических пород массива следующая (от ранних фаз к поздним): 1) щелочные граниты главной интрузивной фазы с аксессуарным эльпидитом; 2) дайки экеритов; 3) мелкозернистые щелочные граниты (эгириновые); 4) дайки пантеллеритов; 5) дайки щелочных гранит-порфиоров; 6) дайки сиенитов и монцонитов [2].

Согласно нашим исследованиям и анализу материалов предшествующих работ [1 – 9, 13, 14], состав щелочных гранитоидов двух рассматриваемых массивов определяют сегодня более 130 минеральных видов и разновидностей.

Исследуемые объекты несколько отличаются по минеральному составу. Каждый из них имеет свои минералогические особенности. В настоящее время в породах массива Халдзан Бурэгтэг установлено 129 минералов. Здесь обнаружено 6 самородных элементов, 7 сульфидов, 2 арсенида, 2 фторида, 33 оксида (23 из них редкометалльные), 11 карбонатов (7 из которых редкоземельные), 4 фосфата (2 редкоземельных), 2 сульфата, 4 арсената (2 редкоземельных) и 57 силикатов (33 из которых редкометалльные). Анализ набора силикатов говорит о высокой щелочности процессов минералообразования. Совместное нахождение большого количества минералов, содержащих одни и те же элементы (Nb, Y, TR, Ti, Zn, As, Be, Pb) отражает сложность и многостадийность процессов минералообразования. Набор минералов в целом указывает на редкометалльную профильность пород массива, специализированных на TR, Nb, Zr, Y, Be. Необычным является обилие минералов Pb (7) и особенно Zn (9), а так же As (8). При этом большинство минералов этих элементов представлено кислородными соединениями, что для них не характерно и прямо свидетельствует, с одной стороны, о резком дефиците сульфидной серы, а с другой стороны, о высоком окислительном потенциале среды минералообразования. 129 минералов Халдзан Бурэгтэга сложены 33 видообразующими элементами (Li, Na, K, Be, Mg, Ca, Sr, Ba, Si, Al, Fe, Mn, O, F, S, P, As, C, Ti, Nb, Zr, Th, U, Ce, Y, Nd, Au, Co, Cu, Pb, Zn, Sn, Mo). Таким образом, коэффициент К (число минеральных видов/число видообразующих элементов) массива сейчас равен 3,91. По классификации Б.В. Чеснокова [10] Халдзан Бурэгтэг необходимо отнести к минералогически сложным геологическим объектам. В частности, следует отметить, что в породах массива обнаружен целый ряд потенциально новых минералов и один из таких новых минералов – ферриалланит-(Ce), описанный П.М. Карташовым [14].

Хан-Богдинский массив выделяется не только своими огромными размерами (более 1000 км²), но и уникальной минерализацией. Высокий коэффициент агпаитности в его породах (от 1,2 до 2 и выше), геохимическая специфика, обусловленная повышенным содержанием циркония, гафния, тантала, ниобия, цинка и других, геологическое положение интрузива и внутреннее его строение, определенное длительной тектонической деятельностью в процессе становления массива, были причиной образования этого своеобразного феномена [2]. В массиве выявлено сегодня 53 минерала, среди которых многие являются очень редкими или новыми (армотронгит, монголит, коваленкоит, водные силикаты ниобия и ряд других). На объекте обнаружено

14 оксидов, 29 силикатов, 4 самородных элемента, 1 сульфат, 3 карбоната и 2 фосфата. Набор их показывает редкометалльную природу массива, специализированного на TR, Ti, Nb, Zr, Y. Здесь обнаружено 9 минералов Zr, 14 минералов Ti, 9 минералов Nb, а также один минерал Be (миларит). Редкоземельные минералы массива представлены монацитом, синхизитом, минералом группы абукумалита – финченита, аморфизированными водными силикатами. Особенно интересным является наличие большого числа «аморфизированных» или рентгеноаморфных видов. Вопрос их отнесения к новым минералам остается открытым. Видообразующими выступают 29 элементов (Li, Na, K, Be, Mg, Ca, Sr, Ba, Si, Al, Fe, Mn, O, F, S, P, Ti, Nb, Zr, Th, U, Ce, Y, Nd, Au, Cu, Pb, Zn, Sn). Коэффициент K [10] составляет около 1,82, что позволяет отнести данный массив к сложным минералогическим объектам.

Анализ минерального состава интрузивных пород, слагающих рассматриваемые массивы, а также пегматитов и метасоматитов, сопровождающих их, показывает, что видовое разнообразие изученных объектов резко возрастает от начала к концу процессов минералообразования. Особенно четко это прослеживается для лучше изученного Халдзан-Бурегтегского массива. Если в ранних интрузивных фазах его пород состав определяют около десятка минералов, то в поздних собственно редкометалльных гранитах за счет накопления некогерентных элементов количество минералов возрастает до четырех десятков, а в пегматитах, являющихся продуктами кристаллизации еще более богатых несовместимыми элементами остаточных расплавов, число минеральных видов удваивается. Немаловажную роль в возрастании сложности минерального состава объектов, как показывает анализ, играют и процессы метасоматоза, развивающиеся в экзоконтактных зонах щелочно-гранитных массивов. На Халдзан-Бурэгтэге, где эти процессы проявлены очень интенсивно, появляется несколько десятков новых минералов, многие из которых в самом массиве неизвестны. Именно они в существенной степени определяют большую сложность минерального состава массива относительно Хан-Богдинского, где эти процессы практически не проявились. Однако в любом случае максимальную сложность минерального состава на рассматриваемых объектах имеют щелочно-гранитные пегматиты. Б.М. Шамакин [11, 12] отнес те и другие к разным минералогическим (геохимическим) рядам, указав, что пегматиты Халдзан-Бурэгтэга относятся к бериллий-редкоземельному ряду, а пегматиты Хан-Богдо – к цирконий-редкоземельному. Не оспаривая в целом это заключение, необходимо все же сказать, что Zr минерализация практически одинаково характерна как для пегматитов Хан-Богдо, так и для пегматитов Халдзан-Бурэгтэга, в которых широко развиты циркон, эвдиалит, эльпидит, гиттинсит, кальциокатапелит, бацитрит и другие цирконийсодержащие минеральные фазы.

Полученные материалы показывают, что, несмотря на временную и пространственную разобщенность, сравниваемые щелочные комплексы Монголии обнаруживают многие сходные черты строения и вещественного состава, что свидетельствует о сродности процессов минералообразования, определивших облик этих объектов и их практическую значимость. Для них характерны высокие концентрации Zr, Hf, TR, Y, U и Th, определившие их рудную специализацию, и низкие Ba, Sr, Eu, указывающие на глубокую дифференциацию исходных магматических расплавов. Массивы имеют близкий набор пород, среди которых наибольшее минеральное разнообразие демонстрируют редкометалльные граниты. И Халдзан-Бурэгтэг, и Хан-Богдо относятся к сложным минеральным объектам. В обоих массивах по числу видов доминируют силикаты, оксиды и сульфиды. Однако двукратная разница в числе обнаруженных в массивах минеральных видов, даже с учетом уникального процесса аморфизации сложнопостроенных силикатных редкометалльных минералов под непроницаемым для флюидов экраном, что, по мнению Н.В. Владыкина [5], предопределило разложение некоторых неустойчивых в этом случае минеральных фаз, не находит себе убедительных причин. Учитывая огромный объем щелочно-гранитных плутонических и вулканических пород Хан-Богдинского массива, их разнообразие и большую площадь развития, можно уверенно предполагать существенный рост минерального кадастра этого объекта, который представляется просто недоизученным со стороны вещественного состава.

Литература

1. Андреев Г.В., Рипп Г.С., Шаракшинов А.О. Редкометалльная минерализация щелочных гранитоидов Западной Монголии. – Улан-Удэ, 1994. – 137 с.
2. Владыкин Н.В., Коваленко В.И., М.Д. Дорфман. Минералогические и геохимические особенности Хан-Богдинского массива щелочных гранитоидов. – М.: Наука, 1981. – 136 с.
3. Владыкин Н.В., Коваленко В.И., Кашаев А.А. Новый силикат кальция и циркония – армстронгит // ДАН СССР. – 1973. – Т. 205. – № 5. – С. 1185–1188.
4. Владыкин Н. В. Минералого-геохимические особенности редкометалльных гранитоидов Монголии. – Новосибирск: Наука, 1983. – 200 с.
5. Владыкин Н.В. Особенности процессов кристаллизации рудоносных (Zr-TR-Nb) агапитовых гранитов и пегматитов Хан-Богдинского массива, Ю.Гоби, Монголия // Граниты и процессы рудообразования. – М., 2011. – С. 48–50.
6. Геология и петрография щелочных редкометалльных гранитоидов Халдзан-Бурэгтэгского массива (Монгольский Алтай) / В. И. Коваленко [и др.] // Известия АН СССР. Сер. геол. – 1989. – № 9. – С. 25–35.
7. Дуранте М.В., Зоненшайн Л.П., Горегляд А.В. и др. Геологическое положение Хан-Богдинского массива щелочных пород в МНР // Бюл. МОИП. отд. геол. – 1975. – № 4. – С. 85–104.
8. Карташов П.М., Волошин А.В., Пахомовский Я.А., Коваленко В.И. О плюмбопирохлоре из Западной Монголии. – Докл. РАН. – 1992. – Т. 322. – № 6. – С. 1137–1140.
9. Коваленко В.И., Ярмолюк В.В., Ковач П.В. Вариации источников магм щелочных гранитоидов и связанных с ними пород Халдзан-Бурэгтейской группы массивов (Западная Монголия) по изотопным (неодим, стронций и кислород) и геохимическим данным // Петрология. – 2004. – Т. 12. – № 6. – С. 563–585.

10. Чесноков Б.В. Коэффициент К – новая характеристика минеральных объектов // Уральский минералогический сборник. – Миасс: ИМин УрО РАН, 1997. – № 7. – С. 264–268.
11. Шмакин Б.М. О разнообразии акцессорных минералов гранитных пегматитов редкометалльно-редкоземельной формации // Зап. РМО. – 2007, – Ч. 136, – Вып. 4. – С. 16–23.
12. Шмакин Б.М., Загорский В.Е., Макагон В.М. Редкоземельные пегматиты // Пегматиты необычного состава. – Новосибирск: Наука, 2007. – 432 с.
13. Ярмолук В.В. Редкометалльный магматизм в геологической истории Центрально-Азиатского складчатого пояса: этапы, области и обстановки формирования // Современные проблемы геохимии: Материалы всероссийского совещания. – Иркутск, 2012, – Том 1. – С. 84–88.
14. Kartashov P.M., Ferraris G., Ivaldi G., Sokolova E., McCammon C.A. Ferriallanite-(Ce), $\text{CaCeFe}^{3+}\text{AlFe}^{2+}[\text{SiO}_4][\text{Si}_2\text{O}_7]\text{O}(\text{OH})$, a new member of the epidote group: Description, X-ray and Mössbauer study // Can. Mineral. – 2002. – Vol. 40. – P. 1641–1648.

ЭЛЬПИДИТ – ТИПОМОРФНЫЙ МИНЕРАЛ АГПАИТОВЫХ ЩЕЛОЧНЫХ ГРАНИТОВ

К.С. Зенина

Научный руководитель доцент С.И. Коноваленко

Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия

Наиболее крупные потенциально промышленные скопления эльпидита связаны с комплексами редкометалльных щелочных гранитов. В настоящее время известно лишь пять массивов агпаитовых щелочных гранитов с первично-магматическим эльпидитом – Верхнее Эспе в Казахстане, Хан-Богдо и Халдзан Бурэгтэг в Монголии, Стрейндж Лейк в Канаде, Голден Хорн в США.

Наибольший интерес вызывают крупные тела эльпидитовых гранитов и их пегматитов в массивах Хан-Богдо и Халдзан-Бурэгтэг в Монголии [6].

Таблица 1

Рентгенограммы эльпидита из щелочных гранитоидов разных районов

№	hkl	d, Å	J	d, Å	J	d, Å	J	d, Å	J	
1	100	7.1083	7	7.1280	7	7.1400	7	7.1222	6	
2	021	6.5490	10	6.5488	9	6.5624	10	6.5481	9	
3	022	5.1715	10	5.1770	10	5.1848	9	5.1677	9	
4	112	4.8190	2	4.8224	2	4.8316	2	4.8154	2	
5	122	4.1843	1	4.1888	1	4.1953	1	4.1852	1	
6	004	3.6491	1	3.6605	1	3.6625	1	3.6523	1	
7	211	3.3408	2	3.3699	3	3.3755	2	3.3366	2	
8	042	3.2677	9	3.2741	8	3.2771	9	3.2680	7	
9	114	3.1849	3	3.1789	3	3.1859	3	3.1910	3	
10	221	3.1287	3	3.1304	2	3.1359	2	3.1278	3	
11	142	2.9716	1	2.9752	2	2.9784	1	2.9710	2	
12	222	2.9324	2	2.9356	2	2.9404	1	2.9300	2	
13	025	2.7159	3	2.7190	3	2.7212	3	2.7145	3	
14	223	2.6769	1	2.6787	3	2.6826	1	2.6810	2	
15	044	2.5899	6	2.5885	6	2.5924	8	2.5881	7	
16	006	2.4481	4	2.4406	4	2.4466	3	2.4462	4	
17	061	2.4142	5	2.4111	5	2.4142	6	2.4121	5	
18	310	2.3412	1	2.3453	2	2.3493	1	2.3190	2	
19	063	2.1808	2	2.1829	3	2.1874	1	2.1812	1	
20	244	2.0933	1	2.0944	1	2.0976	1	2.0901	1	
21	064	2.0318	1	2.0306	1	2.0344	1	2.0321	1	
Эльпидит Халдзан-Бурэгтэгского массива (Монголия), аналитик Т.С. Небера, К.С. Зенина ЦКП «АЦГПС» ТГУ			Эльпидит Хан-Богдинского массива (Монголия), по данным Н.В. Владыкина с соавт. [3]			Эльпидит массива Монт-Сен-Илер (Канада), по данным Е. Cannillo [7]			Верхнеэспенский эльпидит (Казахстан), по данным А.В. Степанова с соавт. [5]	

В основе структуры эльпидита лежит гетерополиэдрический каркас из сдвоенных цепочек (лент) Si_6O_{15} и изолированных октаэдров ZrO_6 . Цеолитные полости, образующие трехмерную систему каналов, вмещают позиции, заселенные катионами Na^+ (обычно с небольшими примесями Ca^{2+} и K^+) и молекулами H_2O [7].

Трудно найти примеры, где бы эльпидит – редкий циркониевый силикат – играл роль породообразующего минерала, как это имеет место в породах Хан-Богдинского массива. В агапитовых щелочных гранитах, жильных экеритах и пегматитах Хан-Богдинского массива эльпидит является характерным широко распространенным минералом и часто выступает в роли породообразующего. В некоторых пегматитах размеры зерен и кристаллов эльпидита доходят до 20×10 см, а количество в породе до 20...30 об. %. В этих случаях он является единственным концентратом и носителем циркония в породе. Такую породу можно рассматривать как потенциальную руду на цирконий. Кристаллы эльпидита призматические, иногда уплощенные по (110). Наиболее обычные кристаллографические формы; a (001), b (010), c (001), т (001), z (120), s (111). Грани покрыты вертикальной вицинальной штриховкой. Цвет эльпидита от ярко-красного и коричневого до светло-желтого и белого. Спайность совершенная по (111). Эльпидит представлен преимущественно кальциевой разновидностью – Са-эльпидит [2].

Эльпидит Халдзан-Бурегтегского массива, в основном, приурочен к метасоматически измененным альбитизированным щелочным гранитам. Хорошо образованные кристаллы встречаются в участках пегматоидного строения. Кристаллы его заключены в мелкозернистом альбите или кварц-флюорит-альбитовом агрегате. Нередко интерстиции между кристаллами заполнены кварцем. Минерал присутствует в виде зерен неправильной формы. Кристаллы короткопризматические, вытянуты по оси С. Они представлены обычно комбинацией ромбической призмы (110), ромбической дипирамиды (111) и двух пинакоидов – с (001) и а (100). В редких случаях отмечаются слабо развитые грани второй ромбической призмы n (120) и третьего пинакоида (010). Размер их в участках грубозернистого кварца достигает 1...5 см по длинной оси. Большая часть мономинеральных выделений эльпидита обычно не более 1...3 см. Практически все зерна и кристаллы эльпидита замещены в разной степени мелко- и тонкозернистым агрегатом, состоящим из кварца, циркона, флюорита [1]. Для эльпидита данного массива характерны две разновидности, – кальциевая и кальций-калиевая. Окраска Халдзан-Бурегтегского эльпидита оранжевая, красная. Кроме того, в массиве встречен Са-К – эльпидит бледной розовато-оранжевой окраски со сложными микроассоциациями, включенными в него, – бацитом, гитинситом, карбонатом Y, фосфор-арсеносиликатом Y, иттрофлюоритом. Данный эльпидит не имеет аналогов среди эльпидитов подобных месторождений.

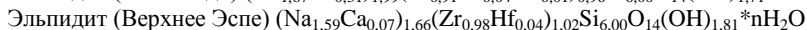
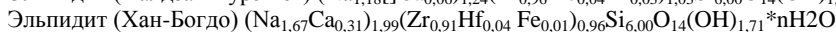
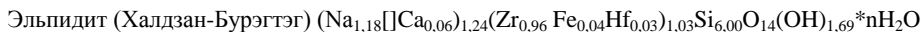
Таблица 2

Химический состав эльпидита щелочных гранитоидов различных районов

Местоположение	Na ₂ O	CaO	K ₂ O	ZrO ₂	SiO ₂	FeO	MnO	HfO ₂	Источник данных
Эльпидит Хан-Богдо	8,55	1,88	0,18	19,14	60,84	0,18	0,04	0,52	По Н.В. Владыкину с соавт. [2]
Эльпидит Халдзан-Бурэгтэг	7,48	0,83	1,84	19,55	61,73	0,90	-	-	По В.И. Коваленко с соавт. [1]
Эльпидит Халдзан-Бурэгтэг	5,62	0,52	-	19,36	55,99	0,84	-	-	Данные автора, аналитик Лычагин Д.В. ЦКП «АЦГПС» ТГУ
Эльпидит Верхнеэспенский	7,93	0,63	-	19,46	57,89	-	-	0,44	По А.В. Степанову [5]

В результате проведенных исследований нами впервые получена рентгенограмма для эльпидита Халдзан-Бурэгтэгского массива (таблица 1) и рассчитаны параметры элементарной ячейки: $a_0=7,11 \text{ \AA}$; $b_0=14,67 \text{ \AA}$; $c_0=14,63 \text{ \AA}$, что соответствует параметрам, приведённым для эльпидита Хан-Богдинского – $a_0=7,12 \text{ \AA}$; $b_0=14,64 \text{ \AA}$; $c_0=14,64 \text{ \AA}$ [3] и Верхнеэспенского – $a_0=7,13 \text{ \AA}$; $b_0=14,66 \text{ \AA}$; $c_0=14,64 \text{ \AA}$ [4].

По данным химического анализа эльпидитов (таблица 2) нами были рассчитаны кристаллохимические формулы:



Несмотря на близость параметров элементарной ячейки рассмотренных эльпидитов массивов Хан-Богдо, Халдзан-Бурэгтэг и Верхнее-Эспе, химический состав Халдзан-Бурэгтэгского эльпидита отличается (табл. 2), в частности, более низким содержанием Na_2O и сравнительно высоким содержанием железа, что обусловлено повышенным фоном щёлочности. Сильная железистость, характерная для многих минералов массива Халдзан-Бурэгтэг, отмечается и в предшествующих работах [1, 4].

Поскольку эльпидит в щелочных агапитовых гранитах является основным породообразующим и промышленно-значимым минералом, в связи с рудной специализацией их на Zr, – изучение его типоморфных особенностей имеет важный научный и практический интерес.

Литература

1. Андреев Г.В., Рипп Г.С., Шаракшинов А.О. Редкометалльная минерализация щелочных гранитоидов Западной Монголии. – Улан-Удэ, 1994. – 137 с.
2. Владыкин Н.В., Коваленко В.И., М.Д. Дорфман. Минералогические и геохимические особенности Хан-Богдинского массива щелочных гранитоидов. – М.: Наука, 1981. – 136 с.
3. Владыкин Н.В., Коваленко В.И., Лapidес И.Л., Сапожников А.Н., Писарская В.А. Первая находка эльпидита в Монголии // Вопросы минералогии горных пород и руд Восточной Сибири. Иркутск, 1972. – С. 6–14.
4. Зенина К.С. Особенности минерального состава эпидот-кварцевых метасоматитов Цахиринского редкометалльного проявления (Западная Монголия) // Проблемы геологии и освоения недр: Труды XVII Международного симпозиума студ., аспирантов и молодых ученых. – Томск, 2013. – Т. 1. – С. 106–108.
5. Степанов А.В., Байсалова А.О., Турсунулы Е., Стеблевская Е.В., Бекенова Г.К. Кальцийсодержащие разновидности эльпидита из верхнеэспинского месторождения (Восточный Казахстан) // Известия НАН РК. Серия геологии и технических наук. – 2013. – № 1. – С. 36–42.
6. Солодов Н.А., Усова Т.Ю., Осокин Е.Д. и др. Нетрадиционные типы редкометалльного минерального сырья. – М.: Недра, 1991. – 248 с.
7. Cannillo E., Rossi G., Ungaretti L. // Am. Mineral. – 1973. – V. 58. – P. 106–109.

**ПРОБЛЕМЫ ГЕОТЕРМОБАРОМЕТРИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРИ ИЗУЧЕНИИ
МАНТИЙНЫХ КСЕНОЛИТОВ ИЗ КИМБЕРЛИТОВ
(НА ПРИМЕРЕ ТРУБОК ОБНАЖЕННАЯ И УДАЧНАЯ)**

Т.В. Калашникова

Научный руководитель ведущий научный сотрудник С.И. Костровицкий
Институт геохимии им. А.П. Виноградова СО РАН, г. Иркутск, Россия

Изучение мантийных ксенолитов из кимберлитовых трубок имеет большое теоретическое значение для исследований литосферной мантии под древними кратонами. Считается, что выносимые кимберлитовыми расплавами ксенолиты ультраосновного состава имеют мантийное происхождение. Данная гипотеза является общепринятой и подтверждается исследованиями по распространению сейсмических волн ниже границы Мохоровичича. Однако только этих данных недостаточно для построения разреза литосферной мантии. Взаимное залегание различных типов мантийных ксенолитов недоступно непосредственным геологическим наблюдениям, вследствие чего для них приобретают особую актуальность различные методы определения P-T условий кристаллизации минералов.

Большинство известных геотермобарометров основано на изучении распределения химических элементов между сосуществующими фазами (как правило, минерал-минерал). Однако данный метод исходит из предположения, что совместно кристаллизовавшиеся минералы находились в состоянии химического равновесия, и позволяет определить только параметры последней кристаллизации. К тому же расчеты термодинамических констант для минералов основаны на экспериментальных данных и должны быть согласованы с природными наблюдениями.

Основными минералами мантийных включений из кимберлитов являются оливин, ортопироксен, клинопироксен, а также гранат и шпинель. Поэтому среди термометров, применимых к ультраосновным парагенезисам, можно выделить следующие (по И.Г. Менакер [2]): оливиновые (используется распределение $Mg^{2+} - Fe^{2+}$ между оливином и ортопироксеном или шпинелью); двухпироксеновые (распределение катионов $Mg^{2+} - Fe^{2+}$, $Mg^{2+} - Ca^{2+}$ между эквивалентными стехиометрическими позициями); пироксен-шпинелевые (обмен Al между шпинелью и ортопироксеном с образованием фаялита); пироксен-гранатовые (распределение $Mg^{2+} - Fe^{2+}$).

В качестве примера в данной работе рассматриваются ксенолиты их двух кимберлитовых трубок, находящихся в разных частях Сибирского кратона. Трубка Обнаженная находится на северо-востоке платформы, алмазоносная трубка Удачная – в центре. Ксенолиты из данных трубок характеризуются различным набором пород. В трубке Удачная распространены крупнозернистые гранатовые и шпинелевые лерцолиты – гарцбургиты (около 15...20 %). Однако большую часть пород (около 60 % – по [7]) можно отнести к порфирокластовым лерцолитам с мелкозернистой оливиновой матрицей, которые были названы деформированными [3, 5]. Пироксениты в трубке Удачная составляют небольшую часть – около 6...7 %. В трубке Обнаженная распространены крупнозернистые типы пород и отмечается более высокое содержание клинопироксена. С одной стороны, большой процент составляют шпинелевые и шпинель-гранатовые лерцолиты (приблизительно 20 %), с другой стороны, – гранатовые пироксениты и вебстериты (25 %). На основании петрографических особенностей можно сделать вывод, что деформированные лерцолиты из трубки Удачная сформировались при более высоких P-T значениях, чем породы из трубки Обнаженная. Также лерцолиты из трубки Обнаженная сформировались при параметрах, близких к фазовому переходу гранат-шпинель. В пироксенитах из данной трубки наблюдаются структуры распада пироксена, в которых встречаются гранат и шпинель, но гранат преобладает.

Однако петрографические наблюдения необходимо согласовать с теоретическими оценками P-T условий кристаллизации. Для трубки Удачная оценки P-T условий кристаллизации начали проводиться при развитии методов термобарометрии [3, 8, 9, 11]. Одной из первых была работа Ф. Бойда [9], в которой рассматриваются перидотиты – шпинелевые лерцолиты и два типа гранатовых лерцолитов, которые условно были названы высокотемпературными и низкотемпературными. Данный автор использовал 2 термобарометра (Brey and Köhler, 1990 [10] и Finnerty & Boyd, 1987), которые основаны на Ca-Mg распределении в пироксенах. Л.В. Соловьева с соавторами [3] использовала термометр Finnerty, Boyd, 1984 (Ca-Mg двухпироксеновый сольвус)

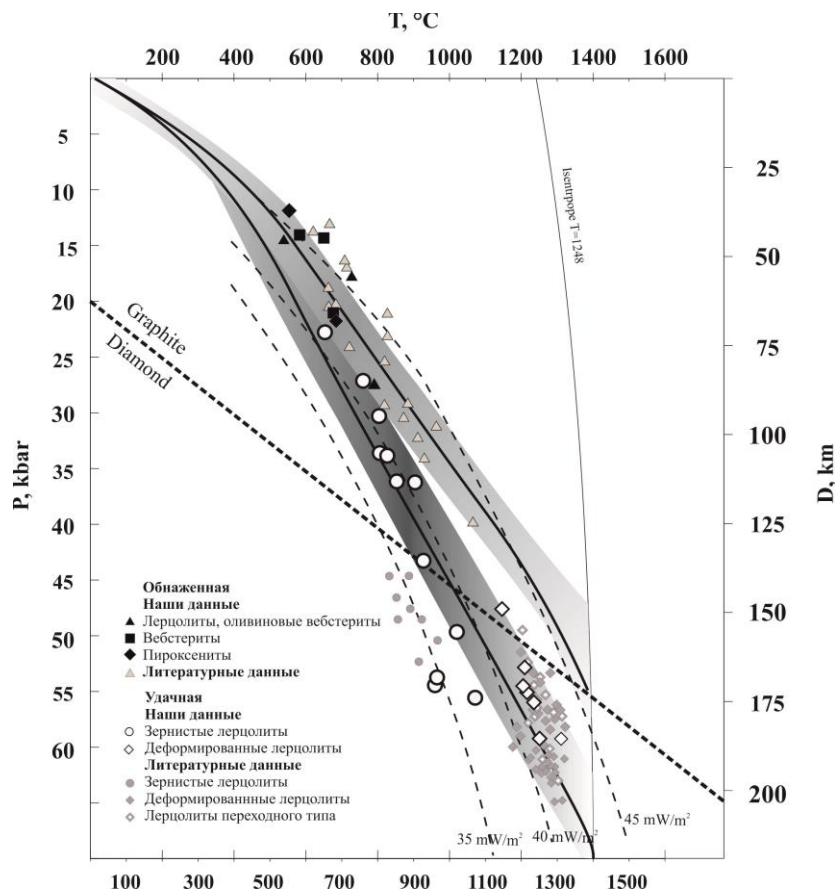


Рис. P-T диаграмма для мантийных ксенолитов из трубок *Обнаженная* и *Удачная* по [12]. Литературные данные по трубке *Обнаженная* нанесены по [12]. Литературные данные по трубке *Удачная* нанесены по [8, 11, 12]. Также были использованы данные по деформированным и зернистым лерцолитам из трубки *Удачная* С.И. Костровицкого и Л.В. Соловьевой [1, 3 – 5]

и геобарометр MacGregor, 1974 (растворимость Al в Орх с сосуществующим гранатом – однако невозможно применить данный барометр для пород шпинелевой фации). А.М. Агашев и Д.А. Ионов с соавторами [8, 11] также исследовали перидотиты различной степени деформации из трубки *Удачная*. Все авторы отмечали, что перидотиты, отнесенные к деформированным, находятся в зоне стабильности алмаза. Крупнозернистые гранатовые разновидности перидотитов находятся близко к границе перехода графит-алмаз.

Для трубки *Обнаженная* P-T параметры мантийных ксенолитов первым определил А.В. Уханов [6]. Данным автором использовался геотермобарометр Ellis and Green, 1979. Можно заметить, что с помощью данного термометра (Mg-Fe в Орх-Grt) определялась температура выделения ортопироксена в виде фазы распада. Последняя работа по определению P-T параметров мантийных ксенолитов из трубки *Обнаженная* и *Удачная* была выполнена Дж. Ховартсом с соавторами [12], которые использовали 2 пары термобарометров: Vrey and Köhler, 1990 [10] – Nickel&Green, 1985 и Taylor, 1998 [15] – Nimis&Taylor, 2003 [13, 14]. Нами использовалась первая пара термобарометров.

Полученные данные для нашей коллекции и литературные данные нанесены на рисунок. В целом можно отметить, что полученные нами данные согласуются с данными других авторов. Порода трубки *Обнаженная* сформировалась при меньших P-T параметрах, что соответствует петрологическим наблюдениям.

Таким образом, для расчета P-T параметров кристаллизации мантийных ксенолитов возможно использовать дупироксеновые термобарометры либо равновесие клинопироксен – гранат. Однако следует отметить, что в пироксенах наблюдаются структуры распада граната и частично шпинели. При расчетах такие структуры дают заниженные параметры, не соответствующие кристаллизации первичного изначально гомогенного пироксена. Также для шпинелевых лерцолитов возможно использование равновесия оливин – ортопироксен.

Литература

1. Костровицкий С.И., Алымова Н.В., Яковлев Д.А. и др. О происхождении мегакристов граната из кимберлитов // Доклады Академии наук. – 2008. – Т. 420. – № 2. – С. 225–230.
2. Менакер И.Г. Геотермобарометрия ультраосновных пород. – Новосибирск: ВО Наука, 1993. – 121 с.

3. Соловьева Л.В., Владимиров Б.М., Днепровская Л.В. и др. Кимберлиты и кимберлитоподобные породы: Вещество верхней мантии под древними платформами. – Новосибирск: ВО Наука, 1994. – 256 с.
4. Соловьева Л.В. Проработка мантийной литосферы Сибирского кратона восстановленными флюидами в среднепалеозойском кимберлитовом цикле – геохимические следствия // Доклады Академии наук. – 2007. – Т. 412. – № 6. – С. 804–809.
5. Соловьева Л.В., Лаврентьев Ю.Г., Егоров К.Н. и др. Генетическая связь деформированных перидотитов и мегакристов граната из кимберлитов с астеносферными расплавами // Геология и геофизика. – 2008. – Т. 49. – № 4. – С. 281–301.
6. Уханов А.В. Реконструкция верхней мантии по ксенолитам в кимберлитовой трубке // Геохимия. – 1976. – № 9 – С. 1300–1307.
7. Уханов А.В., Рябчиков И.Д., Харьков А.Д. Литосферная мантия Якутской кимберлитовой провинции. – М.: Наука, 1988. – 286 с.
8. Agashev A.M., Ionov D.A., Pokhilenko N.P. et al. Metasomatism in lithospheric mantle roots: Constraints from whole-rock and mineral chemical composition of deformed peridotite xenoliths from kimberlite pipe Udachnaya // Lithos. – 2013. – V. 160–161. – P. 201–215.
9. Boyd F.R., Pokhilenko N.P., Pearson D.G., Mertzman S.A., Sobolev N.V., Finger L.W. Composition of the Siberian cratonic mantle: evidence from Udachnaya peridotite xenoliths// Contributions to Mineralogy and Petrology. – 1997. – V. 128. – P. 228–246.
10. Brey G.P., Köhler T. Geothermobarometry in fourphase lherzolites II: New thermobarometers and practical assessment of existing thermobarometers // Journal of Petrology – 1990 – V. 3. – P. 1353–1378.
11. Ionov D.A., Doucet L.S., Ashchepkov I.V. Composition of the lithospheric mantle in the Siberian Craton: new constraints from fresh peridotites in the Udachnaya-East Kimberlite // Journal of Petrology. – 2010. – V. 51. – № 2. – P. 2177–2210.
12. Howarth G.H., Barry P.H., Pernet – Fisher J.F., Baziotis I.P., Pokhilenko N.P., Pokhilenko L.N., Bodnar R.J., Taylor L.A., Agashev A.M. Superplume metasomatism: Evidence from Siberian mantle xenoliths// Lithos. – 2014. – V. 184–187. – P. 209–224.
13. Nimis P., Taylor W.R. Single Clinopyroxene thermobarometry for garnet peridotites. Part 1, Calibration and testing of a Cr-in-Cpx barometer and an enstatite-in-cpx thermometer // Contributions to Mineralogy and Petrology. – 2000. – № 139. – P. 541–554.
14. Nimis P., Grütter H. Internally consistent geothermometers for garnet peridotites and pyroxenites// Contributions to Mineralogy and Petrology. – 2010. – V. 159. – P. 411–427.
15. Taylor W.R. An experimental test of some geothermometer and geobarometer formulations for upper mantle peridotites with application to the thermobarometry of fertile lherzolite and garnet Websterite // Neues Jahrbuch für Mineralogie Abhandlungen. – 1998. – V. 172. – P. 381–408.

ИССЛЕДОВАНИЕ МИНЕРАЛЬНОГО СОСТАВА КОНВЕРТЕРНЫХ МАГНЕЗИАЛЬНЫХ ШЛАКОВ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ИЗНОСОУСТОЙЧИВОГО ГАРНИСАЖА НА ФУТЕРОВКЕ АГРЕГАТА

А.Н. Калиногорский

Научный руководитель профессор Е.В. Протопопов

Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия

Нанесение гарнисажа при раздувке конвертерного шлака является важной составляющей технологии горячих ремонтов футеровки агрегатов. Для повышения износоустойчивости гарнисажа предлагается формирование конвертерных магнезиальных шлаков с рациональным соотношением высоко- и низкотемпературных фаз [1].

С целью определения изменений, происходящих в конвертерном шлаке при вводе в него определенного количества специальных добавок, в частности, высокомагнезиальных флюсов, наряду с химическим анализом проведены исследования минерального состава, текстурно-структурных, кристаллохимических и кристаллофизических особенностей шлаков.

Минераграфические исследования проводили в поляризованном отраженном свете на исследовательском металлографическом микроскопе МИМ-8-М, МИМ-10 и микроскопе поляризационном рабочем проходящего и отраженного света с цифровой камерой OLYMPUS E 420 ЛабоПол-2 РПО вариант 2, а текстурно-структурные – на натуральных обломках проб на стереографических микроскопах МБС-2 и ЛабоСтеми-4 зум.

Пробы для минераграфических исследований цементировали эпоксидной смолой в брикеты диаметром 20 мм и подвергали мокрой шлифовке, доводке на алмазных брусках и алмазной пасте и полировке с использованием окиси хрома. Исследования проводили в широком диапазоне увеличений от натуральных размеров до 3000× с обязательным фотографированием наиболее интересных структур. При больших увеличениях (500...3000×) в качестве иммерсионной жидкости использовали кедровое масло. Исследования проводили как в обычном, так и в поляризованном свете.

Предварительно были проведены опытные плавки в 350-т конвертерах с промежуточными повалками для исследования физико-химических свойств шлака [2]. В таблице приведены минералы, присутствующие в опытных образцах шлака (1, 2, 3 и 4), отобранных, соответственно, на 4-й, 12-й минутах, по окончании продувки и после нанесения шлакового гарнисажа характерной конвертерной плавки. Минеральный состав рассчитывали по данным химического анализа с учетом результатов минераграфических исследований опытных образцов шлака.

Во всех опытных образцах наблюдали выделения реликтового периклаза и кальцооксида. Их наличие свидетельствует о том, что большая часть этих тугоплавких минералов, оплавляясь с периферии, прошла стадию перекристаллизации с уплотнением внутренних объемов периклаза и кальцооксида. Таким образом, конвертерный магниальный шлак в течение продувки имеет гетерогенный состав, где тугоплавкие частицы периклаза и извести находятся в расплаве более легкоплавких составляющих.

Кристаллизация минералов на этих реликтовых центрах увеличивает содержание в шлаке твердофазных частиц и способствует загущению шлака. Вновь образованные слои магнезиовюстита, нарастая на зерна периклаза, обладают более низкой температурой кристаллизации за счет наличия в них изоморфных легкоплавких примесей и образуют концентрически-зональную структуру, причем при большом увеличении микроскопа отчетливо видно, что внутренние, первые слои, обладающие более низкой отражательной способностью, представлены периклазом со сравнительно небольшим содержанием легкоплавкого вюстита. На внешнюю зону периклазидов, как правило, нарастают еще и шпинелиды, причем они представляют собой изоморфную смесь магнезиовюстита со шпинелидами.

Содержание оливинов в опытных образцах шлака последовательно уменьшается от 61,09 мас. % до 21,73 мас. %, при этом они имеют сложный переменный состав, обусловленный совершенной изоморфной смесимостью оливиновых компонентов. Наиболее тугоплавкими являются кальциооливин и форстерит, а наиболее легкоплавким – фаялит. В начале процесса отмечается наиболее высокое содержание оливинов, обогащенных легкоплавкими компонентами, поэтому значительная их часть находится в расплавленном состоянии. В расплаве отмечается и сравнительно большое количество кристаллов кальциооливина (α' -Ca₂SiO₄), среди которых эпизодически встречается мервинит (Ca₃Mg(SiO₄)₂), имеющий температуру плавления 1598°C, который, очевидно, образуется при снижении температуры конвертерной ванны. Кристаллы кальциооливина растут в течение всего периода продувки металла, при этом количество их поколений соответствует числу присадок извести (зарождение каждой генерации происходит в момент присадки очередной порции материала).

Таблица

Минеральный состав опытных образцов шлака

Минерал (соединение)	Равновесная температура, °С	Содержание минерала в опытных образцах, мас. %			
		1	2	3	4
Периклаз (MgO)	2800	3,97	1,91	11,45	20,29
Кальцооксид (CaO)	2570	1,2	14,44	25,05	34,04
Вюстит (FeO)	1370	1,23	2,67	3,63	1,01
Манганозит (MnO)	1850	2,94	2,51	3,49	2,61
Шпинель (MgAl ₂ O ₄)	2135	1,29	1,4	0,82	0,25
Галаксит (MnAl ₂ O ₄)	1870	1,29	0,47	0,27	0,11
Герценит (FeAl ₂ O ₄)	1750	1,29	0,47	0,27	0,44
Якобсит (MnFe ₂ O ₄)	1500	1,94	1,48	0,81	0,37
Магнезиоферрит (MgFe ₂ O ₄)	1810	0,65	3,69	2,73	2,39
Магнетит (FeFe ₂ O ₄)	1592	1,37	1,18	0,81	1,56
Маггемит (γ-Fe ₂ O ₃)	–	0,69	3,04	0,26	0,23
Кальциооливин (Ca ₂ SiO ₄)	2130	29,79	26,49	22,64	8,56
Форстерит (Mg ₂ SiO ₄)	1890	14,9	15,89	9,28	6,95
Фаялит (Fe ₂ SiO ₄)	1205	7,45	5,89	2,91	4,55
Тефроит (Mn ₂ SiO ₄)	1345	7,45	5,89	2,83	1,07
Виглокит (Ca ₅ (PO ₄) ₃)	1720	1,51	0,99	0,91	0,61
Волластонит (CaSiO ₃)	1540	–	0,39	–	2,85
Пироксен ((Mg,Fe,Mn,Ca) ₂ Si ₂ O ₆)	1500	8,68	0,39	–	2,23
Браунмиллерит ((Ca,Mg) ₂ (Al,Fe) ₂ O ₅)	1415	–	9,36	6,21	5,23
Двухвалентный феррит (Ca ₂ Fe ₂ O ₅)	1400	10,81	–	5,24	4,41
Ольдгамит (CaS)	–	0,25	0,26	0,45	0,25

Шпинелиды шлака отличаются сложным переменным составом и, как правило, находятся в расплавленном состоянии, только в исключительных случаях, при снижении температуры или увеличении содержания магния и глинозема, могут встречаться в твердом кристаллическом состоянии. Однако в опытных образцах шлака шпинелиды имеют второстепенное значение вследствие их незначительного количества.

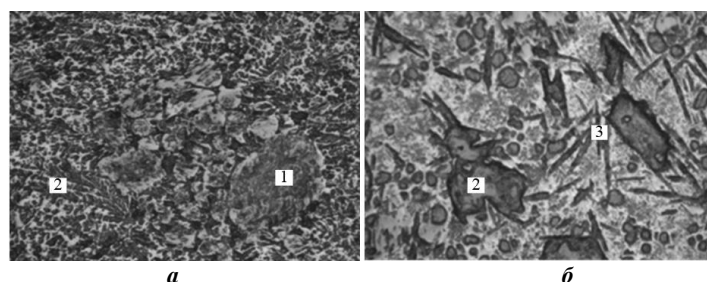


Рисунок. Микроструктура образца шлака, отобранного по окончании продувки (а), после нанесения гарнисажа (б):
1 – периклазиды; 2 – оливины; 3 – пироксены. Увеличение 200

Пироксены в опытных образцах шлака находятся в расплавленном состоянии, поскольку кристаллизуются последними только при полном затвердевании шлака. В шлаке фиксировали в основном диопсид ($\text{CaMgSi}_2\text{O}_6$), содержащий изоморфную примесь Fe, Mn и Al. Иногда встречали псевдоволластонит (CaSiO_3) в виде тонких игольчатых или пластинчатых кристаллов.

Выявленные ферриты кальция также относятся к наиболее легкоплавкой составляющей конвертерного шлака. Они представлены в основном двукальциевым ферритом ($\text{Ca}_2\text{Fe}_2\text{O}_5$), содержащим изоморфные примеси разных компонентов. В отдельных микрообъемах фиксировали браунмиллерит ($\text{Ca}_4\text{Al}_2\text{Fe}_2\text{O}_{10}$). Ферриты располагаются в интерстициях между хорошо закристаллизованными тугоплавкими минералами.

Необходимо отметить, что текстура обломков гарнисажного шлака имеет некоторые особенности. Во первых, обломки шлака довольно массивные, а, во вторых, они представляют собой нагромождение ошлакованных тугоплавких частиц дополнительно присаженного высокомагнезиевого флюса. При этом микроструктура гарнисажного шлака, в отличие от шлака, отобранного по окончании продувки (рисунок), имеет значительно больше крупных тугоплавких кристаллов кальциооливина и периклазидов.

Для образования в шлаке более крупных кристаллов кальциооливина к концу продувки необходимо ускоренное растворение извести, что способствует созданию каркасной структуры гарнисажа с соответствующим повышением износоустойчивости защитного покрытия.

Литература

1. Бабенко А.А., Кривых Л.Ю., Мухранов Н.В. и др. Фазовый состав конвертерных магнезиальных шлаков и технологические приемы повышения износоустойчивости формируемого на футеровке гарнисажа // Известия вузов. Черная металлургия. – 2012. – № 2. – С. 37 – 40.
2. Протопопов Е.В., Пермяков А.А., Калиногорский А.Н. Исследование особенностей формирования гарнисажа на футеровке большегрузных конвертеров при использовании высокомагнезиальных флюсов // Проблемы черной металлургии и материаловедения. – 2013. – № 4. – С. 32 – 35.

ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ УЛЬТРАМАФИТОВ КАЛНИНСКОГО И ЭРГАКСКОГО МАССИВОВ (ЗАПАДНЫЙ САЯН)

А.В. Кичеева

Научный руководитель профессор А.И. Чернышов

Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия

В работе приводятся результаты геохимического изучения ультрамафитов Калнинского и Эргакского хромитоносных массивов, которые являются фрагментом Куртушибинского офиолитового покрова, выделенного в северо-западной части Западного Саяна [1]. Массивы являются крупными тектоническими блоками, окруженными серпентинитовым меланжем. Калнинский ультрамафитовый массив имеет субизометричную форму, его площадь составляет примерно 65 км^2 . Эргакский массив разделен тектоническим нарушением северо-восточного простирания на два разновеликих блока: северный (меньший) – Малоэргакский и южный, более крупный – Лысанский. Общая площадь массива составляет 85 км^2 . Калнинский массив и Лысанский блок Эргакского массива сложены метаморфическими перидотитами, которые представляют собой реститовые породы дунит-гарцбургитового полосчатого комплекса. Малоэргакский блок сложен регенерированными оливинитами. В обоих массивах установлены рудопроявления хромитов.

Геохимические исследования направлены на выявление особенностей распределения редкоземельных элементов в гарцбургитах, дунитах, оливинитах и хромититах. Определение концентраций редкоземельных элементов проводилось методом ICP-MS в Центре коллективного пользования «Аналитический центр геохимии природных систем» при Томском государственном университете.

Дуниты и гарцбургиты обоих массивов постоянно обнаруживают признаки пластических деформаций, которые проявляются в наличии неоднородного волнистого погасания, появлении полос пластического излома и синтетектонической рекристаллизации [2, 5]. По интенсивности и последовательности их проявления выделяются протогранулярный, мезогранулярный, порфиорокластовый и порфиролейстовый типы дунитов и гарцбургитов с преобладанием второго и третьего типов. Первый и второй типы образовались в процессе высокотемпературного

пластического течения механизмами внутрикристаллического скольжения в условиях низких скоростей деформации и характеризуются средnezернистым строением и наличием в оливине неоднородного погасания и полос пластического излома. Размер зерен оливина составляет для первого типа до 10 и более мм, для второго преимущественно 2...5 мм. Для порфинокластового и порфиroleйстового типов характерно наличие порфинокластовых зерен оливина, часто линзовидной формы, их размер по длине до 4 мм. Они погружены в мелкозернистый мозаичный агрегат с размерами индивидов менее 0,5 мм. Эти типы образовались в результате интенсивного пластического течения механизмами как внутрикристаллического трансляционного скольжения, так и синтетектонической рекристаллизации. Для порфинокласт оливина характерно резко выраженное волнистое погасание и многочисленные полосы пластического излома, которые часто ориентированы косо к их удлинению, что свидетельствует о пластической деформации пород в условиях сдвига и высокой скорости деформации. Оливиниты Эргакского массива отличаются наличием средnezернистой структуры. Зерна оливина имеют прямолинейные, либо плавно изогнутые границы, которые часто сходятся в тройных точках под углами ~120°, что свидетельствует об их равновесности [4]. Размер зерен составляет чаще от 3 до 6...8 мм. Для них характерно однородное погасание. Оливиниты, очевидно, образовались в результате посттектонической рекристаллизации отжига, которая осуществляется за счет упругой энергии, накопленной в процессе внутрикристаллического скольжения и продолжается до тех пор, пока не исчезнут все дислокации в новообразованных зернах [3, 4]. В результате образуются средне-, крупнозернистые гранобластовые агрегаты оливиновых индивидов без признаков пластической деформации.

Гарцбургиты являются наименее рестирированными образованиями в Калнинском и Эргакском массивах. Они имеют близкие тренды распределения редкоземельных элементов, которые характеризуются постепенным уменьшением легких и, частично, средних элементов до Eu. Далее от средних к тяжелым элементам отмечается слабая тенденция к увеличению. Мезогранулярные и порфинокластовые гарцбургиты Калнинского и Эргакского массивов имеют очень близкие тренды распределения редкоземельных элементов. При этом гарцбургиты Калнинского массива отличаются немного повышенными концентрациями легких элементов, а для порфинокластовых гарцбургитов Эргакского массива устанавливаются заметные различия в концентрациях тяжелых элементов.

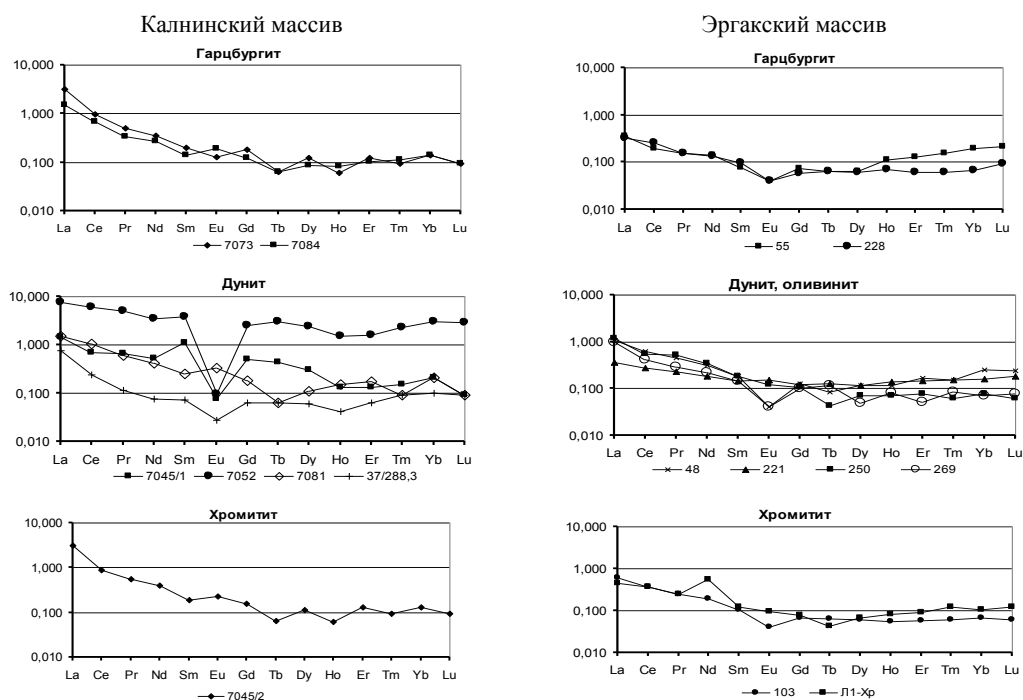


Рис. Распределение содержаний редкоземельных элементов в гарцбургитах, дунитах, оливинитах, хромититах Калнинского и Эргакского массивов.

Калнинский массив. Гарцбургиты: 7073 – порфинокластовый, 7084 – мезогранулярный; **дуниты:** 7045/1, 7052, 37/288,3 – прото-мезогранулярный, 7081 – протогранулярный; **хромититы:** 7045/2 – густовкрапленные.

Эргакский массив. Гарцбургиты: 55 – мезогранулярный, 228 – порфинокластовый; **дуниты:** 48 – порфинокластовый, 221 – порфиroleйстовый; **оливиниты:** 250, 269; **хромититы:** 103 – сливной, Л1-Хр – густовкрапленный. Концентрации элементов нормированы к хондриту [6]

Дуниты Калнинского массива характеризуются значительной неоднородностью концентраций редкоземельных элементов. Общей тенденцией для них является уменьшение концентраций легких элементов. Различия в концентрациях, очевидно, обусловлены высокотемпературными пластическими деформациями. Наименее деформированные протогранулярные дуниты характеризуются высокими концентрациями элементов

и для них характерен отчетливо выраженный Eu-минимум. В слабо деформированных мезогранулярных дунитах отмечается уменьшение концентраций элементов, в них также отчетливо проявлен Eu-минимум. В деформированных порфирокластовых дунитах уменьшаются концентрации Sm, Gd, Tb, Dy при несущественном изменении других элементов. Eu-минимум в них исчезает. Интенсивно деформированные порфиroleйстовые дуниты отличаются минимальными концентрациями редкоземельных элементов при слабо проявленном Eu-минимуме. По концентрациям редкоземельных элементов в Калнинском массиве порфирокластовые разности дунитов и гарцбургитов близки.

Порфирокластовые и порфиroleйстовые дуниты и гарцбургиты Эргакского массива не отличаются между собой по концентрациям. Аналогичные концентрации элементов отмечаются также и для оливинитов массива. Концентрации элементов в дунитах и оливинитах Эргакского массива сопоставимы с таковыми в интенсивно деформированных порфиroleйстовых дунитах Калнинского массива. Тренды распределения редкоземельных элементов как в дунитах, так и в оливинитах характеризуются уменьшением легких элементов и примерно одинаковыми концентрациями средних и тяжелых. Иногда отмечается слабо выраженный Eu-минимум.

Хромититы в Калнинском и Эргакском массивах имеют близкие концентрации и аналогичные тренды распределения редкоземельных элементов. Они характеризуются уменьшением легких элементов и примерно равными концентрациями средних и тяжелых. Отмечается незначительная обогащенность хромититов Калнинского массива некоторыми элементами. В обоих массивах по содержанию редкоземельных элементов хромититы хорошо сопоставляются с интенсивно деформированными гарцбургитами и дунитами порфирокластового и порфиroleйстового типов.

Таким образом, проведенные геохимические исследования показали, что неоднородность в распределении редкоземельных элементов в дунитах и гарцбургитах хромитоносных Калнинского и Эргакского массивов обусловлена, главным образом, степенью их высокотемпературного пластического деформирования. Однако наложенная высокотемпературная рекристаллизация отжига с образованием оливинитов на месте деформированных дунитов не привела к перераспределению редкоземельных элементов.

Литература

1. Добрецов Н.Л., Молдаванцев Ю.Е., Казак А.П. и др. Петрология и метаморфизм древних офиолитов на примере Полярного Урала и Западного Саяна. – Новосибирск: Наука, 1977. – 223 с.
2. Кичеева А.В. Петроструктурные особенности оливина в хромититах и вмещающих дунитах (Западный Саян) // Новое в познании процессов рудообразования: Материалы Третьей Российской молодежной Школы с международным участием. – М.: ИГЕМ РАН, 2013. – С. 125–127.
3. Николая А. Основы деформации горных пород. – М.: Мир, 1992. – 168 с.
4. Чернышов А.И. Ультрамафиты (пластическое течение, структурная и петроструктурная неоднородность). – Томск, 2001. – 216 с.
5. Чернышов А.И., Юричев А.Н. Петроструктурная эволюция ультрамафитов Калнинского хромитоносного массива в Западном Саяне // Геотектоника. – 2013. – № 4. – С. 31–46.
6. Boynton W.V. Geochemistry of the rare earth elements: meteorite studies // Rare earth element geochemistry / Henderson P. (ed.). – Elsevier, 1984. – P. 63–114.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛИЯНИЯ АУТИГЕННЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ АССОЦИАЦИЙ НА ХАРАКТЕР ЗАПОЛНЕНИЯ ПОРОВОГО ПРОСТРАНСТВА ТЕРРИГЕННО-КАРБОНАТНЫХ ПОРОД СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ

Е.В. Корбвяк

Научный руководитель доцент П.А. Тишин

Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия

В качестве объекта исследования выступают вендские отложения Камовского свода юго-западной части Сибирской платформы. Территория исследования находится на северо-западе Камовского свода Байкитской нефтегазоносной области и входит в состав Лено-Тунгусской нефтегазоносной провинции. Камовский свод осложняет центральную часть Байкитской антеклизы и характеризуется изометрической округлой формой, немного вытянут в северо-западном направлении. Эта структура осложнена большим количеством структурных выступов и локальных поднятий. Согласно данным ОАО «Енисейгеофизика», на крыльях свода структуры первого порядка, а в периклинальных частях структуры второго порядка находятся: Вэдрэшевский выступ, Огоньский выступ, осложнённый Верхнедулиминским, Верхнекосвинским и Салаирским поднятиями. Фундамент Камовского свода представлен двумя комплексами пород, на которых с разрывом залегает платформенный осадочный чехол, состоящий из двух структурных ярусов: рифейского и венд-палеозойского [2, 3].

Отложения рифейского комплекса подразделены на двенадцать толщ и две свиты. В основании рифейского разреза залегают терригенные комплексы, которые сменяются более молодыми доломитами, мергелями и известняками. Вендский комплекс представлен пятью свитами, сложенными снизу вверх терригенными, карбонатно-терригенными осадками, доломитами и мергелями. Аналогичный, но более карбонатизированный разрез характерен для подразделений кембрия. Дочетвертичные осадочные комплексы

чехла венчаются пестроцветными и красноцветными формациями эвенкийской свиты майского яруса и нерасчлененными толщами ордовика [1, 2].

Основными аналитическими методами являлись растровая электронная микроскопия с рентгеноспектральным микроанализом и рентгеноструктурные исследования.

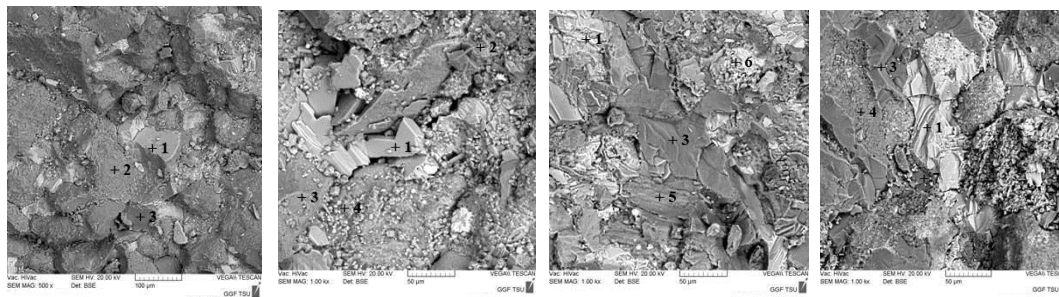
Основной целью проводимых работ являлось определение морфологии порового пространства и характера его заполнения аутигенной минерализацией с диагностикой основных минеральных фаз, с последующим определением условий образования терригенно-карбонатных отложений венда, выделение минерало-геохимических неоднородностей изученного разреза.

Актуальность проводимых исследований определяется потенциальной нефтегазоносностью терригенно-карбонатных отложений эвапоритовой формации венда юго-западной части Сибирской платформы. Возросшая в последние годы активность освоения углеводородов на Сибирской платформе диктует необходимость глубокого понимания минеральной изменчивости потенциально продуктивных осадочных разрезов.

Были изучены вендские отложения оскобинской и ванаварской свит. В пределах разреза оскобинской свиты изучены фрагменты продуктивных пластов Б-VIII, Б-VIII-1 и Б-IX.

Пласт Б-VIII характеризуется карбонатно-терригенным составом, при этом наблюдается развитие сульфатной минерализации вниз по разрезу. Основными компонентами матрицы доломитовых алевролитов являются кварц, полевые шпаты и доломит. Цемент представлен тремя ассоциациями: иллит-хлорит-стильпноmelановой, галитовой и ангидрит-гипсовой. Слоистые силикаты в разных соотношениях устанавливаются по всему разрезу. Они образуют агрегаты чешуйчатых зерен, заполняющих первичное поровое пространство, зачастую они разрастаются до чешуйчатых индивидов размером более 50 мкм, ориентируясь согласно слоистости. Галит установлен только в верхней части пласта; он образует очень тонкие зерна размером менее 5 мкм в ассоциации со слоистыми силикатами и заполняет микропоры в межслоевом пространстве. Ассоциация гипса и ангидрита характерна для нижней части пласта. Эти минералы представлены идиоморфными кристаллами, выполняющими трещины и вторичные поры между зернами кварца, доломита и агрегата слоистых силикатов (рис. 1, а). На границах зерен доломита и ангидрита наблюдается развитие магнетита, как правило, образующего сферолитоподобные агрегаты.

Пласт Б-VIII-1 характеризуется преобладанием в разрезе гидрослюдистых кварц-полевошпатовых песчаников, на которые ритмично накладывается карбонатная, сульфатная и галоидная минерализация. Характерной чертой данных песчаников является преобладание в составе первичного цемента гидрослюдистого агрегата, образующего пленки на аллотигенных минералах. Песчаники с гипс-галитовой минерализацией характеризуются широким развитием межагрегатных асимметричных пор, при этом частичное закрытие порового пространства определяется кристаллизацией в них сульфатных зерен (рис. 1, б). Доломитовая минерализация этих пород фиксируется замещением первичного гидрослюдистого цемента на границах зерен обломочных минералов, что ведет к частичному закрытию исходного порового пространства.



а **б** **в** **г**
Рисунок. Характер наложенной сульфатной минерализации в песчаниках оскобинской и ванаварской свит:

а – пласт Б-VIII; **б** – пласт Б-VIII-1; **в** – пласт Б-IX; **г** – пласт ВН- II.

Изображение в обратно-рассеянных электронах (BSE).

Цифрами обозначены: 1 – сульфаты кальция; 2 – слоистые силикаты; 3 – кварц; 4 – калиевый полевой шпат; 5 – хлорит; 6 – магнетит; 7 – доломит

Пласт Б-IX представлен терригенно-карбонатными отложениями с маломощными прослоями доломитов; в данном пласте наблюдается развитие сульфатной минерализации, которая заполняет пустотное пространство пород. Терригенная составляющая пород пласта Б-IX представлена в основном кварцем, калиевым полевым шпатом и доломитом. Обломочный материал обрастает крустификационным и пленочным агрегатом чешуйчатых зерен хлорита, иллита и стильпноmelана. Пустотное пространство, как правило, выполняется сплошными зернами ангидрита и гипса (рис. 1, в), кроме того, эти минералы зачастую образуют каемки вокруг кварца, полевого шпата. Также закрытию порового пространства способствует развитие локальной магнетитовой минерализации и примеси галита, устанавливаемой при помощи рентгеноструктурного анализа.

В разрезе ванаварской свиты изучены фрагменты пластов ВН-I и ВН-II.

Пласт ВН I характеризуется преимущественно терригенным составом с наложенной карбонатной, сульфатной и галлоидной минерализацией. По составу среди доломитовых песчаников выделяются, собственно

доломитовые и ангидрит-доломитовые разновидности. При этом карбонатная и сульфатная минерализация проявляется неравномерно и диагностируется исключительно по данным рентгеноструктурного анализа. Характерной чертой данных песчаников является наличие ярко выраженного открытого порового пространства, представленного межзерновыми и межагрегатными порами, которые заполняются мелкозернистым аутигенным калиевым полевым шпатом и субкристаллическим агрегатом хлорита. Акцессорная минерализация в песчаниках представлена сидеритом.

Пласт ВН-II по своему составу и строению близок к пласту ВН-I, здесь также устанавливается наложенная сульфатная, доломитовая и галитовая минерализация. Одной из характерных черт состава и строения данных песчаников, вне зависимости от характера наложенной минерализации, является развитие регенерационного кварцевого цемента. При этом аутигенный кварц и хлорит образуют крустификационные структуры. В то же время пласт ВН-II отличается более выраженной сульфатной минерализацией. По всей вероятности пласты ВН-I и ВН-II представляют собой цикличные проявления единого процесса аутигенной сульфатизации.

В составе пласта ВН-II можно выделить два слоя. Первый слой доломит-ангидритовых песчаников характеризуется более закрытым поровым пространством за счет дополнительного залечивания пустот сначала доломитом, а затем ангидритом. Во втором слое галит-гипс-ангидритовых песчаников устанавливается минеральная зональность, выраженная последовательной сменой наложенных ассоциаций вверх по разрезу: галит + ангидрит → галит + ангидрит + гипс → галит + гипс. Подобная последовательность может определяться повышением активности водного порового флюида. Характерными чертами строения галит-гипс-ангидритовых песчаников являются пятнистая структура (рис. 1, г), обусловленная обособлениями сульфатов, и четко проявленное поровое пространство за счет выщелачивания галита. Помимо этого, для галит-ангидрит-гипсовых песчаников характерны тесные сращения ангидрита и гидрослюды.

В результате исследований установлена временная последовательность аутигенного преобразования пород. При этом в первую очередь происходит образование магнезиально-кальциевого карбоната, который заполняет пустотное пространство между минералами каркаса, затем фиксируется развитие сульфата кальция, заполняющего нацело поровое пространство; на завершающих фазах образуются галоиды, заполняющие микропоры между агрегатами ранее образованного цемента. В то же время для изученных осадков выявлена вертикальная минералогическая зональность, связанная с полнотой проявления описанной минерализации, в результате чего устанавливается ритмичное строение разрезов, определяемое степенью эпигенетических преобразований. В результате этого изученный интервал терригенно-карбонатных осадков оскобинской и ванаварской свит характеризуется чередованием песчаников с различным содержанием карбонатов, сульфатов и галоидов и, как следствие, дискретным распределением фильтрационно-емкостных свойств коллекторов.

Литература

1. Геология нефти и газа Сибирской платформы / под ред. А.Э. Конторовича, В.С. Суркова, А.А. Трофимука. – М.: Недра, 1981. – 552 с.
2. Мельников Н.В. Рифей и венд Сибирской платформы и его складчатого обрамления. – Новосибирск: Гео, 2005. – 428 с.
3. Мельников Н.В., Филипцов Ю.А., и др. Перспективы нефтегазоносности Чуньского рифей-вендского осадочного бассейна на западе Сибирской платформы // Геология и геофизика. – 2008. – № 3. – С. 235 – 243.

ПРОЯВЛЕНИЯ КАРСТОВЫХ ПРОЦЕССОВ В ОКРЕСТНОСТЯХ Г. КРАСНОЯРСКА

Б.М. Лобастов, В.А. Бумагин

Научный руководитель доцент О.Ю. Перфилова

Сибирский федеральный университет, г. Красноярск, Россия

В окрестностях г. Красноярск широко проявлены карстовые процессы, представленные практически во всем разнообразии: пещеры и гроты, скалы, колодцы и ниши. Это связано с тем, что здесь в составе венд-кембрийских отложений много известняков.

Авторы поставили перед собой задачу обобщить данные по проявлениям карстовых процессов в окрестностях города Красноярск, а в дальнейшем – разработать экскурсионно-туристические маршруты через интереснейшие с геологической точки зрения и просто удивительно красивые места.

Карстовые процессы порождают серьезные проблемы. Образование и рост карстовых полостей под основаниями зданий и сооружений может привести к их разрушению. Известны случаи, когда различные сооружения целиком проваливались в карстовые пустоты. Поэтому любое строительство в областях развития карста требует самых тщательных предварительных инженерно-геологических изысканий. Большие сложности могут возникать при решении вопросов водоснабжения в районах развития карста. Неустойчивость режима карстовых вод может привести к исчезновению водоносных горизонтов, на которых обустроены водозаборы, и, напротив, к появлению этих вод и развитию процессов подтопления на других участках [1].

На правом берегу р. Енисей различные карстовые процессы можно наблюдать на Торгашинском хребте, практически целиком сложенном известняками одноименной свиты. Здесь интересными являются как поверхностные формы карста, образующие специфический рельеф с многочисленными скальными стенками, останцами, цирками, гротами, нишами, арками, узкими сухими ущельями и логами, так и подземный карст. Большой интерес как геоморфологический памятник представляют площади с живописным карстовым рельефом

в долине реки Базаихи. На южных склонах и в осевой части Торгашинского хребта наблюдаются крупные скальные выходы известняков, часто напоминающие древние крепости и старинные замки. Многие из этих скал получили свои имена – «Пионер», «Комсомолец», «Красный гребень», «Арка» и др. (рис. 1). По красоте и живописности многие группы известняковых скал не уступают сиенитовым скалам заповедника «Столбы».

Наиболее растворимыми подверженными карсту породами в пределах Торгашинского хребта являются светло-серые массивные известняки торгашинской и шахматовской свит. Кроме карста, они испытали и воздействие связанных со становлением Столбовского массива горячих растворов, которые по трещинам отложили красноватый железисто-глинистый налет, образовали не только жилы и гнезда кальцита, но и крупное проявление красивого бело-розово-красного мраморного оникса [3].

На Торгашинском хребте известны 9 пещер, в том числе сложнейшая четырехэтажная карстовая Торгашинская пещера. Это одна из крупнейших в Сибири пещер, ее глубина 162 метра. На водораздельной части хребта есть 60-метровый вертикальный спуск в пещеру из двух глубоких колодцев. Ниже расположен узкий наклонный ход Шкуродер, выходящий к каскаду колодцев, которые позволяют спуститься до грота Дно. Вторая система наклонных ходов ведет к крупному наклонному заваленному циклопическими глыбами Большому гроту. В разных его местах есть узкие колодцы, уводящие в глубину известняковой толщи. В пещере открыто много гротов: Треугольник, Буфет, Сталактитовый, Большой и т.д.

Кроме того, в пещере есть висячие озера, разнообразные натечные отложения. Основная ее особенность – труднопроходимость, что делает пещеру ценной для спортивного спелеотуризма. Торгашинская пещера образовалась в неогене и карстовые процессы в ней продолжаются до настоящего времени [1, 2].

Наиболее известный район пещер в ближайших окрестностях Красноярска на левобережье р. Енисей – пещеры реки Караульной. Интересные гроты и пещера находятся и в расположенном поблизости логу Пещерном.

Карстовые пещеры р. Караульной расположены на левобережье р. Енисей в 15 км выше г. Красноярск и в 6 км от пос. Удачный в пределах Емельяновского административного района. Полоса выходов темно-серых плитчатых известняков венда-раннего кембрия имеет протяженность около 8 км при ширине 1...1,5 км. Она начинается восточнее дачного товарищества Боровое и заканчивается в левом борту долины р. Крутенская. В средней части этой площади протекает р. Караульная. В уступах II надпойменной террасы р. Енисей виден расчлененный карстовый и эрозионный рельеф известняков с отдельными останцами, логами, гротами [3]. Расположенная в пределах участка уникальная пещера Караульная-2 – одна из самых посещаемых в Красноярском крае, является геологическим памятником природы геоморфологического типа регионального ранга, утвержденным Решением Исполкома крайсовета «Об охране пещер в крае» № 351-13 от 08.06-1977.



*Рис. 1 Скальные выходы известняков на вершине Торгашинского хребта:
а – вид с хребта, б – вид из долины р. Базаиха*

Весьма живописна береговая скала Караульный Бык, в которой виден высокий вход в небольшую галерейную пещеру Еленева. Ниже входа тянется песчано-щебнистая осыпь. Эта пещера является археологическим памятником. В извлеченных за несколько лет отложениях мощностью 3,5 м археологами собраны предметы материальной культуры мезолита и последующих эпох.

Карауленский карстово-спелеологический участок связан с пос. Удачный грунтовой дорогой с подсыпкой щебня. Этот район – отличное место для туризма и отдыха.

Лог «Пещерный» расположен на левобережье р. Енисей, в 4 км ниже устья р. Собакина. Вершина его находится у юго-западного подножия г. Николаевская Сопка, откуда он протягивается на юг, пересекая VIII и VII террасы р. Енисей. В отличие от Карауленских пещер здесь мы видим проявления наружного карста, процесс образования которого особенно интенсивно происходит весной при таянии снега. Длина, ширина и высота грота одинаковы и достаточно велики – по 6,5 метра (рис. 2).



Рис. 2. Грот в логу Пещерном

Участки развития карстовых процессов очень красивы: причудливые величественные скалы, многочисленные ниши, гроты, грандиозные пещеры! И всё это можно найти, практически не пересекая границу города Красноярска. К сожалению, туристические маршруты по этим удивительно красивым местам не разработаны, не проводятся экскурсии, в связи с чем не только гости города, но и многие коренные жители не знают, какие же интересные места окружают наш город. Хочется верить, что благодаря растущей популярности экологического туризма в рамках подготовки к Универсиаде 2019 будут разработаны маршруты экскурсий для участников Универсиады и гостей города. Карст – геологический процесс, продолжающийся и сейчас, поэтому участки проявления карста являются замечательным полигоном для исследований, часть из которых могут проводить студенты и школьники старших классов, интересующиеся геологией.

Литература

1. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:200000. Серия Минусинская. Лист О-46-XXXIII (Красноярск). Объяснительная записка / Берзон Е.И., Барсемян В.Е., Шаталина Т.А. и др. – М., 2001. – 143 с.
2. Махлаев М.Л. Четвертичные отложения Полигона ландшафтно-экологического мониторинга «Долгая грива» / М.Л. Махлаев, О.Ю. Перфилова, О.М. Карнаухова // География, история и геоэкология Сибири: Материалы Всероссийской научной конференции, посвящённой 75-летию образования Красноярского края. Выпуск 4. Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева. Т. 1. – Красноярск, 2009. – С. 94–98.
3. Путеводитель по геологическим маршрутам в окрестностях г. Красноярска / А.М. Сазонов, Р.А. Цыкин, С.А. Ананьев, О.Ю. Перфилова, М.Л. Махлаев, О.В. Сосновская. – Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2010. – 212 с.

ОСОБЕННОСТИ ЛИТОЛОГИИ АЛЕВРО-ПЕСЧАНИКОВ САРАТОВСКОГО ПРАВОБЕРЕЖЬЯ Е.Г. Мартынова

Научный руководитель профессор В.Н. Староверов
*Национальный исследовательский Саратовский государственный университет
имени Н.Г. Чернышевского, г. Саратов, Россия*

Саратовское Правобережье отличается довольно простым геологическим строением. Поверхность данной территории перекрыта чехлом четвертичных отложений, под ними залегают породы палеогенового, мелового и юрского возраста. Одними из распространенных нерудных полезных ископаемых являются песчаники палеогенового и мелового возраста, которые используются в народном хозяйстве в качестве строительного камня. В настоящее время ощущается острый дефицит этого сырья. Предполагается, что решению проблемы может способствовать детальное изучение литологического состава алевро-песчаных пород и его влияния на физико-механические свойства получаемого строительного камня.

Для решения этой задачи было проведено микроскопическое изучение 17 образцов (шлифов) алевро-песчаных пород мелового и палеогенового возраста, отобранных на перспективных участках Саратовского Правобережья.

В результате анализа образцов в зависимости от состава терригенных компонентов и цементирующего вещества среди изученных пород выделены следующие типы: кварцевые на кремнистом цементе (рис. 1); кварцевые на железистом цементе (рис. 2); кварцево-глауконитовые на кремнистом цементе (рис. 3).



Рис. 1. Кварцевый песчаник на кремнистом цементе

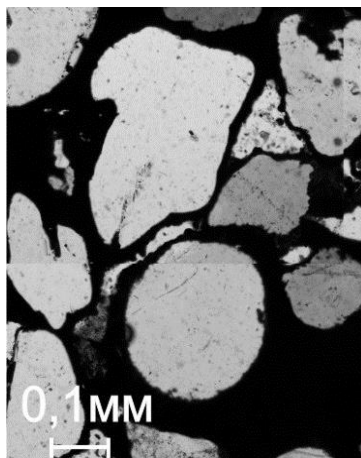


Рис. 2. Кварцевый песчаник на железистом цементе

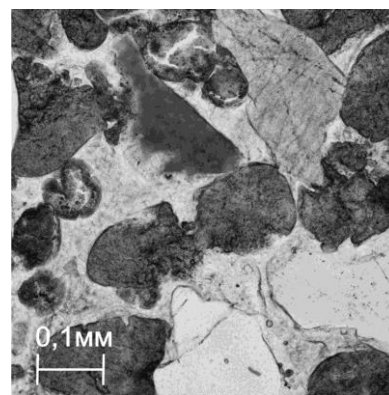


Рис. 3. Песчаник кварцево-глауконитовый на кремнистом цементе

Большая часть образцов приурочена к группе песчаников кварцевых на кремнистом цементе (15 образцов), по одному образцу относятся к кварцевым на железистом цементе и кварцево-глауконитовым на кремнистом цементе.

Кроме того, цементирующая масса, в свою очередь, была типизирована по ряду признаков.

1) В зависимости от количественного соотношения с обломочными компонентами выделены цементы: базальный, поровый, контактово-поровый. Характерно, что в некоторых шлифах отдельные участки различаются типом цемента. В этом случае мы относим цемент к сгустковому типу.

Базальный тип цемента наблюдается в 4 образцах алевро-песчаных пород. Контакттово-поровый тип сформировался в 3 песчаниках, в двух из которых образовались крустификационные каемки. Большая часть экземпляров обладают поровым типом цемента.

2) В зависимости от взаимоотношений кристаллов цемента с обломками выделены цементы: крустификационный, коррозионный. Крустификационный тип частично наблюдается в 11 образцах пород, а коррозионный проявлен в отдельных участках 10 экземпляров алевро-песчаников.

3) В зависимости от стадийности формирования цемента выделены: цемент, сформированный в течение одной стадии (преимущественно базальный тип); цемент, сформированный в течение двух стадий (контактово-поровый и поровый). На первой стадии происходили крустификационные процессы на границах терригенных зерен. В вещественном отношении образовывались опаловые (реже халцедоновые) каемки толщиной 0,001...0,01 мм с радиально-лучистым строением. Одновременно с этим опал заполняет межзерновое пространство, растворяя и корродируя терригенные зерна. На более поздних стадиях происходило заполнение пор аморфным халцедоном.

4) В зависимости от минерального состава кремнистого типа цемента выделены: опалово-халцедоновый; опалово-кристаболитовый; халцедоново-опалово-кристаболитовый; опалово-халцедоновый и опалово-алюмокремнистый; халцедоновый; халцедоновый и опалово-кристаболитовый; опалово-кварцево-халцедоновый.

Кроме того, все изученные образцы характеризуются изменчивостью структурных показателей. Размеры зерен изменяются от 0,02 до 0,8 мм. Преобладают песчаные размерности в равных долях: мелкая, средняя и крупная. Также отдельно выделяются 2 образца алевролитов.

Обломочные составляющие в описанных породах достаточно однообразны и представлены окатанными и полуокатанными зёрнами кварца. Помимо этого отмечаются включения глауконита в виде зеленых, буровато-зеленых зерен овальной и округлой формы с редкими следами разрушения и трещиноватости.

Также в некоторых образцах алевро-песчаных пород обнаружены реликты спикул губок в виде поперечных и продольных сечений и фрагменты радиолярий округлой и овальной формы с частичным или полным заполнением полостей халцедоном, реже опалом. Органика присутствует во всех представленных породах с базальной цементацией, в единичном случае – с контактово-поровой, в двух образцах – с порово-крустификационной.

Таким образом, изученные образцы отличаются как по составу обломочных компонентов, так и типом цемента. Предполагается, что технологические свойства сырья, получаемого из алевро-песчаников, будут зависеть от определенных типов цементирующего вещества этих пород.

ВАНАДИЙ И НИКЕЛЬ В АСФАЛЬТЕНАХ ТЯЖЕЛЫХ НЕФТЕЙ РАЗЛИЧНЫХ РЕГИОНОВ

Д.В. Милордов

Научный руководитель доцент М.Р. Якубов

Институт органической и физической химии им. А.Е. Арбузова Казанского научного центра РАН, г. Казань, Россия

Для большинства нефтей характерно содержание ванадия и никеля на уровне 10...100 граммов на тонну. Однако в добываемых нефтях некоторых месторождений Волго-Уральской нефтегазоносной провинции содержание ванадия достигает 200...500 грамм на тонну и выше, что сопоставимо с промышленно добываемыми рудами. Подобный уровень содержания ванадия и никеля характерен также для нефтей и битумов в Западно-Канадском нефтегазоносном бассейне (Канада) и Оринокском нефтегазоносном бассейне (Венесуэла). К настоящему времени известно, что ванадий и никель в нефтях сконцентрированы в асфальтено-смолистой части, а в асфальтенах достигается максимальная концентрация данных металлов [1 – 5]. В случае использования процесса деасфальтизации при переработке тяжелых нефтей в образующемся целевом асфальтеновом концентрате суммарное содержание ванадия и никеля может достигать 3...6 кг на тонну, что уже на порядок выше большинства традиционных рудных сырьевых источников.

Для выявления особенностей концентрирования ванадия и никеля в асфальтенах тяжелых нефтей проведен их сопоставительный анализ. В качестве объектов исследования тяжелые нефти месторождений Татарстана и Самарской области, Сирии и Ярегского месторождения (Республика Коми). Содержание асфальтенов в исследованных нефтях составляет 5...20 %. Особенностью образцов нефти Ярегского месторождения является значительное различие содержания асфальтенов в добываемой нефти и в экстракте, полученном из образца породы в шахте. Содержание асфальтенов в экстракте породы превосходит более чем в 3 раза содержание асфальтенов в добываемой нефти.

Асфальтены выделялись по классической методике путем разбавления нефти 20-кратным избытком гексана. Содержание ванадия и никеля в нефтях и асфальтенах определялось методом атомно-абсорбционной спектроскопии. Максимальная концентрация ванадия и никеля фиксируется в нефтях карбоновых отложений Татарстана и Самарской области (рис. 1). Нефти пермских отложений Татарстана характеризуются меньшей концентрацией ванадия и никеля. Концентрация ванадия и никеля в нефтях Сирии сопоставима с концентрацией ванадия в нефтях пермских отложений Татарстана и не превышает 0,030 мас.%. Тяжелая нефть Ярегского месторождения характеризуется относительно низким содержанием ванадия (0,0075 мас. %) и никеля.

В целом, с повышением содержания асфальтенов наблюдается увеличение концентрации ванадия и никеля в нефтях (рис. 1, 3). Максимальное содержание ванадия и никеля характерно для тяжелых нефтей в карбоновых отложениях Татарстана и Самарской области. С учетом всех исследованных нефтей увеличение содержания ванадия и никеля в нефтях и асфальтенах происходит в прямо-пропорциональной зависимости, однако при рассмотрении нефтей по отдельным регионам данная закономерность может быть нечетко выраженной (рис. 5, 6).

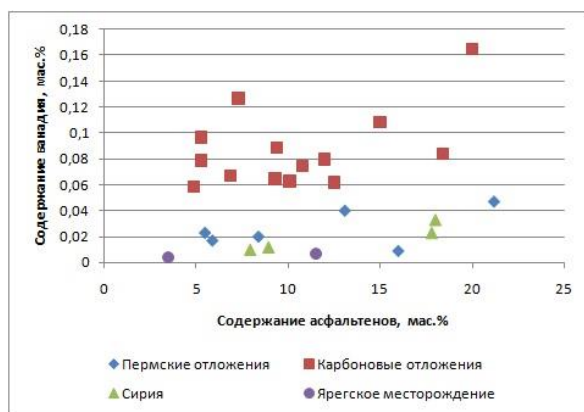


Рис. 1. Изменение содержания ванадия в тяжелых нефтях в зависимости от содержания асфальтенов

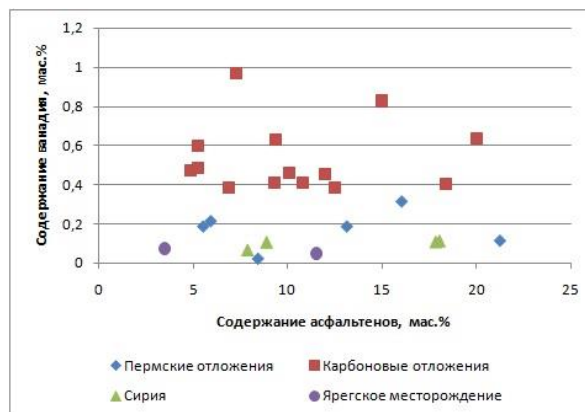


Рис. 2. Изменение содержания ванадия в асфальтенах в зависимости от содержания асфальтенов

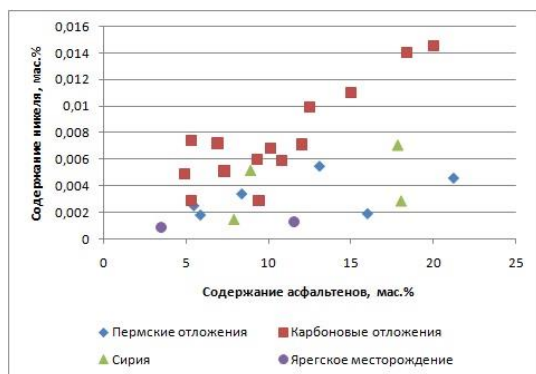


Рис. 3. Изменение содержания никеля в тяжелых нефтях в зависимости от содержания асфальтенов

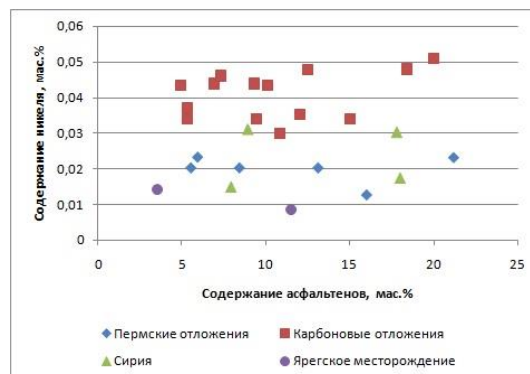


Рис. 4. Изменение содержания никеля в асфальтенах в зависимости от содержания асфальтенов

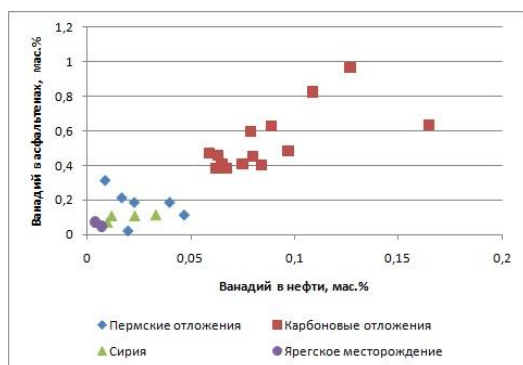


Рис. 5. Изменение содержания ванадия в асфальтенах в зависимости от содержания ванадия в нефтях

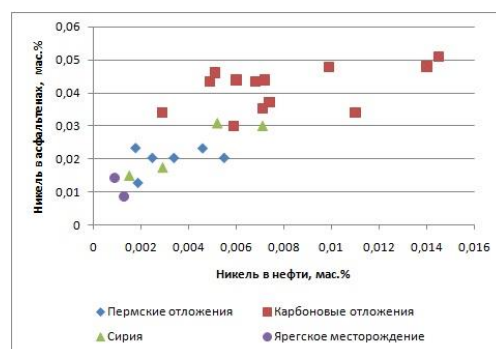


Рис. 6. Изменение содержания никеля в асфальтенах в зависимости от содержания никеля в нефтях

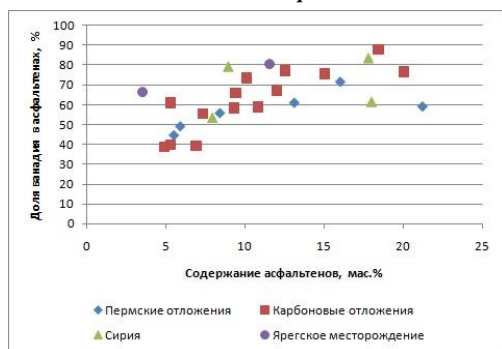


Рис. 7. Доля ванадия в асфальтенах в зависимости от содержания асфальтенов в нефтях

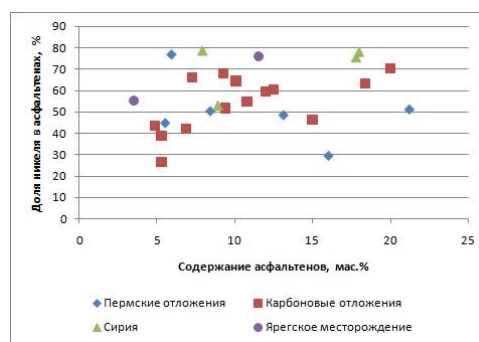


Рис. 8. Доля никеля в асфальтенах в зависимости от содержания асфальтенов в нефтях

В исследованных асфальтенах концентрируется 39...88 % от общего содержания ванадия в нефти. В среднем содержание ванадия в асфальтенах в 7...8 превышает содержание ванадия в исходных нефтях. При этом максимальное концентрирование (не менее 60 %) ванадия в асфальтенах характерно для нефтей с их содержанием более 10 мас. % (рис. 7). В асфальтенах карбоновых нефтей Татарстана и Самарской области содержание ванадия составляет в основном 4...6 кг на тонну, достигая даже значений 8 и почти 10 кг на тонну. Одновременно в таких асфальтенах содержится 0,3...0,5 кг никеля на тонну. Необходимо отметить, что в исследованных тяжелых нефтях и их асфальтенах содержание никеля в среднем в 8...10 раз меньше содержания ванадия. При этом величина данного соотношения сохраняется для всех исследованных тяжелых нефтей, несмотря на их различную региональную расположенность. Асфальтены тяжелых нефтей, как и в случае с ванадием, концентрируют 26...79 % от общего содержания никеля в нефти (рис. 8). Однако явной закономерности увеличения величины концентрирования никеля в асфальтенах с ростом их содержания не прослеживается. Таким образом, ванадий в тяжелых нефтях в большей степени концентрируется в асфальтенах,

что, по всей видимости, связано с большей полярностью комплексов ванадила и их повышенной склонностью к ассоциации.

При определенных условиях асфальтеновые концентраты тяжелых нефтей месторождений России можно рассматривать как высокоценное сырье для промышленного получения ванадия и никеля. Подобные производства освоены на нефтеперерабатывающих заводах в Канаде и других странах, где осуществляется комплексная переработка тяжелых нефтей и природных битумов.

Литература

1. Greg P., Dechaine, Murray R. Gray. Chemistry and Association of Vanadium Compounds in Heavy Oil and Bitumen, and Implications for Their Selective Removal // *Energy & Fuels*. – 2010. – V. 24. – P. 2795–2808.
2. Francia Marcano, Rohany Flores, José Chirinos, María A. Ranaudo. Distribution of Ni and V in A1 and A2 Asphaltene Fractions in Stable and Unstable Venezuelan Crude Oils // *Energy & Fuels*. – 2011. – V. 25. – P. 2137–2141.
3. Галимов Р.А., Кривоножкина Л.Б., Романов Г.В., Петрова Л.М. Закономерности распределения ванадия, никеля и их порфириновых комплексов в нефтяных компонентах // *Нефтехимия*. – 1990. – № 9. – С. 12–13.
4. Алешин Г.Н., Алтухова З.П., Антипенко В.Р. и др. Распределение ванадия и ванадилпорфиринов по фракциям нефтей различных химических типов // *Нефтехимия*. – 1984. – Т. 24. – № 6. – С.729–732.
5. Надилов Н.К., Котова А.В., Камьянов В.Ф. и др. Новые нефти Казахстана и их использование: Металлы в нефтях. – Алма-Ата: Наука, 1984. – 448 с.

ИЗВЕСТКОВЫЕ СКАРНЫ АЛЕКСЕЕВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (СЕВЕРНАЯ ХАКАСИЯ)

С.С. Налобина

Научные руководители доцент О.Ю. Перфилова, профессор А.М. Сазонов

Сибирский федеральный университет, г. Красноярск, Россия

Алексеевское медно-молибден-вольфрамовое месторождение расположено в Ширинском районе Северной Хакасии к северо-востоку от озера Домежак. Поисково-разведочные работы проводились в 1931-1934 г.г и в 1940-1953 г.г. Сейчас это месторождение считается утратившим промышленное значение [1]. Медная, вольфрамовая и молибденовая минерализация (халькопирит, шеелит и молибденит) пространственно приурочена к телам известковых гранатовых и везувиан-гранатовых скарнов, возникших на контакте монзонитов среднекембрийского когтахского сиенит-габбрового комплекса и известняков тюримской свиты венда [1, 3].

Скарны возникли в зоне высокотемпературного контактового ореола интрузий в результате реакционного взаимодействия карбонатных пород с магмой, интрузивными и другими алюмосиликатными породами при посредстве магматогенных растворов. Основным морфологическим и генетическим критерием, отличающим контактовые месторождения от месторождений других генетических групп, следует считать развитие в их полях и рудах скарновых минералов. Скарны развиваются с магмами разного состава, но наиболее характерными для их развития являются интрузии кислого и среднего состава, прорывающие известняки. Скарны образуют серию линзовидных тел, вытянутых в субмеридиональном направлении.

Монзониты второй фазы когтахского комплекса, скарны и мраморизованные известняки тюримской свиты прорваны серией субпараллельных даек северо-восточной ориентировки, сложенных мелкозернистыми лейкократовыми кварцевыми сиенитами и граносиенитами юлинского комплекса позднего ордовика. Мощность даек от 0,2 до 2,5 м. Как правило, дайки хорошо выражены в рельефе протяженными гривами высотой до 2 м. Нередко в граносиенитах наблюдаются мелкие ксенолиты пород ранних фаз когтахского комплекса и гранатовых скарнов. Иногда в граносиенитах присутствует рассеянная мелкая вкрапленность халькопирита и молибденита. В экзоконтактах дайковых тел граносиенитов нередко отмечается калишпатизация и окварцевание вмещающих пород. Наблюдается также амфиболитизация, эпидотитизация, хлоритизация, окварцевание и гематитизация скарнов, контролируемые зонами дробления и смятия [3]. Гидротермальное медное, вольфрамовое и молибденовое оруденение наложено на скарны. Выделено 4 стадии оруденения: скарново-магнетитовая, сульфидная, сульфидно-кварц-карбонатная, кварц-кальцитовая [1, 3].

Минералогический состав сульфидных руд среди скарнов: халькопирит, молибденит, шеелит, борнит, пирит, галенит, гематит, пирротин, кобальтин, арсенопирит, висмутин, серебро, золото. Нерудные жильные минералы – кварц, кальцит, альбит, серицит [2].

Нередко наблюдается отчетливая зональность контактово-метасоматических пород: в зоне непосредственного экзоконтакта интрузии когтахского комплекса (мощностью 0,5...3,5 м) развиты практически мономинеральные тонкозернистые, мелкозернистые или среднезернистые гранатовые скарны массивной текстуры [4]. На большем удалении от контакта в зоне шириной 0,7...3 м – распространены гранатовые и везувиан-гранатовые скарны с крупными (до 7 см) порфиробластами отчетливо зональных гранатов и фестончато-полосчатые скарны (рисунок), нередко содержащие различной величины и формы пустоты, в которых наблюдаются щетки хорошо образованных кристаллов гранатов ромбододекаэдрического габитуса без индукционной штриховки на свободных гранях [2].

При микроскопическом изучении установлено, что скарны обладают гранобластовой и гомеобластовой микроструктурой, иногда катаклазированы. Минеральный состав весьма разнообразен: главные минералы – гранат, диопсид, волластонит, эпидот, второстепенные – кварц и кальцит, редко – шеелит, вторичные – оксиды и гидроксиды железа (гематит, гетит), хлорит, кальцит. Рудный минерал представлен преимущественно магнетитом. Иногда на скарны наложена гидротермальная сульфидная минерализация (пирит, халькопирит,

молибденит). Скарны сложены крупными зональными зернами гранатов (60...90 об. %), клинопироксеном (15...25 об. %), волластонитом (10...20 об. %).

Гранаты наблюдаются в виде идиоморфных и субидиоморфных зерен размерами от 0,1 до 30 мм. В них чередуются зоны шириной от 0,01 до 4 мм коричневого и светло бурого цвета. В проходящем свете минерал имеет слегка желтоватый оттенок, в скрещенных николях характеризуется сложным концентрически зональным и секториальным строением, подчеркиваемым светло- и темно-серыми цветами интерференции.

Нами в физико-химической лаборатории ЦКП СФУ (г. Красноярск) был выполнен рентгенофлуоресцентный анализ состава темно-коричневых визуально однородных гранатов (волновой рентгенофлуоресцентный спектрометр фирмы Shimadzu XRF-1800) и микрозондовый анализ зональных гранатов.

По данным рентгено-флуоресцентного анализа темно коричневых гранатов из мономинеральных гранатовых скарнов зоны непосредственного экзоконтакта их состав (пересчет по кислородному методу): $(\text{Ca}_{2,92}\text{Mn}_{0,08})_3(\text{Fe}_{1,35}, \text{Al}_{0,65})_2[\text{SiO}_4]_3$, что соответствует 67,5 % андрадитового, 29,8 % гроссулярового и 2,7 % спессартинового миналов. В результате микрозондового анализа отчетливо зональных гранатов выявлено, что темноокрашенные зоны обогащены железом (до 5,87 ат. %) и марганцем (до 0,39 ат. %) и практически аналогичны по составу ранее описанным незональным гранатам из скарнов экзоконтактной зоны, а более светлые по составу приближаются к гроссуляру – содержания железа в них минимальны – 1,49...2,59 ат. % (до 67,5 % гроссулярового минала), а марганец не обнаружен. В целом отмечается прямая корреляция содержания марганца и железа в гранате.

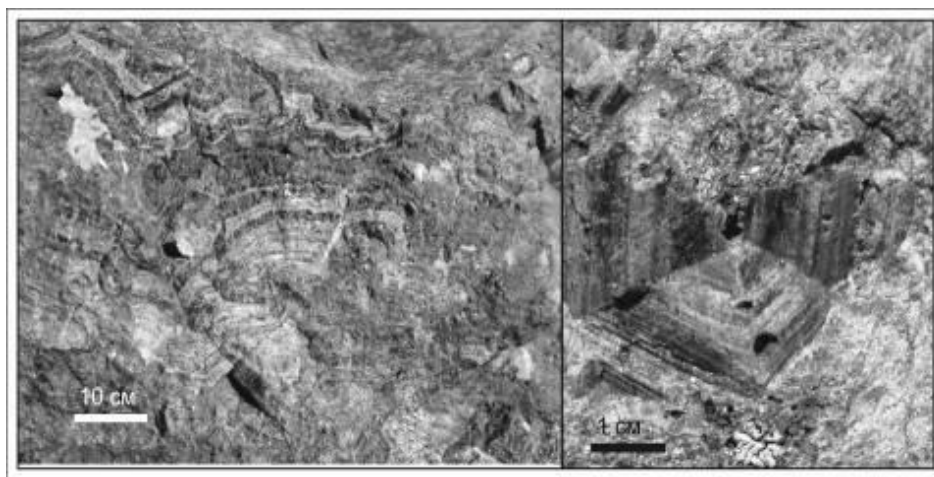


Рис. Фестончато-полосчатые скарны Алексеевского месторождения с крупными порфиробластами зональных гранатов

Эпидот наблюдается в виде идиоморфных призматических кристаллов размерами до 3 мм по длинной оси. Плеохроирует от светло-желтоватого до зеленовато-желтого. Характеризуется резко выраженной шагреновой поверхностью, высоким рельефом, обладает аномально высоким двупреломлением («сарафанные» цвета интерференции).

Клинопироксен представлен преимущественно диопсидом. Наблюдается в виде короткопризматических идиоморфных кристаллов размерами от 0,2 до 2,5 мм, с восьмиугольными поперечными сечениями. Иногда образует мелкие пойкилитовые вроски в зернах граната. В проходящем свете практически бесцветен, Двупреломление – высокое (максимальная интерференционная окраска синяя 3 порядка). $C:N_g = 38...40^\circ$. Вторичные изменения проявлены достаточно интенсивно. Минерал замещается зернами карбоната, гидроокислами железа, редко – чешуйками хлорита и неправильными зернами кварца. В поперечном срезе некоторых зерен хорошо видно, что центральные их части сложены гранатом.

Волластонит представлен бесцветными призматическими кристаллами размерами от 0,2 до 0,9 мм. В скарнах с высоким содержанием волластонита минерал наблюдается в составе равномернотекстурированного агрегата с примесью пироксена и граната (гомеобластовая микроструктура). Спайность проявлена в одном направлении и наблюдается в виде тонких прямолинейных трещин. Интерференционная окраска низкая – серая, серовато-белая, серовато-желтая.

В большинстве изученных шлифов наблюдались немногочисленные ксеноморфные зерна кварца, который преимущественно залечивает трещины или выполняет промежутки между зернами граната. Для кварца характерен низкий рельеф, отсутствие спайности и продуктов замещения.

Рудные минералы (магнетит, халькопирит, гематит, молибденит) представлены ксеноморфными выделениями и удлинёнными в сечении зернами размерами от 0,3 до 3 мм по удлинению.

Таким образом, результаты наших наблюдений свидетельствуют о том, что в процессе образования скарнов Алексеевского месторождения неоднократно происходила смена условий минералообразования, что отразилось на составе различных зон породообразующих минералов и, прежде всего, граната.

Литература

1. Геология и полезные ископаемые северной Хакасии. – Томск: Изд-во ТГУ, 1998. – 173 с.
2. Жабин А.Г. Онтогенез минералов. – М: Наука, 1979. – 275 с.
3. Липишанов А.П., Перфилова О.Ю. и др. Геологическое доизучение масштаба 1:50 000 и общие поиски на Туимской площади в восточной части Кузнецкого Алатау в 1989–93 гг. – Красноярск, 1993.
4. Налобина С.С., Перфилова О.Ю. Зональность гранатов в известковых скарнах Алексеевского месторождения (Северная Хакасия) // Уральская минералогическая школа 2013: сборник статей. – Екатеринбург: Изд. ИГГ УрО РАН, 2013. – С. 105–109.

ПЕТРОСТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ ГАРЦБУРГИТА ОСПИНСКОГО МАССИВА (ВОСТОЧНЫЙ САЯН)

О.В. Нестерова

Научный руководитель профессор А.И. Чернышов

Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия

Настоящая работа является продолжением петроструктурных исследований пластически деформированных ультрамафитов из Оспинского массива [2, 3] Массив является наиболее крупным фрагментом Восточно-Саянского офиолитового покрова, который находится в юго-восточной части Восточного Саяна. Он сложен метаморфическими перидотитами, которые представляют собой реститовые породы дунит-гарцбургитового полосчатого комплекса [4].

Проведенные петроструктурные исследования сориентированы на выявление оптических ориентировок оливина и энстатита в гарцбургите с целью определения термодинамических условий и механизмов их пластического деформирования, и их сопоставления с ранее проведенными петроструктурными исследованиями дунитов в этом массиве.

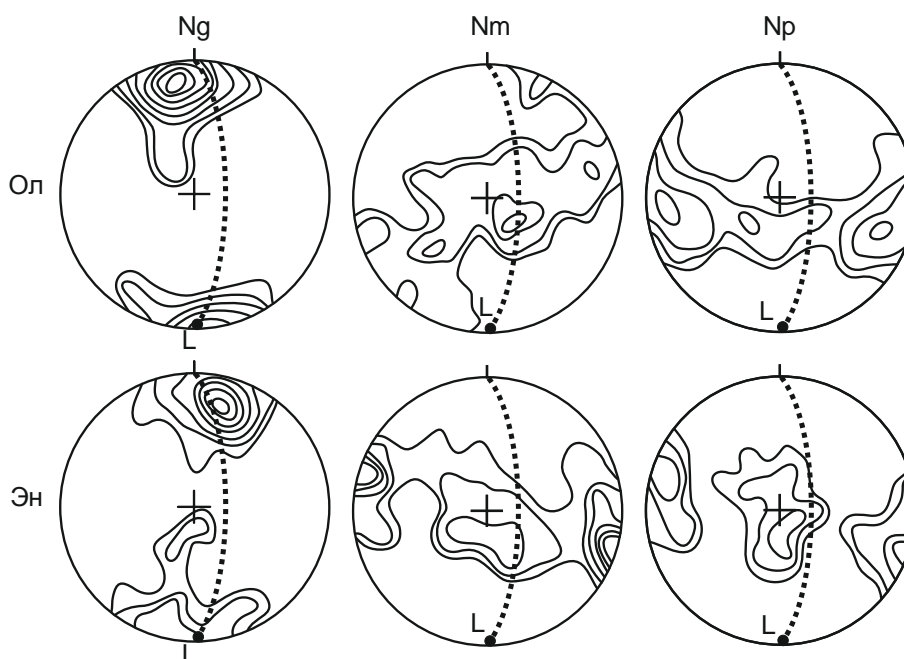


Рис. Диаграммы ориентировки кристаллооптических осей оливина (Ол) и энстатита (Эн) в гарцбургите (обр. О-18/5). Диаграммы построены по 100 замерам кристаллооптических осей минералов.

Изолинии: 1...2...4...6...8...10...12...14...16 % на 1 % сетки Шмидта. Проекция на верхнюю полусферу. Точечные линии – плоскость минеральной уплощенности, L – линейность

Результаты исследования.

Гарцбургит пластически деформированный, для него характерна среднезернистая, мезогранулярная структура с размерами зерен преимущественно 2,5...5 мм. Форма зерен субизометричная, нередко вытянутая, при этом удлиненные индивиды вытягиваются субпараллельно и отражают направление минеральной уплощенности. Границы зерен обычно прямолинейные, они часто образуют тройные точки с углами 120°, что отражает равновесность структуры [1]. Для зерен оливина обычно характерно однородное погасание, реже наблюдается волнистое. В них часто проявляются многочисленные полосы пластического излома в виде полисинтетических двойников, которые обусловлены неоднородным внутрикристаллическим трансляционным

скольжением. Иногда отмечается порфирикластез с образованием мелкозернистых агрегатов оливина. Энстатит образует субизометричные, либо ксеноморфные зерна размером 1,5...3,5 мм, которые нередко вытягиваются согласно уплощенности зерен оливина. В зернах энстатита, также как и оливина, отмечается как однородное, так и слабо волнистое погасание и редкие полосы пластического излома.

Для гарцбургита выявлены строгие предпочтительные петроструктурные узоры кристаллооптических осей как для оливина, так и энстатита (рис.). Оси Ng образуют горизонтальный максимум с высокой плотностью (16 %), который располагается в плоскости минеральной уплощенности и совмещается с линейностью L. Он обнаруживает слабую тенденцию к растягиванию в пояс в этой плоскости.

Оси Nm и Np концентрируются в совмещенные субвертикальные пояса с локальными максимумами, которые располагаются нормально к максимуму осей Ng II L. Один из максимумов Np (6 %) располагается нормально к минеральной уплощенности, а другие – под острым углом. Максимум Nm с большей плотностью (6%) находится в плоскости минеральной уплощенности и нормально к максимуму Ng II L. Подобная петроструктурная ориентировка оливина была нами установлена ранее для дунита Оспинского массива.

Оптическая ориентировка энстатита в исследуемом гарцбургите по петроструктурному узору является очень близкой к оптической ориентировке оливина. Следует отметить, что для энстатита отмечаются совмещенные отчетливо выраженные максимумы осей Nm и Np (8 и 6 %, соответственно), которые совмещены с максимумом осей Np оливина и располагаются субнормально к минеральной уплощенности.

Обсуждение результатов.

Анализ оптических ориентировок оливина и энстатита свидетельствует об их сингенетичности. Оптическая ориентировка оливина обусловлена, главным образом, механизмами трансляционного скольжения по системе $\{0kl\}[100]$ и диффузионной ползучестью, которые осуществлялись в условиях осевого сжатия при высоких температурах ($T > 900^\circ\text{C}$), низкой скорости деформации ($\epsilon < 10^{-6}\text{с}^{-1}$) и значительного всестороннего давления (более 10 кбар) [6]. Тенденция осей Ng растягиваться в пояс в плоскости минеральной уплощенности свидетельствует о наложенном регрессивном порфирикластезе. Пластическая деформация энстатита осуществлялась как трансляционным скольжением по системе $(100)[001]$, так и синтетектонической рекристаллизацией, при этом с максимумом осей Np оливина, нормального к минеральной уплощенности, соответственно, совмещаются максимумы Nm и Np энстатита [5].

Таким образом, проведенный петроструктурный анализ в гарцбургите позволил выявить сингенетичные предпочтительные узоры ориентировок оптических осей оливина и энстатита, которые позволили установить механизмы пластического деформирования в процессе их формирования.

Литература

1. Вернон Р.Х. *Метаморфические процессы*. – М.: Недра, 1980. – 226 с.
2. Гончаренко А.И., Чернышов А.И. *Деформационная структура и петрология нефритоносных гипербазитов*. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 1990. – 200 с.
3. Нестерова О.В. Петроструктурный анализ дунита Оспинского массива (ЮВ Восточного Саяна) // *Проблемы геологии и освоения недр: Труды XVII Международного симпозиума студ., аспирантов и молодых ученых*. – Томск, 2013. – Т. 1. – С. 129–130.
4. Офиолиты и олистостромы Восточного Саяна / Н.Л. Добрецов, Р.Г. Конников, В.Н. Медведев, Е.В. Складчиков // *Рифейско-нижнепалеозойские офиолиты Северной Евразии*. – Новосибирск: Наука, 1985. – С. 34–58.
5. Чернышов А.И. *Ультрамафиты (пластическое течение, структурная и петроструктурная неоднородность)*. – Томск, 2001. – 216 с.
6. Nicolas A., Poirier J.P. *Crystalline plasticity and solid state flow in metamorphic rocks* // New York: Wiley-Interscience, 1976. – 444 p.

ГЕОЛОГИЯ И ГЕОХИМИЯ МЕТАБАЗИТОВ ЦЕНТРАЛЬНО-АНГАРСКОГО ТЕРРЕЙНА ЕНИСЕЙСКОГО КРЯЖА

Р.Н. Никитин

Научный руководитель профессор В.В. Врублевский

Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия

Базитовый магматизм является надежным индикатором геодинамических обстановок и широко проявлен в складчато-надвиговых поясах. При этом он может фиксировать океанические, островодужные и рифтогенные геотектонические режимы, отражая своеобразие их эволюции. Не являются исключением изученные нами metabазитовые ассоциации Центрально-Ангарского террейна Енисейского кряжа. Его структура представляет собой покровно-складчатый коллаж аккреционной природы в юго-западном обрамлении Сибирской платформы. В его составе выделяются разновозрастные террейны, разделенные сериями глубинных тектонических разломов сдвига-надвигового типа. В строении заангарской части Енисейского кряжа участвуют неопротерозойские породные комплексы Восточно-Ангарского, Центрально-Ангарского и Исаковского блоков, которые представляют собой тектонические пластины размером 200...500 × 50...80 км, разделенные крупными надвигами [1]. Центрально-Ангарский террейн, вмещающий изученные нами metabазитовые комплексы, представляет собой сложно построенную коллизионную структуру с проявленным рифтогенным магматизмом. По данным А.Д. Ножкина с соавторами [4], развитые здесь зоны Ишимбинского и Татарского разломов контролируют развитие рифтовых структур и внутриплитного магматизма на рубежах 750, 700 и 650-670 млн

лет. Продукты последнего представлены метариолит-базальтовой, трахибазальт-трахитовой и щелочно-ультраосновной ассоциациями.

Геологическое строение Центрально-Ангарского террейна определяется развитием метатерригенных и метатерригенно-карбонатных отложений раннего архея и протерозоя (малогаревская, тейская, сухопитская, тунгусикская серии), метаморфизованных в условиях амфиболитовой, эпидот-амфиболитовой и зеленосланцевой фаций. В пределах террейна неоднократно проявлен неопротерозойский гранитоидный (~ 880-629 млн лет) и щелочно-базитовый (~750-650 млн лет) магматизм [1, 2]. Метабазитовые комплексы здесь распространены ограниченно и представлены субсогласными амфиболитовыми телами немтихинского, индуглинского и орловского комплексов разного возраста в диапазоне от 1020 (?) до 720 млн лет. Нами были изучены метабазитовые образования трех проявлений в бассейнах рек Кадра, Тырада, Панимба. Для них характерна линзовидная или пластообразная форма тел протяженностью от первых десятков метров до 2 километров и мощностью до 30 метров. По своему петрографическому составу они соответствуют ортаамфиболитам с доминирующей зеленой роговой обманкой в ассоциации с подчиненным тремолитом, плагиоклазом, кварцем и рудными минералами. Породы имеют немаглобластовую микроструктуру и сланцеватое строение. Установленные минеральные парагенезисы соответствуют условиям эпидот-амфиболитовой, и в меньшей степени, зеленосланцевой фациям метаморфизма [3].

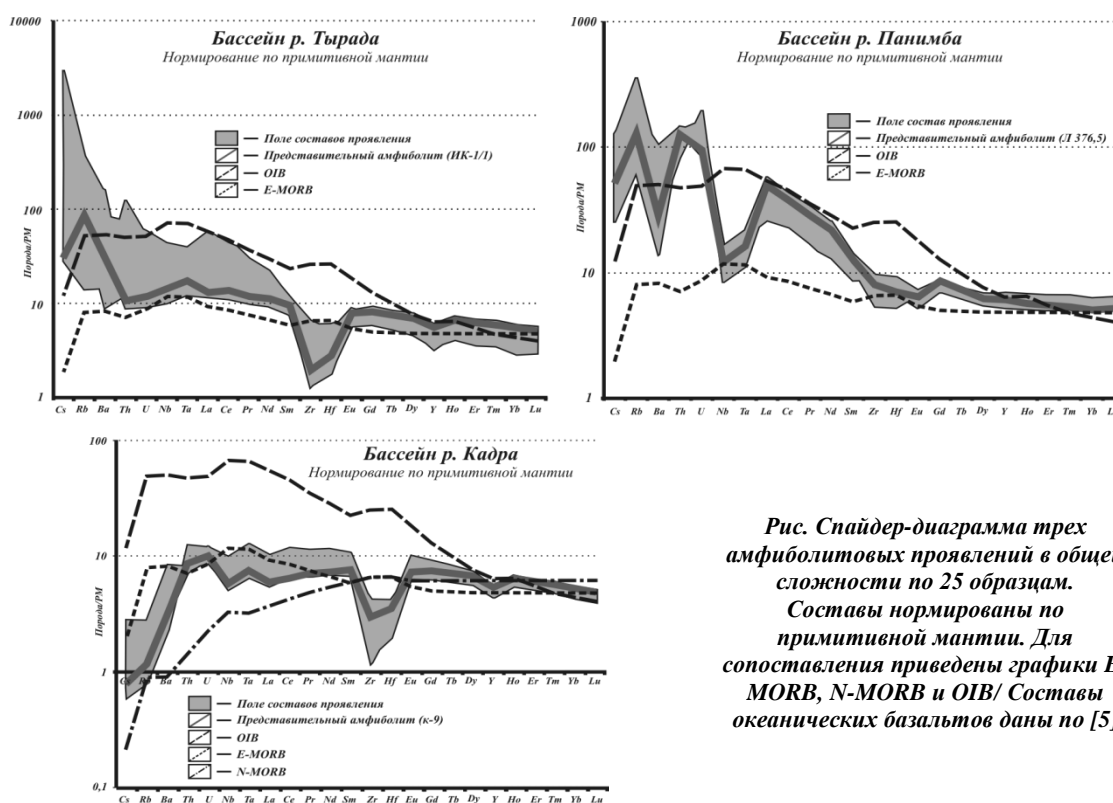


Рис. Спайдер-диаграмма трех амфиболитовых проявлений в общей сложности по 25 образцам. Составы нормированы по примитивной мантии. Для сопоставления приведены графики E-MORB, N-MORB и OIB/ Составы океанических базальтов даны по [5]

Анализ содержаний редких элементов проводился методом ICP-MS на масс-спектрометре Agilent 7500 в Аналитическом центре геохимии природных систем Томского государственного университета. Изученные амфиболиты отличаются друг от друга разными концентрациями легких редкоземельных элементов (рис.). По особенностям их распределения метабазиты бассейна р. Кадра близки к базальтам N-MORB и E-MORB (Middle Oceanic Ridge Basalts), а амфиболиты верховьев рек Тырада и Панимба сопоставимы с базальтами океанических островов (OIB = Oceanic Islands Basalts), которые обычно считаются производными внутриплитного магматизма. Наблюдаемая во всех спектрах редких элементов отрицательная аномалия Zr и Hf позволяет предполагать, что формирование базитов происходило при участии надсубдукционных магматических расплавов. При этом нередко свойственный им Nb-Ta минимум отчетливо выражен только в составе амфиболитов бассейна р. Панимба. Для них, так же как и для пород бассейна р. Тырада, характерны повышенные содержания Cs, Rb, Ba и U, что может свидетельствовать о влиянии материала земной коры. Таким образом, установленные геохимические признаки метабазитов позволяют предполагать, что их формирование происходило в обстановке взаимодействия структурно-вещественных комплексов активной континентальной окраины с мантийным плюмом, инициировавшим рассеянный рифтинг и внутриплитный магматизм.

Литература

1. Верниковский В.А., Верниковская А.Е. Тектоника и эволюция гранитоидного магматизма Енисейского кряжа // Геология и геофизика. – Новосибирск, 2006. – Т. 47. – № 1. – С. 35–52.
2. Врублевский В.В., Сазонов А.М., Гертнер И.Ф., Тишин П.А., Колмаков Ю.В. Геохронология и магматические источники щелочных пород и карбонатитов южного Заангарья, Енисейский кряж // Известия Томского политехнического университета. – Томск, 2012. – Т. 320. – № 1. – С. 63–70.
3. Добрецов Н.Л., Соболев В.С., Хлестов В.В. Фации регионального метаморфизма умеренных давлений. – М.: Недра, 1972. – 285 с.
4. Ножкин А.Д., Туркина О.М., Баянова Т.Б., Бережная Н.Г., Ларионов А.Н., Постников А.А., Травин А.В., Эрнст Р.Е. Неопротерозойский рифтогенный и внутриплитный магматизм Енисейского кряжа как индикатор процессов распада Родинии // Геология и геофизика. – Новосибирск, 2008. – Т. 49. – № 7. – С. 666–688.
5. Sun S., McDonough W.F. Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: implications for mantle composition and processes. *Magmatism in the ocean basins* // *Geol.Soc.Special Publ.* – 1989. – N 42. – P. 313–345.

ПРИМЕНЕНИЕ МОДЕЛИ ТВЕРДЫХ РАСТВОРОВ ДЛЯ ОПИСАНИЯ МИНЕРАЛЬНОГО СОСТАВА ДОННЫХ ОСАДКОВ ОЗ. БАЙКАЛ**А.В. Ощепкова¹**Научный руководитель старший научный сотрудник В.А. Бычинский²¹*Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия*²*Институт геохимии им. А.П. Виноградова, г. Иркутск, Россия*

Донные осадки озера Байкал хранят ценную информацию о палеоклиматических изменениях в Азии в кайнозое. Успешные работы по проекту «Байкал Бурение» позволили получить керны байкальских осадков до 600-метровой глубины [4]. По биогенному кремнезему, содержащемуся в донных осадках, выявляются циклы «потепление-похолодание», хорошо согласующиеся с морской изотопной кривой [2].

Важной частью комплексного подхода к палеоклиматическим реконструкциям является изучение вещественного состава осадочных толщ оз. Байкал, в том числе их глинистого компонента. Установлено, что в период похолодания преобладает физическая эрозия, характеризующаяся грубозернистыми осадками, содержащими незначительные количества глинистого вещества. В условиях теплого климата более интенсивными становятся химическое выветривание и, соответственно, интенсифицируются процессы почвообразования, с которыми связано формирование глин [6, 8]. Большой объем осадочного разреза делает нецелесообразным детальный минералогический (рентгенофазовый) анализ глинистых минералов и требует применения вычислительных средств, опирающихся на химический состав осадков, определение которого не требует больших затрат.

Ранее для реконструкции минерального состава по петрохимическому мы разработали алгоритм расчета, используя симплекс-метод [5, 7]. Но, как было указано в наших работах, симплекс-метод требует предварительного изучения химического состава глинистого вещества, для которого рассчитываются условные стехиометрические формулы глинистых минералов. Обязательной является корреляция общего химического состава осадка с данными рентгенофазового анализа. Но рентгенофазовый анализ проведен лишь для опорных горизонтов, что делает применение симплекс-метода затруднительным для всего объема накопленных данных. Задачу расчета минерального состава по петрохимическому можно решить без предварительного расчета стехиометрии глин с помощью программного комплекса «Селектор» [3], успешно применяемого на протяжении десятилетий российскими и зарубежными геологическими организациями. Селектор позволяет использовать твердые растворы для описания минеральных фаз.

Данными рентгенофазового анализа установлено, что в байкальских осадках глинистые минералы представлены иллитом, иллит-сметтитом, хлорит-сметтитом, мусковитом и каолинитом [8], составляющие наибольший интерес для палеоклиматических реконструкций. Описать химический состав этих минералов позволяет набор мишалов, объединенных в твердый раствор. Для иллитов было подобрано 18 мишалов, столько же для сметтитов, и 9 для хлоритов. Наглядное представление об условиях выветривания в водосборном бассейне дает итоговая (условная стехиометрическая) формула глинистых минералов, рассчитанная на основании суммирования химического состава мишалов равновесных фаз автоматически в программном комплексе.

Стехиометрическая формула рассчитывается по методике, предложенной Булахом [1], которая в применении к симплекс-методу описана в работах [5, 7]. Расчеты выполняются автоматически, благодаря специальному дополнению к программе Селектор.

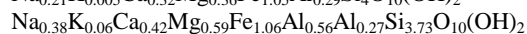
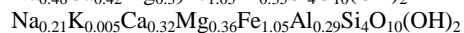
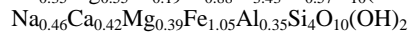
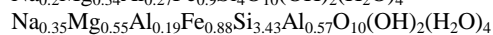
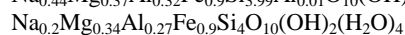
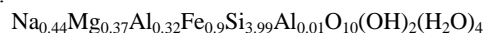
Данный метод расчета минерального состава был применен для оценки донных байкальских осадков из скважины ВDP-96 (Академический хребет). Был выбран горизонт с глубины 18.45 м – для него есть данные о химическом составе и проведен рентгенофазовый анализ [8]. Главная цель реконструкции минерального состава – не точный минералогический анализ, а оценка соотношения глинистых минералов. Например, для горизонта 18.45, соответствующего теплomu межледниковому интервалу, Э.П. Солотчина приводит следующий минеральный состав (табл.).

Минеральный состав донных байкальских осадков из скважины
BDP-96 (Академический хребет)

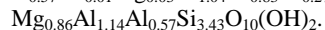
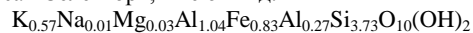
Глубина, м		Терригенный компонент осадка (100 %)								
		Неслоистые минералы			Слоистые силикаты					
		Кварц	Полевой шпат	Сумма	Иллит	Иллит-сметит	Хлорит	Хлорит-сметит	Каолинит	Мусковит
18,45	XRD	12,60	12,60	25,20	23,00	34,00	4,00	5,20	1,90	6,70
	Расчет	12,67	21,27	33,94	56,58		6,31	3,17	0,00	0,00

Примечание. XRD – данные рентгенофазового анализа; расчет – данные, полученные на программном комплексе «Селектор»

Результаты рентгенофазового анализа не всегда возможно согласовать с расчетными данными – при расчете мы получаем конкретные фазы (иллит, хлорит), при рентгенофазовом у глинистых минералов выделяются иллитовые или смектитовые слои. Важным показателем палеоклиматических изменений является изменение содержания иллитовых слоев (или иллита) [5]. Но структуру и состав столь сложного смешанослойного минерала трудно отобразить одной стехиометрической формулой. У Э.П. Солотчиной формула иллита описана как $K_{0.75}(Al_{1.75}Re_{0.25}(Al_{0.5}Si_{3.5})O_{10}(OH)_2)$, где Re – двухвалентные катионы Mg или Fe, межслоевые катионы K^+ частично могут быть замещены Ca^{2+} , Mg^{2+} , H^+ [8]. Ранее в расчетах симплекс-методом [7] по глинистой части осадка были получены следующие формулы, в совокупности описывающие иллит-сметит:



Итоговые формулы для иллит-сметита, рассчитанные по твердым растворам с помощью программного комплекса «Селектор», имеют вид:



Полученные расчетные данные не дают информацию о точном минеральном составе (для этого существуют минералогические виды анализов), но позволяют дать экспрессную оценку соотношению глинистых минералов (показывающую соотношение иллит-сметит) и содержанию неглинистых минералов, что позволит реконструировать условия выветривания в водосборном бассейне, основываясь только на данные петрохимического состава. Проверка разработанного метода будет проведена на других горизонтах байкальских скважин. Более широкое применение разработанного метода требует уточнения списка минералов твердого раствора иллитов и монтмориллонитов, что является основной задачей наших дальнейших исследований.

Работа выполнена при поддержке Иркутского государственного университета, индивидуальный исследовательский грант № 111-13-218.

Литература

1. Булах А. Г. Руководство и таблицы для расчета формул минералов. – М.: Недра, 1964. – 131 с.
2. Глобальные и региональные изменения климата и природной среды позднего кайнозоя в Сибири / отв. ред. А.П. Деревянко. – Новосибирск, Изд-во СО РАН, 2008, – 511 с.
3. Карпов И.К. Физико-химическое моделирование на ЭВМ в геохимии. – Новосибирск: Наука, 1981. – 247 с.
4. Кузьмин М.И. и др. Глубоководное бурение на Байкале – основные результаты // Геология и геофизика. – Новосибирск, 2001. – Т. 42. – № 1-2. – С. 8–34.
5. Кузьмин М.И. и др. Химический состав осадков глубоководных байкальских скважин как основа реконструкции изменений климата и окружающей среды // Геология и геофизика. – Новосибирск, 2014. – Т. 55. – № 1. – С. 3–22.
6. Мило Ж. Геология глин. – Л.: Недра, 1968. – 359 с.
7. Ощепкова А.В., Кузьмин М.И., Бычинский В.А. Реконструкция минерального состава глубоководных байкальских осадков на основе их химического состава // Известия Иркутского государственного университета. Серия «Науки о Земле». – Иркутск, 2013. – Т. 6. – № 1. – С. 122–132.
8. Солотчина Э.П. Структурный типоморфизм глинистых минералов осадочных разрезов и кор выветривания. – Новосибирск: Академ. изд-во «Гео», 2009. – 234 с.

ТИПОМОРФИЗМ СПОДУМЕНА РЕДКОМЕТАЛЬНЫХ ПЕГМАТИТОВ ТАСТЫГСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (РЕСПУБЛИКА ТЫВА)**Д.И. Полушкин**

Научный руководитель доцент С.И. Коноваленко

Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия

Литиевый пироксен – сподумен является главным промышленным минералом подавляющего числа эндогенных литиевых месторождений мира. Поэтому изучение его типоморфных особенностей представляет как научный, так и большой практический интерес. Предметом исследования автора стали пробы сподумена редкометальных пегматитов Тастыгского месторождения Тывы.

Крупное месторождение сподуменных пегматитов Тастыг относится к Южно-Сангиленскому пегматитовому поясу. Оно разведано в 1955–1960 гг.

Наряду с высоким средним содержанием Li (1,46 %), в нем присутствует в повышенной концентрации широкий спектр литофильных редких элементов – Ta, Nb, Sn, Be [3]. Однако главным полезным компонентом выступает Li, причем 93 % этого химического элемента сосредоточено в сподумене и только 7 % в других минералах [3]. Средний валовый состав жильной серии месторождения и средний состав минеральных комплексов жил соответствуют высокоглиноземистым гранитам по объему щелочей ($\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} + \text{Li}_2\text{O} = 7...7,8$ мас %), но характеризуется необычайно низким соотношением $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O} = 1,3...1,5$. С ростом содержания сподумена в жилах (среднее равно 20...21 %) в них растут содержания Si и Li, снижается K и Na, а количество Al остается неизменным [5]. От литий-фтористых гранитов и редкометальных пегматитов других регионов пегматиты поля, согласно [4], отличает не «альбитовый» тренд фракционирования.

Основной целью данной работы являлось выявление типоморфных особенностей сподумена Тастыгского месторождения, для чего использованы рентгеноструктурный и рентгенолюминесцентный анализы, а также масспектроскопия (JCP-MS). Все аналитические исследования проведены в Центре коллективного пользования «Аналитический центр геохимии природных систем». Аналитики: Т.С. Небера, Н.Н. Борозновская, Д.В. Лычагин.

Изучена первая главная генерация сподумена, которую в жилах представляют крупные (до 20 см по удлинению) дощатые кристаллы белого, зеленовато-белого или розового цвета, почти всегда ориентированные субперпендикулярно контактам жил. Только в самых мощных телах в центральной части вокруг кварцевых ядер эта ориентировка утрачивается и становится хаотичной.

Кристаллическая структура минерала, как и остальных пироксенов, состоит из вытянутых вдоль оси С цепочек из кремнекислородных тетраэдров, соединенных в боковом направлении катионами Al^{3+} и Li^+ , которые занимают соответственно структурные позиции M1 и M2 [1]. В то же время отношение кристаллографических осей сподумена сильно отличается от отношения длин осей других моноклинных пироксенов. Меньший объем его элементарной ячейки хорошо согласуется с замещением более крупных ионов Ca и Mg диоксида меньшими по размерам ионами Li и Al. Результатом такого замещения является более плотная упаковка цепей тетраэдров SiO_4 . Сподумен имеет размеры элементарной ячейки (Å): $a = 9,50$; $b = 8,30$; $c = 5,24$ [1]. Вычисленные автором параметры элементарной ячейки сподуменов Тастыгского месторождения несколько отличаются от справочных и составляют (в Å): $a = 9,46...9,48$; $b = 8,37...8,40$; $c = 5,21...5,22$. То есть параметры a и c немного меньше справочных, а параметр b больше. Наибольшим постоянством характеризуется параметр c. Какой-либо корреляции вариаций параметров элементарной ячейки сподумена месторождения с изменением его окраски, места отбора и объемом элементов-примесей не установлено.

По данным масспектроскопии наиболее существенными элементами-примесями в составе сподуменов месторождения являются Fe, Mn, Sn и Ga. Резко доминирует Fe, по-видимому, в форме трехвалентного катиона Fe^{3+} , замещающего Al. Содержания этого элемента не опускается ниже 1900 г/т. На порядок меньше во всех пробах содержания Mn, Sn и Ga. В изученных сподуменах отмечен закономерный рост отношения Fe/Mn по мере роста абсолютных отметок отбора проб, что одновременно отвечает, согласно пространственной ориентировке жильной серии, переходу от висячего ее бока к лежащему. В этом же направлении в сподумене пегматитов падают содержания основных флюофильных элементов-примесей – Rb, Cs, Be, Ga. Наблюдающиеся отклонения от выявленной закономерности, установленные для сподумена жил высоких гипсометрических уровней (2500...2600 м), свидетельствуют о принадлежности пригребневых сподуменных пегматитов к самостоятельной жильной серии.

В спектрах рентгено-люминесценции (РЛ) сподуменов обнаружены две основные полосы излучения в коротковолновой (340...350 нм) и длинноволновой (600 нм) области. Первая, согласно [2], обусловлена присутствием собственных структурных дефектов SiO_{nm} , вторая более интенсивная связана с примесным центром Mn^{2+} .

Таким образом, типоморфными у сподуменов Тастыгского месторождения будут спектры РЛ с характерными центрами свечения SiO_{nm} и Mn^{2+} , а также типохимизм, обусловленный накоплением в минерале флюофильных редкометальных элементов-примесей (Be, Rb, Cs, Ga).

Литература

1. Дир У.А., Хауи Р.А., Зусман Дж. Породообразующие минералы. – М.: Мир, 1965. – Т. 2. – 370 с.
2. Кузнецов Г.В., Волошин А.В. Люминесценция сподуменов из редкометальных пегматитов Северо-Запада СССР // Кристаллохимия и спектроскопия минералов. – Киев: Науков думка, 1984. – С. 80–94.

3. Лебедев Н.И. Минеральные ресурсы Тувы: Обзор и анализ полезных ископаемых // ТуВИКОПР СО РАН, 2012. – 284 с.
4. Кузнецова Л.Г., Шокальский С.П. Месторождения лития в редкометалльных пегматитах республики Тыва // Литий России: Минерально-сырьевые ресурсы, инновационные технологии, экологическая безопасность: Материалы Всероссийского научно-практического совещания с международным участием, г. Новосибирск, 24–26 мая 2011г. – Новосибирск: СО РАН, 2011. – С. 65–70.
5. Поля редкометалльных гранитных пегматитов (геохимическая специализация и закономерности размещения). – М.: «Наука», 1975. – 332 с.

Cl-F-СПЕЦИАЛИЗАЦИЯ АПАТИТОВ ИЗ ПОРОД РАЗНЫХ СТАДИЙ КОЛЛИЗИОННОГО МАГМАТИЗМА ЗАПАДНО-МАГНИТОГОРСКОЙ ЗОНЫ ЮЖНОГО УРАЛА

И.Р. Рахимов

Научный руководитель главный научный сотрудник Д.Н. Салихов
Институт геологии Уфимского научного центра РАН, г. Уфа, Россия

Группа гидроксилсодержащих минералов является непосредственным свидетелем участия флюидной фазы в процессе минералообразования [5]. Она представлена амфиболами, слюдами, апатитом и др. минералами, которые могут быть породообразующими или аксессуарными в разных типах пород. Среди прочих летучих компонентов особого внимания заслуживают Cl и F, обуславливающие концентрацию, перенос и отложение различных рудных элементов [1]. Рудные элементы по сродству к Cl и F подразделяются на хлорофильные и фторофильные [4]. Содержания галогенов являются индикаторами источника магматического расплава и металлогенической специализации магматических комплексов [1]. В базитах, например, особо информативным минералом, содержащим флюидные компоненты, является апатит, в гранитоидах – биотит.

В статье приводятся предварительные результаты измерений Cl и F в апатитах из интрузивных пород юго-центральной части Западно-Магнитогорской зоны (ЗМЗ) Южного Урала. Аналитические работы проводились в ИГТ УрО РАН (г. Екатеринбург) под руководством В.В. Холоднова по специальной методике [2].

Магматизм ЗМЗ происходил дискретно: выделяются четыре стадии коллизионного магматизма, который охватывал интервал от турнейского до башкирского веков каменноугольного периода [6]. Исследованы два образца из ассоциации пород первой стадии и по одному образцу из остальных стадий. Известно, что с ассоциацией пород первой стадии магматизма связан оксидный рудообразующий процесс (на севере ЗМЗ известно скарново-магнетитовое месторождение). С ассоциацией третьей стадии – сульфидный рудообразующий процесс (сульфидное медно-никелевое оруденение пикро-долеритов). Вторая и четвёртая стадии каменноугольного магматизма ЗМЗ представлены дайковыми сериями.

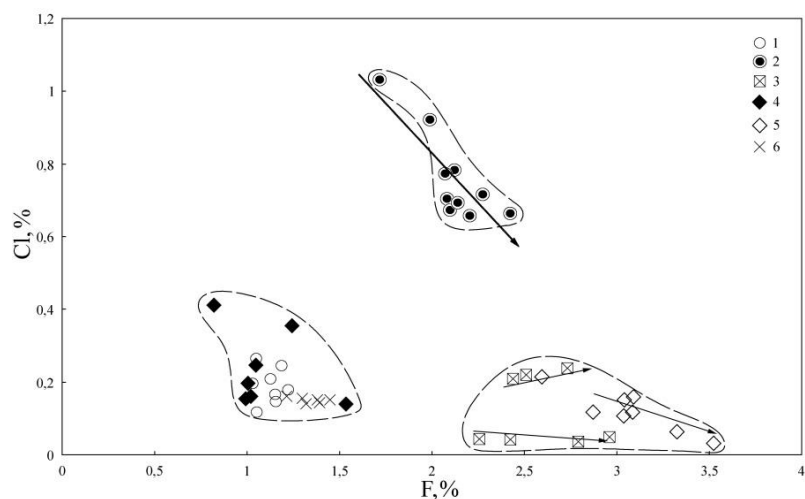


Рис. Соотношения средних концентраций Cl и F в апатитах из пород Западно-Магнитогорской зоны: 1 – Басаевский комплекс, 2 – Файзуллинский комплекс, 3 – Кизильский комплекс, 4, 5 – Худолазовский комплекс, 6 – Дайковый комплекс

Апатит является аксессуарным минералом в рассматриваемых породах и редко превышает 1 % их объёма, но присутствует всегда. Размеры зёрен апатита редко превышают 1 мм. В целом оказалось, что исследуемые породы демонстрируют фтороносную специализацию апатитов. На рис. выявляются три поля фигуративных точек, отражающих зависимость концентраций хлора от фтора. Кислые породы характеризуются очень низким отношением Cl/F. В гранит-порфирах Кизильского комплекса (вторая стадия) выявляются два самостоятельных типа концентрации галогенов: Cl/F \approx 0,087 и \approx 0,015. В плагиигранитах Худолазовского комплекса (третья стадия) при таких же разбросах отношений снижение постепенное. Наиболее хлористые апатиты характерны Файзуллинскому комплексу (первая стадия). Здесь наблюдается наиболее высокий показатель отношения Cl/F \approx 0,4. В поле наиболее обеднённых галогенами апатитов попадают породы сразу трёх

комплексов из трёх разных стадий магматизма: габброиды Басаевского (первая стадия), Худолозовского (третья стадия) и Дайкового (четвёртая стадия) комплексов. Все три этих комплекса располагаются в пределах одной структуры (Худолозовской синклинали) и, видимо, тектонические обстановки формирования комплексов и термодинамические условия миграции и концентрации галогенов были близкими. Хотя по времени формирования эти комплексы заметно различаются. Для Худолозовского комплекса характерен наибольший разброс значений и хорошо проявлена тенденция к накоплению фтора от дифференциатов основного состава к кислым. Для Басаевского и Дайкового комплексов характерна относительная стабильность в содержании галогенов в апатитах.

Для апатитов из габбро Файзуллинского и плагиогранитов Худолозовского комплексов намечается чёткая направленность эволюции состава при кристаллизации: увеличение фтористости при уменьшении хлористости. Также нужно отметить, что образец габбро Худолозовского комплекса был отобран не из рудоносного тела. В содержащих сульфидную минерализацию габброидах отмечается содержание хлора в апатитах около 1 % (по данным сканирующего электронного микроскопа). Вообще по типу химического сродства выделяются хлоридно-гидросульфидный и оксифторидный рудообразующие процессы [3]. Поэтому, согласно предварительным данным, мы относим рассмотренные породы к типу оксифторидной физико-химической системы. По химическим свойствам F и Cl очень близки и при дегазации магмы происходит их значительная потеря из расплава. Но фтор всё же более активен и способен замещать хлор из химических соединений при эндогенных процессах, поэтому при магматизме существует некая закономерность их взаимного распределения: в верхних частях интрузивных тел содержится больше фтора, а в нижних – хлора [7]. Такое явление связывают с отделением паров Cl и H₂O от расплава при накоплении F. Особенно это показательно на примере известных расслоенных массивов, и, скорее всего, закономерно и для дифференцированного Худолозовского комплекса.

В целом, анализируя полученные результаты, уже можно предполагать, что в формировании исследуемых комплексов участвовал и коровой, и мантийный источники магмогенерации. Если это действительно так, то особенности Cl-F-специализации апатитов из интрузивных пород ЗМЗ будут согласовываться с другими геохимическими признаками, отражающими явление контаминации корой и мантией первичного субстрата коллизионного магматизма указанного региона.

Литература

1. Бушляков И.Н. Галогены в эндогенном петрогенезисе: Автореферат дис. ... д.-ра г.-м.наук. – Свердловск, 1989. – 47 с.
2. Вилисов В.А., Ильин Н.П. Особенности рентгеноспектрального микроанализа минералов на фтор // Журн. аналит. химии. – 1980. – Т. 35. – Вып. 8. – С. 1530–1539.
3. Маракушев А.А. Термодинамическая основа образования парагенезисов химических элементов в процессах глубинного минералообразования // Очерки физико-химической петрологии. – Вып. 5. – М., 1975. – С. 121–125.
4. Маракушев А.А. Петрогенезис и рудообразование. – М.: Наука, 1979. – 263 с.
5. Никольский Н.С. Флюидный режим эндогенного минералообразования. – М.: Наука, 1987. – 199 с.
6. Рахимов И.Р., Салихов Д.Н. Коллизионный магматизм Западно-Магнитогорской зоны Южного Урала // Вестник Академии наук Республики Башкортостан. – 2014. – № 1. (в печати).
7. Холоднов В.В., Бушляков И.Н. Галогены в эндогенном рудообразовании. – Екатеринбург: УрО РАН, 2002. – 394 с.

ГИПЕРГЕННЫЕ СУЛЬФАТЫ В КАРЬЕРЕ ШЕРЛОВОГОРСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ

О.С. Русаль

Научный руководитель профессор Г.А. Юргенсон

Институт природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН, г. Чита, Россия

Изучение сульфатов становится актуальной задачей в связи с увеличением объемов поступления техногенной серы в окружающую среду. Источниками поступления серы выступают колчеданные месторождения, отвалы, хвостохранилища, искусственные водоемы.

Гипергенным минералам посвящены работы российских и зарубежных ученых: Е.В. Белогуб, Е.П. Щербаковой, Н.К. Никандровой, Л.К. Яхонтовой, В.П. Зверевой, В.Н. Авдониной, Н.П. Юшкина, А.Р. Файзинова, С.Б. Бортниковой, О.Л. Гаськовой, В.В. Чарыковой, В.Г. Кривовичева, Г.А. Юргенсона, J.L. Jambor, R.W. Boyle, K.-D. Grevel, J. Majzlan, I-Ming Chou, Robert R. Seal, D.K. Nordstrom, C.N. Alpers, D.L. Bish, D.T. Vaniman, A. Wang, J.J. Freeman, L. Jolliff, A.D. Fortes, Дж.Д. Дэна, Э.С. Дэна, Ч. Пэлач и др.

Эти минералы были найдены в США, Канаде, Чили, Австрии, Словакии, Польше, Румынии, Бельгии, Германии, Украине, Китае, Японии, Австралии.

В России сульфаты находили на Урале на горелых отвалах Челябинского угольного бассейна, Блявинского, Гайского, Дегтярского, Александринского, Бабарькинского, Летнего месторождений; на Дальнем Востоке: на окисленных сульфидно-оловянных рудах Комсомольского рудного узла, Фестивального, Перевального, Солнечного и Придорожного месторождений; в Забайкалье: на Ключевском, Бом-Горхонском и Шерловогорском месторождениях.

Шерловогорское олово-полиметаллическое месторождение расположено в юго-восточной части Забайкалья. После прекращения разработки месторождения Сопка Большая сформировался карьер с искусственным водоемом на его дне; стенки карьера, подвергаясь воздействию атмосферных осадков,

интенсивно разрушаются с образованием осыпей и выносом поверхностными потоками и подпочвенными водами растворенных в них продуктов разрушения руд и вмещающих горных пород. Часть растворенных в воде минералов осаждаются на испарительных геохимических барьерах, в виде выцветов, корочек, натёчностей белого, желтого, голубого оттенков (рис. 1) [4].

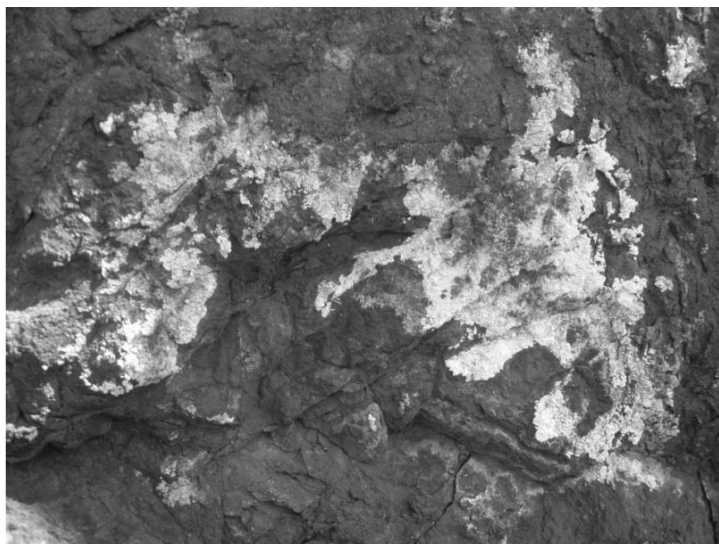


Рис. 1. Внешний вид минеральных ассоциаций сульфатов в карьере Шерловгорского олово-полиметаллического месторождения

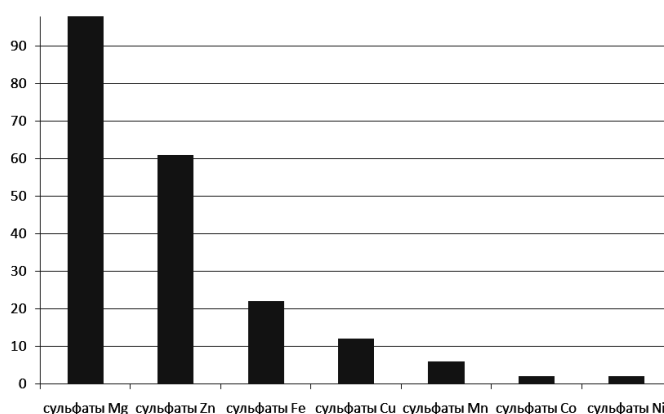


Рис. 2. Частота встречаемости сульфатов в карьере Шерловгорского месторождения

Впервые эти минералы были обнаружены Г.А. Юргенсоном в 2005 году, на урезе воды и стенках карьера [3]. Современное минералообразование в карьере отличается большим многообразием сульфатов с различным количеством кристаллогидратной воды, от 1 до 7 и до 22 молекул воды. Общая формула выражается в виде $Me^{2+}SO_4 \cdot nH_2O$, где Me^{2+} – Mg, Zn, Cu, Fe^{2+} , Mn^{2+} , Ca, Co^{2+} , Ni^{2+} ; $n=1-7$; или $Me^{2+}Me^{3+}(SO_4)_4 \cdot nH_2O$, где Me^{2+} – Mg, Fe^{2+} ; Me^{3+} – Al^{3+} , $n=22$. Сульфаты представлены группами: кизерита, роценита, халькантита, гексагидрита, эпсомита, галотрихита и боннатитом. По частоте встречаемости сульфатов в карьере месторождения лидирующее место занимают сульфаты магния, вторую позицию занимают сульфаты цинка, редко встречаются сульфаты кобальта и никеля (рис. 2).

Гипергенные сульфаты образуются на испарительных геохимических барьерах в засушливую погоду в результате пересыщения растворов, проходящих сквозь толщи пород. Среди новообразованных минералов встречаются малоизученные и редкие минералы. К таким можно отнести боннатит $CuSO_4 \cdot 3H_2O$, найден в ассоциации с халькантитом и сидеротилом, химизм его не изучен, впервые был описан В.Н. Авдониным в составе продуктов дегидратации халькантита на отвалах Гайского месторождения и на горелых отвалах Челябинского угольного бассейна на Урале [1]. Найден ганнингит $ZnSO_4 \cdot H_2O$ с повышенным содержанием железа, а также и другие члены кизеритового ряда: сомольнокит $FeSO_4 \cdot H_2O$, смиктит $MnSO_4 \cdot H_2O$ и кизерит $MgSO_4 \cdot H_2O$. Все они образуются в смеси друг с другом и являются изоморфными минералами, – так, двухвалентное железо, магний, марганец могут заменять цинк в ганнингите. Таким образом, природный ганнингит уже будет иметь более сложную формулу [2]. Найденные малоизученные минералы группы роценита: роценит, старкеит, бойлеит, илезит и эплоуит. Совместное присутствие их в изучаемых образцах указывает на

общность условий образования. Парагенезис их сложный, они образуют изоморфные смеси между собой и другими гидратами сульфатов тех же металлов.

Литература

1. Белогуб Е.В., Щербакова Е.П., Никандрова Н.К. Сульфаты Урала: распространенность, кристаллохимия, генезис. – М.: Наука, 2007. – 160 с.
2. Сергутская О.С. Ганнингит в гидрогенном осадке Шерловогорского месторождения // Структура литосферы и геодинамика: Материалы XXV Всероссийской молодежной конференции. – Иркутск: Институт земной коры СО РАН, 2013. – С. 65–67.
3. Юргенсон Г. А., Сергутская О. С. Сульфаты магния и цинка в продуктах современного минералообразования из временных водотоков на техногенном делювии в прибрежной зоне водоема Шерловогорского карьера // Минералогия и геохимия ландшафта горнорудных территорий. Современное минералообразование: Труды II Всероссийского симпозиума с международным участием и VIII Всероссийских чтений памяти А. Е. Ферсмана. – Чита, 2008. – С. 133–138.
4. Sergutskaya O.S., Yurgenson G.A. The modern magnesium and zinc sulphates of the Sherlovogorsk tin-poly-metallic mine // *Geology and Resources*. — 2010, – Vol. 19. – Supp. 1. – P. 4–6.

УРАН И ТОРИЙ В УГЛЯХ ИРАНА В.И. Рыбалко

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

При сжигании углей вместе с выбросами в атмосферу большого объема различных газов в окружающую среду поступают значительные количества токсичных и радиоактивных элементов. Объективная оценка поступления радиоактивных элементов в окружающую среду может быть основана только на информации об уровнях накопления, закономерностях распределения и условиях концентрирования этих элементов в исходном веществе (угле). Ранее радиогеохимические исследования углей Ирана не проводились в связи с незначительными объемами угледобычи и низкими требованиями к экологической безопасности на момент освоения угольных месторождений.

На территории Исламской Республики Иран выделено два крупных угольных бассейна: Табасский и Эльбурсский, а также ряд угленосных районов: Северо-Хорасанский, Мерагинский и Кашан-Исфаханский (рис.). Угли имеют триас-юрский возраст, запасы и прогнозные ресурсы углей по состоянию на 1984 год составляют 36 млрд. тонн, марочный состав углей изменяется от газовых жирных (ГЖ) до антрацитов (А) [1].

С целью оценки содержаний урана и тория в углях Ирана проводилось опробование угольных месторождений и углепроявлений. Всего было отобрано 610 проб углей и угле вмещающих пород из 34 угольных объектов. Отбор проб производился бороздовым способом вкrest простирания угольного пласта по направлению от кровли к почве. Основным количественным методом определения U и Th являлся инструментальный нейтронно-активационный анализ, выполненный в ядерно-геохимической лаборатории ТПУ. Оценка средних содержаний производилась методом средневзвешенного.

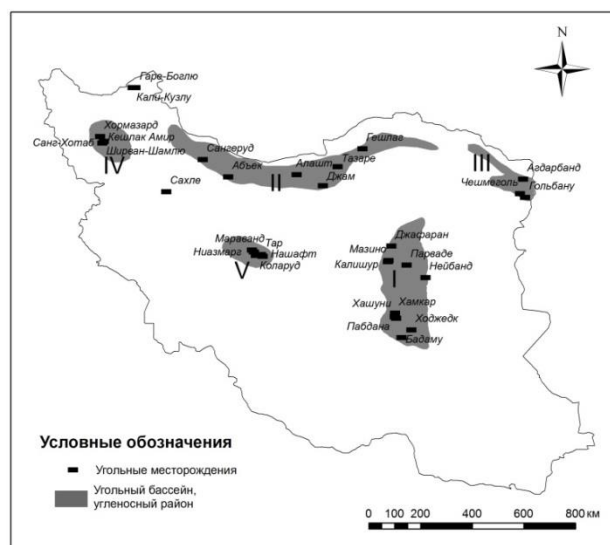


Рис. Схема размещения изученных угольных бассейнов и месторождений на территории Исламской Республики Иран

I – Табасский угольный бассейн; II – Эльбурсский угольный бассейн; III – Северо-Хорасанский угленосный район; IV – Мерагинский угленосный район; V – Кашан-Исфаханский угленосный район

Среднее содержание урана в углях Ирана составляет 1,7 г/т, тория – 5,3 г/т при зольности 24 %. Торий-урановое отношение равно 3,1 (табл.). По сравнению с мировыми данными для каменных углей [4] угли Ирана отличаются существенно повышенным содержанием тория и повышенным торий-урановым отношением. Сравнение средних данных по золе угля показывает, что зола углей Ирана существенно обеднена ураном при сопоставимом с мировыми оценками среднем содержании тория. Торий-урановое отношение (3,1) также повышено в сравнении со среднемировыми данными для углей (1,7). Данная особенность может быть связана с высокими стадиями угольного метаморфизма в Иране, в процессе которого происходит вынос углефильных элементов, в том числе и урана. Вмещающие угленосную толщу породы обогащены U и Th по сравнению с кларком для осадочных пород [2]. Торий-урановое отношение во вмещающих породах (3,2) сопоставимо с торий-урановым отношением в углях (3,1).

Максимальные содержания урана в углях зафиксированы в месторождении Чешмеголь (Северо-Хорасанский угленосный район). В угле содержания достигают 21 г/т, в золе углей – 38 г/т. Высокими концентрациями в золе характеризуются угли месторождения Гольбану (Северо-Хорасанский угленосный район): содержания в отдельных пробах достигают 43 г/т. В месторождении Чешмеголь также установлены высокие концентрации тория. В отдельных пробах содержание в угле составляет 54 г/т. Также в этом месторождении установлено максимальное содержание Th в золе в отдельно взятой пробе (98 г/т). Средние арифметические значения U и Th совпадают с содержаниями U и Th, рассчитанными как средневзвешенные величины. Медианы U и Th в углях Ирана несколько ниже средневзвешенных величин.

Таблица

Среднее содержание U и Th в углях, углевмещающих породах и золах углей Ирана, г/т

Бассейн, район	Ad, %	U			Th			Th/U	
		Уголь	Зола углей	Порода	Уголь	Зола углей	Порода	Уголь	Порода
Эльбурсский угольный бассейн	22,1	1,9	8,6	4,0	5,5	24,9	14,4	2,9	3,6
Табасский угольный бассейн	24,1	1,7	7,1	3,7	5,3	22,0	14,8	3,1	4,0
Северо-Хорасанский угленосный район	25,6	3,9	15,2	4,6	8,9	34,8	11,0	2,3	2,4
Мерагинский угленосный район	26,3	2,5	9,5	4,2	4,4	16,7	13,4	1,8	3,2
Среднее для Ирана	24,0	1,7	7,1	4,2	5,3	22,1	13,4	3,1	3,2
Среднее для мира		1,9*	15,1	3,4**	3,2*	23	7,7**	1,7	2,3

Примечание: Ad – зольность углей; * – кларк для углей мира по [4]; ** – кларк для осадочных пород [2].

Изменчивость содержаний U и Th по литорали и в разрезе до настоящего времени также не изучалась. Хотя наличие таких закономерностей неоспоримо и обусловлено различными факторами. Определяющими факторами литоральной изменчивости являются геохимические особенности и металлогения области питания. Установлено, что по мере удаления от области питания угленосной формации содержание как U, так и Th в угле отчетливо снижается. Это можно проследить на примере Табасского угольного бассейна и Северо-Хорасанского угленосного района. Для вертикального разреза угленосной толщи характерен преимущественно рост концентраций снизу вверх. На содержание элементов в углях оказали также влияние эпигенетические процессы, такие как угольный метаморфизм и гипергенное окисление углей. Было установлено, что в процессе регионального угольного метаморфизма происходит вынос из углей урана и возрастание содержаний тория, что объясняется различной миграционной способностью этих элементов. В процессе гипергенного окисления углей Ирана в большинстве случаев происходит вынос U и Th. Такая особенность является типичной для тория, однако же, с процессами гипергенного окисления часто связано накопление урана, а в отдельных случаях и образование промышленных концентраций металла [3]. Причиной выноса урана из углей могут быть неблагоприятные гидрогеологические и гидрогеохимические условия.

Таким образом, угли Ирана характеризуются пониженным содержанием урана и повышенным содержанием тория и торий-урановым отношением по сравнению с угольным кларком. Полученные результаты обусловлены тектоническими особенностями, а также особенностями геологического строения и металлогении территории.

Литература

1. Геология и полезные ископаемые зарубежных стран. Вып.1. Минерально-сырьевая база Ирана (твердые полезные ископаемые) / под ред. В.П.Орлова. – М.: ВНИИЗарубежгеология, 1993. – 300 с.
2. Григорьев Н.А. Среднее содержание химических элементов в горных породах, слагающих верхнюю часть континентальной земной коры // Геохимия. – 2003. – № 7. – С. 785–792.

3. Кисляков Я.М., Щеточкин В.Н. Роль мезозойских экзогенно-эпигенетических процессов в образовании ураноугольных месторождений // Геология рудных месторождений. – 1994. – Т. 36. – № 2. – С.148–168.
4. Ketris M.P., Yudovich Ya.E. Estimations of Clarkes for Carbonaceous biolithes: World averages for trace element contents in black shales and coals // Int. J. Coal Geol. – 2009. – V. 78. – P. 135–148.

ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА УСТЬ-КУТСКОГО И ПРЕОБРАЖЕНСКОГО ГОРИЗОНТОВ ЮГО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ НЕПСКОГО СВОДА

Н.С. Сентякова

Научный руководитель ассистент М.А. Мишенина

Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия

В настоящее время основные перспективы открытия залежей углеводородов в Непско-Ботуобинской нефтегазовой области Лено-Тунгусской провинции связаны с карбонатными венд-кембрийскими отложениями. Район исследований находится в юго-западной части Непского свода на западе Непско-Ботуобинской антеклизы.

Актуальность работы обусловлена слабой степенью изученности данных отложений и не типичностью состава нефтеносных отложений. В качестве объекта исследования выбран усть-кутский и преображенский горизонты.

Целью исследования был анализ геохимических характеристик карбонатных отложений, позволяющих обосновать геотектоническую позицию осадконакопления. В работе был исследован характер распределения ряда типоморфных элементов для карбонатных отложений (Ti, Mn, Sr, Zr, Ba), а также поведение редких и редкоземельных элементов, что позволило судить об условиях и геодинамической обстановке территории [2].

Венд-кембрийские отложения представлены скрыто- и яснокристаллическими доломитами с примесью глинистого материала и сульфатов. Микротекстуры доломитов: однородные, тонкослоистые, пятнистые. Состав пород преимущественно доломитовый (70...95%), на долю кальцита приходится 5...25%, часто встречаются отдельные зерна ангидрита, галита и гипса. Органическое вещество встречается в виде прожилков и мелких включений.

Содержания Ti, Zr и Mn можно рассматривать как типоморфные окологларковые (рис. 1). Согласно Е.Ф. Летниковой, область значений содержаний этих элементов в преображенском и усть-кутском горизонтах попадает на мелководные и переходные литолого-геохимические типы [4]. Невысокие концентрации Sr указывают на то, что, несмотря на накопления в мелководных водоемах, вода не была повышенной солености, так как в изолированных водоемах первично-осадочные доломиты имеют достаточно высокие концентрации Sr наравне с известняками. Повышенные концентрации Ba можно связывать с присутствием глинистого материала в некарбонатной составляющей породы, на сорбционном барьере которого этот элемент имеет способность осаждаться [3].

Для примесных элементов отложений усть-кутского и преображенского горизонтов характерны вышекларковые концентрации (рис.2). Как предполагает Е.Г. Гурвич, высокие содержания элементов-примесей (Cr, Ni, Cu, Co) свидетельствуют о близости источников сноса основного состава и, вероятно, о влиянии на состав осадков подводных гидротерм [1].

Распределения редкоземельных элементов представляют собой пологонаклонные кривые с небольшим обогащением легкими РЗЭ относительно тяжелых (рис. 3). Подобное распределение характерно и для «чистых» карбонатных отложений Русской и Китайской платформ, а также отложений задуговых бассейнов и континентального шельфа южного обрамления Сибирской платформы.

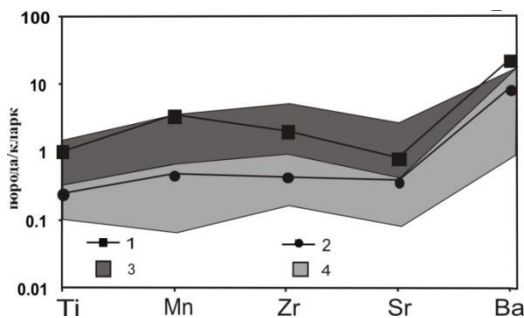


Рис. 1. Распределение типоморфных элементов в карбонатных отложениях усть-кутского и преображенского горизонтов. 1 – карбонатные отложения преображенского горизонта, 2 – карбонатные отложения усть-кутского горизонта, 3 – переходные литолого-геохимические типы, 4 – мелководные литолого-геохимические типы. Содержания элементов нормированы к кларку карбонатных пород, по А.А. Беусу [Перельман, 1989]

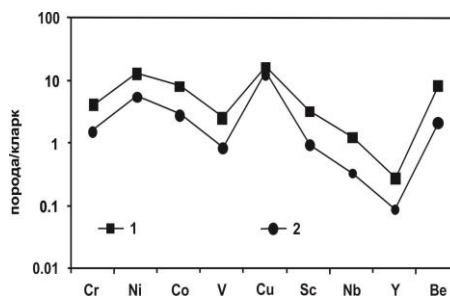


Рис. 2. Распределение элементов-примесей в карбонатных отложениях усть-кутского и преображенского горизонтов. 1 – карбонатные отложения преображенского горизонта, 2 – карбонатные отложения усть-кутского горизонта. Содержания элементов нормированы к кларку карбонатных пород, по А.А. Беусу [Перельман, 1989]

Вариации в распределении и содержании редкоземельных элементов не зависят от доломитового или кальцитового состава пород, а также от их органогенного или хемогенного генезиса. Контролирующими факторами являются глубина и скорость осадконакопления отложений. Высокие концентрации редкоземельных элементов в мелководных карбонатных отложениях с минимальным содержанием терригенной примеси могут свидетельствовать о низкой скорости седиментогенеза [2]. Для реконструкций условий седиментогенеза карбонатных пород привлекательно отношение LREE к HREE (рис. 4). С увеличением доли обломочного материала возрастает доля LREE, а с ее уменьшением – падает общее содержание РЗЭ, но возрастает доля HREE [2]. Так, отношение LREE/HREE в карбонатных отложениях усть-кутского и преображенского горизонтов изменяется в достаточно широком диапазоне (от 4 и более) и соответствует пассивной континентальной окраине.

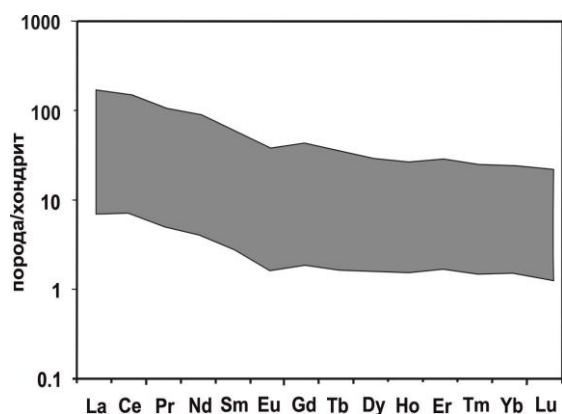


Рис. 3. Распределение редкоземельных элементов карбонатных отложений усть-кутского и преображенского горизонтов, нормированных к хондриту [Boynon, 1984]

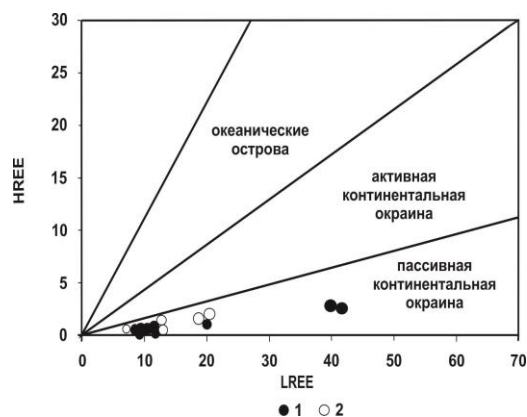


Рис. 4. Соотношение легких и тяжелых редкоземельных элементов. 1 – карбонатные отложения усть-кутского горизонта, 2 – карбонатные отложения преображенского горизонта.

Примечание: LREE – легкие редкоземельные элементы (La+Ce+Pr+Nb+Sm), HREE – тяжелые редкоземельные элементы (Gd+Tb+Yb+Lu)

По результатам исследований можно сделать следующие выводы. Область значений преображенского и усть-кутского горизонтов по распределению Ti, Mn, Zr, Sr, Ba соответствует мелководному и переходному литолого-геохимическим типам. Невысокие концентрации Sr говорят о невысокой солёности вод, повышенные содержания Ba – о присутствии глинистого материала. Элементы-примеси указывают на близость источников сноса основного состава. По отношению LREE/HREE венд-кембрийские отложения относятся к пассивной континентальной окраине.

Литература

1. Гурвич Е.Г. Металлоносные осадки Мирового океана. – СПб: ВНИИОкеангеология, 1987. – 387 с.
2. Летникова Е.Ф. Распределение РЗЭ в карбонатных отложениях различных геодинамических типов (на примере южного складчатого обрамления Сибирской платформы) // Доклады академии наук. – Москва, 2002. – Т. 393. – № 2. – С. 235–240.
3. Летникова Е.Ф., Кузнецов А.Б. и др. Вендская пассивная континентальная окраина юга Сибирской платформы: геохимические, изотопные (Sr, Sm-Nd) свидетельства, данные U-Pb датирования детритовых цирконов // Геология и геофизика. – Новосибирск, 2013. – Т. 54. – №. 10. – С.1507–1529.
4. Летникова Е.Ф., Кузнецов А.Б. и др. Геохимические и изотопные (Sr, С, О) характеристики венд-кембрийских карбонатных отложений хр.Азыр-Тал (Кузнецкий Алатау): Хемостратиграфия и обстановки седиментогенеза // Геология и геофизика. – Новосибирск, 2011. – Т. 52. – №. 10. – С.1466–1487.

ХИМИЧЕСКАЯ НЕОДНОРОДНОСТЬ ГРАНАТОВ – ПОКАЗАТЕЛЬ УСЛОВИЙ ИХ ОБРАЗОВАНИЯ

С.А. Сильянов

Научный руководитель профессор Е.А. Звягина
Сибирский федеральный университет, г. Красноярск, Россия

Наиболее полное представление об обстановке минералообразования несет химический состав минерала и неоднородность распространения того или иного компонента в нем. Как известно, отложение вещества на геохимическом барьере происходит с определенной скоростью, соответственно, стадии минералообразования отражаются в составе индивида. Вследствие этого может формироваться химическая зональность, мозаичность или иная неоднородность минерала. Д.П. Григорьев по этому поводу заметил, что макростроение минералов замечалось по физическим особенностям – по окраске, другим кристаллооптическим

свойствам, по распределению включений, при том, что строительные части были непременно различны и по химическому составу. По его словам, химическая зональность минералов общеизвестна и достигает иногда такой амплитуды, что в одном индивиде оказывается представленной разными зонами чуть ли не полная серия твердых растворов [2]. В свете этого видится необходимость детального изучения химического состава индивидов в группах минералов, отличающихся многокомпонентным и переменным составом.

Гранаты относятся к тем немногочисленным метаморфическим минералам, по составу или изменению состава которых можно судить об условиях метаморфизма. Альмандин является главным компонентом метаморфических гранатов. Богатые гроссуляром гранаты характерны только для карбонатных пород и метасоматических образований, связанных с процессами метаморфизма. Пироповый минал является хорошим индикатором вариаций температур и давлений. Для низко- и среднетемпературных условий метаморфизма характерны весьма низкие содержания MgO, не превышающие, как правило, 3...4 %. Увеличение пиропового компонента отражает повышение температуры и (или) давления. Содержание пироба в метаморфических гранатах редко достигает 40...50 % и только в условиях очень высоких температур и/или давлений при метаморфизме. Богатые спессартином гранаты (до 15...25 % MnO) наиболее характерны для низкотемпературных фаций метаморфизма.

Зональность гранатов является важным признаком, позволяющим оценить изменение термодинамических условий метаморфизма. Для оценки термодинамических факторов метаморфизма рудного поля было выполнено 144 анализа краевых и 161 анализ центральных зон граната. Микрорентгеноспектральный анализ выполнен на микрозонде Camebax Micro в Институте геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН (г. Новосибирск). Пересчет химического состава образцов на кристаллохимические формулы произведен катионным методом. На основании полученных формульных коэффициентов рассчитан минальный состав образцов гранатов.

Анализ классификационной диаграммы состава гранатов показывает, что центры большинства исследованных образцов имеют преимущественно спессартин-альмандиновый состав, в то время как краевые зоны образцов тяготеют к альмандиновому составу. Гроссуляр-альмандиновый и гроссуляр-спессартин-альмандиновый состав в равной степени присущ как краевым, так и центральным зонам. Как видно, образцы имеют в своем составе главным образом спессартин и альмандин, к тому же, от центра к краю содержание альмандина увеличивается. Вероятно, в процессе роста зерен степень метаморфизма возрастала [3].

Размещение образцов на диаграмме Д.А. Великославинского (1972) плотное, подавляющее большинство точек расположено ниже границы зоны ставролита и субпараллельно ей, т.е. развитие и рост зерен происходили в зоне граната кианитового типа (рис. 1). Разделение центральных и краевых зон показывает, что формирование всех зерен происходило в зоне граната кианитового типа. Однако некоторое количество зерен могло заканчивать свой рост уже в зоне ставролита андалузитового типа. На диаграмме А.И. Сизых (1987) [6] образцы разместились в зоне, отвечающей эпидот-амфиболитовой фации (рис. 2). Причем, распределение образцов на диаграмме показательно также в плане разделения условий зарождения зерен и условий окончания их роста. Анализы краевых и центральных зон расположены субпараллельно относительно друг друга, краевые зоны ориентированы в сторону увеличения степени метаморфизма. Это свидетельствует о незначительном повышении температуры и давления на заключительных стадиях образования зерен.

В некоторых участках рудного поля в гранатах отмечается повышенное содержание CaO (до 23,6 % грандитового минала), свидетельствующее о метасоматическом изменении вмещающих пород [3], либо с повышением давления при метаморфизме. На прогрессивных стадиях метаморфизма осадочных толщ создается значительное увеличение доли флюида за счет непрерывной дегидратации. В частности, В.В. Хлестов показал, что при длительном прогрессивном метаморфизме могут развиваться значительные давления флюида, превышающие литостатические [4].

Изучение изменения среднего химического состава от центра к краям показывает, что в целом для образцов свойственна прямая изохимическая зональность. Зональность такого рода определяется возрастанием содержания FeO и MgO от центра кристалла к периферии, при одновременном падении содержания MnO и росте магнезиальности. Действительно, по данным средних значений (центральные зоны: Alm – 62 %, Pyg – 4,5 %, Sps – 21,5 %, магнезиальность – 0,03; краевые зоны: Alm – 69 %, Pyg – 6,2 %, Sps – 11,2 %, магнезиальность – 0,05) обнаруживается прямой тип зональности. Зональность отнесена к изохимической на основании несопряженного изменения содержания MnO и MgO. Прямая зональность, отражает прогрессивность метаморфических реакций, в результате которых состав граната смещается в сторону разностей, бедных спессартином. Этот факт подтверждает приведенные выше гипотезы о повышении температуры и давления при росте зерен граната [1].

Все изученные микрозондовые профили зерен граната можно условно разделить на два типа: с прямой и сложной зональностью. Гранаты прямой зональности характеризуются типичным уменьшением содержания MnO, скомпенсированным увеличением FeO от центра к краям зерна. В этом типе выделяются два подтипа усложненной прямой зональности: с асимметрией основного «горба», а также профили с повышенным содержанием FeO в ядре. В профилях сложной зональности можно выделить так называемый нетривиальный вид. Гранаты этого вида характеризуются явной «пилообразной» зональностью. Сюда же можно отнести профили гранатов, ядра которых имеют прямой тип зональности, в то время как к краям зерен наблюдается увеличение содержания MnO, т.е. к краю зерна происходит смена прямой зональности на обратную.

По данным О.В. Авченко прямой тип зональности указывает на возрастание степени метаморфизма и соответствует породам низких и средних ступеней метаморфизма, что объясняется следующим образом. При низких температурах метаморфизма времени его недостаточно для гомогенизации граната, т.е. скорость перемещения внешних граней кристалла, растущих за счет реакций с внешней средой, больше скорости

диффузии компонентов, поступающих из внутренних зон к периферии кристалла или снаружи во внутренние зоны, следовательно, формируется химическая зональность гранатов. С увеличением температуры метаморфизма возрастает скорость диффузии компонентов, что приводит к гомогенизации гранатов и исчезновению зональности, сформированной на предыдущих низкотемпературных этапах метаморфизма.

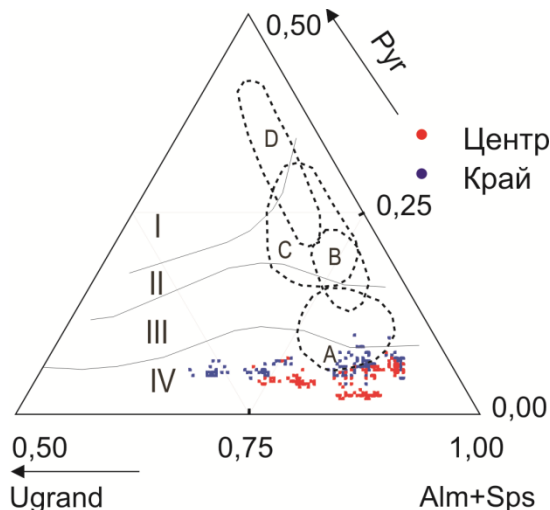


Рис. 1. Состав гранатов на диаграмме Д.А. Великославинского (1972). Поля составов граната метаморфизма кианитового типа: I – гранулитовая фация, II – зона силлиманита, III – зона ставролита, IV – зона граната; поля составов граната метаморфизма андалузитового типа: A – зона ставролита, B – зона первого силлиманита, C – зона второго силлиманита, D – зона гиперстена

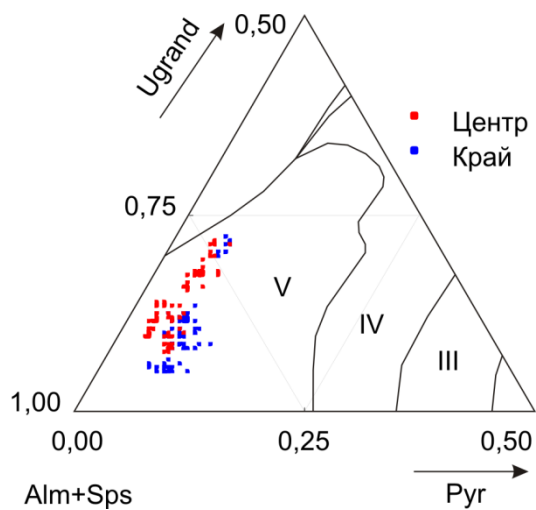


Рис. 2. Состав гранатов на диаграмме А.И. Сизых (1987). Поля составов граната: III – силлиманит – альмандин - ортоклазовой субфации, IV – дистен-альмандин-мусковитовой и ставролит-дистен-альмандиновой субфации амфиболитовой фации, V – эпидот-амфиболитовой фации

Таким образом, породы рудного поля были подвергнуты региональному метаморфизму кианитового типа эпидот-амфиболитовой фации. Температурный диапазон, отвечающий прямой зональности, составляет 300...650°C, при давлениях от 3 кбар. Более точное определение температур и давлений возможно по геологическим термобарометрам. Однако для исследований с их помощью необходима информация о химизме других минералов переменного состава.

Литература

1. Авченко О.В. Петрогенетическая информативность гранатов метаморфических пород. – М.: Наука, 1982. – 104 с.
2. Григорьев Д. П. Рассуждения о минералогии. – Сыктывкар: Геопринт, 1998. – 88 с.
3. Дир У.А., Хауи Р.А., Зуссман Дж. Породообразующие минералы: перевод с англ. / под редакцией В.П. Петрова. – М., «Мир», 1965. – 372 с.
4. Добрецов, Н. Л. Фации метаморфизма / Н. Л. Добрецов, В.В. Ревердатто, В.С. Соболев, В.В. Хлестов и др. – М.: Недра, 1972. – 432 с.
5. Перчук Л.Л., Лаврентьева И.В., Аранович Л.Я. и др. Биотит-гранат-кордиеритовые равновесия и эволюция метаморфизма. – М.: Наука, 1983. – 197 с.
6. Сизых А.И. Докембрий Бирюсинского метаморфического пояса. – Иркутск: Изд-во Иркут. ун-та, 1987. – 240 с.
7. Сизых А.И., Буланов В.А. Кристаллохимизм породообразующих минералов: уч. пособие. – Иркутск: Изд-во Иркут. ун-та, 2005. – 218 с.

ОСОБЕННОСТИ РУДОФОРМИРУЮЩИХ ПРОЦЕССОВ АКИТКАНСКОГО УРАНОВОРУДНОГО РАЙОНА

В.Ю. Сычев

Научный руководитель заведующий лабораторией Н.В. Владыкин
Институт геохимии им. А.П. Виноградова СО РАН, г. Москва, Россия
ФГУПП «Урангеологоразведка», г. Иркутск, Россия

Аkitканский урановорудный район в структурном плане соответствует одноименному раннепротерозойскому вулканогену в составе Северо-Байкальского вулканического пояса, сформированного в краевом обрамлении архейско-раннепротерозойского Ангарского кратона Сибирской платформы на границе с

Байкало-Патомской орогенной области. Вулканический пояс сформировался в зоне активизированного в протерозое долгоживущего краевого шва Сибирской платформы. Его фундаментом служат метаморфизованные сложно складчатые первично-осадочные и вулканогенно-осадочные образования нижнепротерозойской чуйской толщи. Вулканоген сложен континентальными осадочными и вулканическими породами кислого и среднего состава повышенной щелочности (от фельзитов до трахидацитов, трахиандезитов и андезитов), объединённых в акитканскую серию (малокосинская и хибеленская свиты) нижнего протерозоя. Вулканы акитканской серии и прорывающие их интрузивы с перерывом в осадконакоплении и угловым несогласием перекрыты терригенно-карбонатными толщами рифея и нижнего кембрия, широко проявленными по обрамлению Сибирской платформы к западу от Аkitканского хребта.

В структурах вулканического пояса главенствующую роль играют продольные глубинные долгоживущие разломы как в проявлении вулканоплутонической деятельности, так и в последующей истории его тектонического развития. Эти разрывные нарушения представляют собой крупные структурные швы, иногда с широко проявленными процессами полифазального метаморфизма и ультраметаморфизма, характерных для линейных зон смятия. К таким структурным швам относятся Даванская зона смятия, Миньский, Западно-Аkitканский и другие разломы. Последний проходит вдоль западной фронтальной части вулканогенного пояса, отделяя его от структур Сибирской платформы. Эти глубинные продольные разломы в сочетании с поперечными северо-западными зонами – Домугдинской, Дорожнинской и другими создают мозаично-блоковое строение Аkitканского вулканогена, обусловленное дифференцированными тектоническими движениями. В размещении урановородных тел решающая роль принадлежит локальным разрывным нарушениям. Основными рудовмещающими структурами являются крутопадающие разрывные нарушения северо-западного и северо-восточного простирания, мелкие крутопадающие трещины скола, отрыва и пологие межпластовые зоны срыва, контакты литологических разностей пород.

В пределах Аkitканского УРР выявлено два месторождения – Безымянное и Альий Парус, 50 рудопроявлений и порядка 220 аномалий радиоактивности. Известные рудные объекты объединены в 9 рудных узлов, наиболее перспективные из которых на выявление промышленного уранового оруденения являются: Кутимский, Безымянский, Домугдинско-Черепанеховский, Окунайский и Большеминьский.

Эпигенетическими гидротермально-метасоматическими процессами разной степени интенсивности охвачены все без исключения вулканогенно-осадочные образования, слагающие рудные поля.

Урановые проявления Аkitканского урановородного узла генетически тесно связаны между собой едиными гидротермально-метасоматическими процессами, но различаются их интенсивностью, приуроченностью к различным стадиям этих процессов, структурным и литологическим контролем оруденения и, как следствие, масштабами проявленного оруденения. Морфология рудных тел трещинно-жильная, пластообразная и штокверкоподобная в круто и пологозалегающих рудных зонах.

Урановородный процесс характеризуется многофазными гидротермально-метасоматическими изменениями, в первую очередь масштабным щелочным метасоматозом продуктивных толщ.

В Западно-Аkitканской зоне разломов продуктивными предрудными процессами являются калишпатизация с апатитом и гематитом. В калишпатовых метасоматитах развивается преимущественно браннеритовая минерализация (месторождение Безымянное). Рудные тела – жилы и штокверки. На них накладываются более поздние богатые настуран-карбонатные жилы. Метасоматическое и жильное окварцевание не только сопровождает этот урановородный процесс, но широко проявлено и в заключительную пострудную стадию. Миньская зона разломов характеризуется натровым метасоматозом с образованием альбита, граната, актинолита, биотита и гематита. В отдельных крутопадающих зонах породы представляют собой альбититы с содержанием Na_2O до 11,8 мас. % с включениями гематита, хлорита, актинолита и наложенным окварцеванием. Практически повсеместно с этим метасоматозом связаны процессы зеленокаменных изменений пород с новообразованиями эпидота и хлорита. Для альбититов характерна настурановая минерализация с коффином и, реже, браннеритом. Морфология рудных тел на участках Парусном и Дорожном пластообразная и жильно-штокверковая, далее к северу – жильная и штокверко-жильная.

Возраст урановой минерализации определен от 600 до 1600 млн. лет. Элементами-спутниками урана являются свинец и ванадий, при этом все породы участков специализированы на U, Th, Mo, Pb, Sn. Их средние содержания превышают кларки для кислых пород в 3...5 раз, но самостоятельных рудных концентраций эти элементы не образуют.

На месторождении Безымянном метасоматическая калишпатизация достаточно интенсивно проявлена вдоль тектонических нарушений, которые создают структурные рамы месторождения, а также в тектонических блоках между ними. Более локально проявлены минеральные ассоциации предрудной стадии – кварц-апатит-гематит-хлоритовые метасоматиты с кальцитом. Урановородный процесс первой (ранней) стадии проявлен выделением браннерита, коффинита и сопутствующих – циркона, монацита, ксенотима, рутила в ассоциации с кварцем, серицитом, хлоритом и гематитом. Второй (поздней) стадии предшествовало подновление тектонических структур с последующим образованием настурана, коффинита совместно с пиритом, халькопиритом, галенитом, флюоритом и карбонатом. Завершился рудный процесс образованием брекчий на кварцевом цементе и целой сети кварцевых прожилков светлой окраски с пиритом и флюоритом, иногда с золотом. Необходимо отметить, что на месторождении Безымянном, на участке зоны «Западной» от узла сочленения её с зоной «Верхней» урановые руды комплексные, золото-урановые. Рудные тела жильной морфологии повсеместно содержат повышенные и, участками, промышленные (от 1 до 150,3 г/т) содержания золота. В разрезе золотоносность прослежена до глубины 370 м.

Характерными и наиболее масштабными рудными объектами в альбититах являются месторождение «Алый Парус», рудопроявления Парусное и Аномальное, локализованными в толще псефито-псаммитовых (до агломератовых) туфов средне-умеренного кислого состава с небольшими лавовыми потоками андезитодацитовых и фельзит-дацитовых порфиров. Рудное поле расположено в южной части Гольцовской брахиантиклинали и находится в узле пересечения субмеридиональной Миньской зоны разломов с северо-западной Черепаниховской. Структурным элементом Миньской зоны разломов является Нижняя ураноносная тектоническая зона, по-видимому, рудоподводящая. Она состоит из отдельных швов расщеливания, брекчирования, дробления вмещающих туфов с интенсивными процессами альбитизации, окварцевания, гематитизации, эпидотизации, хлоритизации, сульфидизации, карбонатизации, флюоритизации, серицитизации, оталькования, гидрослюдизации последних. Мощность тектонизированных и измененных пород достигает в плане 300...400 м. Зона контролирует урановорудные залежи месторождения Алый Парус.

Основным рудным минералом Домугдинско-Черепаниховского рудного поля является настуран, в подчиненном количестве присутствует браннерит. Богатые концентрации урана, превышающие 1 %, на Аномальном рудопроявлении, как и на Безымянном месторождении, обусловлены наличием настуран-карбонат-хлоритовых жил.

История геологического развития изучаемого района, в целом, показывает, что на протяжении всего нижнего протерозоя Аkitканская структура существовала как циклично развивающаяся рудно-магматическая система, имеющая глубинные корни, о чем свидетельствует мощное и длительное проявление субщелочного вулканизма трещинного типа и субвулканитов. Закономерным завершением вулкано-магматической деятельности явились процессы позднепротерозойской протоактивизации, выразившиеся в подновлении глубинных разломов, которое сопровождалось основным субщелочным магматизмом – распространением силлов и даек чайского комплекса в рудоносных тектонических структурах.

Ураноносные натриевые и калиевые метасоматиты с промышленными концентрациями урана известны на докембрийских кристаллических щитах и на территории срединных массивов раннего заложения, и связаны с эпохами тектоно-магматической активизации – для первых и позднего орогенеза – для вторых. Несмотря на серьезные различия в геологической истории урановорудных провинций, тектонические условия формирования месторождений в орогенных геосинклиналино-складчатых областях сходны с условиями в активизированных областях. Поэтому урановорудные формации в щелочных метасоматитах, несмотря на некоторые отличительные особенности, типичны как для стадий активизации консолидированных территорий, так и для поздних стадий развития складчатых зон.

Литература

1. Голева Р.В. Принципы систематики урановорудных объектов прогнозирования и поисков в свете современных представлений о природе гидротермального процесса // *Материалы по геологии урановых месторождений*, выпуск 86. – Москва, 1984. – 186 с.
2. Крупеников В.А. Геологическое положение урановых месторождений в натриевых метасоматитах и проблемы их генезиса // *Основные проблемы уранового рудообразования: Материалы II Всесоюзного совещания по вопросам уранового рудообразования*. – М., 1987. – С. 22–26.
3. *Метасоматизм и рудообразование* / под ред. Ю.В. Казицина. – М.: Недра, 1975. – 280 с.

ЛИТОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКАЯ НЕОДНОРОДНОСТЬ ПЕРМСКИХ И ВЕРХНЕКАМЕННОУГОЛЬНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОГО СКЛОНА ЮЖНО-ТАТАРСКОГО СВОДА

Р.Р. Хазиев, Э.И. Фахрутдинов

Научный руководитель профессор Н.Г. Нурғалиева

Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань, Россия

Пермские отложения относятся к одному из наиболее изучаемых стратиграфических объектов в России и, в частности, в Республике Татарстан. Это обусловлено как историей стратиграфии, так и минерагеническим значением пермских отложений, выступающих резервуарами природных битумов и других нерудных полезных ископаемых.

В настоящей работе опробуется хемотратиграфический подход, то есть рассматриваются вариации содержания химических элементов и их отношений как индикаторы стратификации для слабоизученных пермских разрезов с плохо сохранившимися фаунистическими остатками на северо-восточном склоне Южно-Татарского свода.

Объектами исследования явились скважины 158-Т, 85-Т, 93-Т, расположенные в пределах северо-восточного склона ЮТС (рис.). Первичное описание керна сохранилось в геологических журналах, послуживших для составления первоначальных литологических колонок скважин. Корректность стратиграфической привязки описанных отложений проверялась путем сопоставления текстовых описаний и карт распространения пермских отложений различного возраста [2, 3].

По данным измерений были построены кривые вариаций содержания химических элементов и их отношений по разрезам. Литостратиграфические границы в основном согласуются с хемотратиграфическими границами, выделенными по кривым распределения элементов.

Выделение седиментационных циклов в разрезах было произведено на основании использования терригенных и хемогенных литохимических компонентов, а также по данным гамма-каротажа, который был проведен, к сожалению, не во всех частях разрезов.

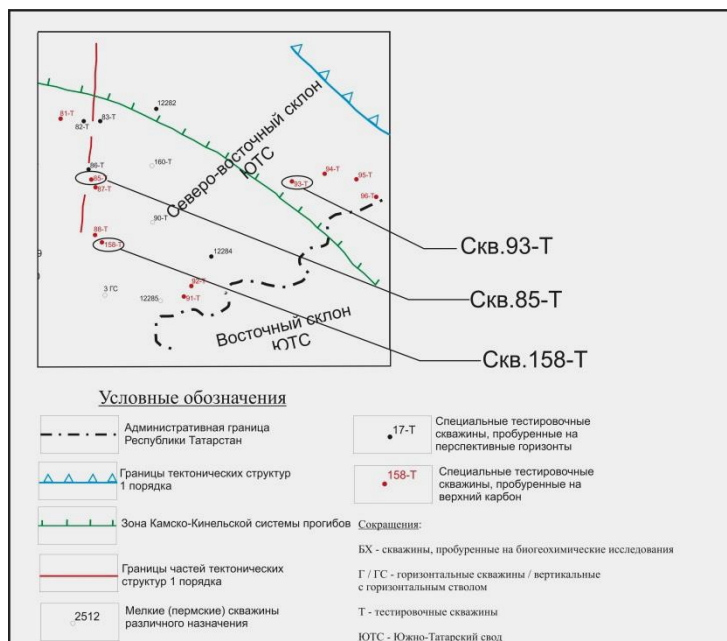


Рис. Карта-схема с расположением скважин

В результате выявляются семь циклов седиментации в скважинах 158-Т, 85-Т; и 93-Т, охарактеризованные с применением терминов секвенс-стратиграфии [1].

Таким образом, в ходе проведенных исследований была получена литохимическая зональность и циклизация нижнепермских разрезов на территории северо-восточного склона Южно-Татарского свода на основе данных, полученных методом РФА. Полученные зоны и циклы укладываются в существующие общие представления об эволюции осадконакопления в конце позднего карбона и на протяжении ранней перми, характеризующейся сменой биохемогенного и хемогенного осадконакопления в позднем карбоне, ассельском и сакмарском веках на терригенное осадконакопление в уфимском веке [2].

Литература

1. Габдуллин Р.Р., Копаевич Л.Ф., Иванов А.В. Секвентная стратиграфия: Учебное пособие. – М.: МАКС Пресс, 2008. – 113 с.
2. Геология Татарстана: Стратиграфия и тектоника. – М.: ГЕОС, 2003. – 402 с.
3. Сементовский Ю.В. Условия формирования месторождений минерального сырья в позднепермское время на востоке Русской платформы. – Казань: Таткиноиздат, 1973. – 256 с.

ОРГАНИЧЕСКОЕ ВЕЩЕСТВО ГОРЮЧИХ СЛАНЦЕВ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

Р.Р. Ханипова, А.А. Ескин

Научный руководитель доцент Э.А. Королёв

Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань, Россия

Углисто-глинистые сланцы в последнее время пользуются повышенным вниманием многих геологов. Это обусловлено, с одной стороны, их нефтегенерирующим потенциалом, с другой, – содержанием рассеянных химических элементов, при определенных условиях способных образовывать залежи полезных ископаемых [1, 2]. И в том, и в другом случае основной компонентой пород, делающей их потенциально значимыми, является органическое вещество. Поэтому при изучении сланцев, в первую очередь, определяется состав и содержание углерода и его соединений.

На территории Среднего Поволжья относительно мощные толщи углисто-глинистых сланцев локализованы в отложениях верхнеюрского возраста Ульяновской области и западной части Республики Татарстан. Породы залегают на незначительной глубине, образуют выдержанные по простиранию пласты мощностью до 5,0 м, хорошо прослеживающиеся вдоль правого берега реки Волга от села «Большие Тарханы» до села «Сланцевый рудник».

Углисто-глинистые сланцы характеризуются темно-серой, участками переходящей в черный цвет, окраской, пелитовой структурой, неясно-слоистой текстурой, хорошо выраженной сланцеватостью. По данным оптико-микроскопических и рентгенографических исследований, породы сложены преимущественно глинистыми частичками, представленными смешанослойными иллит-монтмориллонитовыми образованиями, хлоритом и мусковитом, между которыми заземлено органическое вещество. В пелитовой массе присутствует 10...20 % аллотигенных зерен кварца, альбита и микроклина алевроитовой размерности. Помимо минеральных компонентов сланцы обогащены органическими остатками морских животных (рострами белемнитов, раковинами аммонитов и др.). Из аутигенных минералов широко развит пирит, образующий различные по размерам и форме агрегаты. Углистые сланцы секутся многочисленными субвертикальными трещинками, некоторые из них выполнены черным органическим веществом. Наличие в полостях разрывных нарушений углеродистых выделений свидетельствует о том, что в процессе литогенеза пород происходило активное

перераспределение органической компоненты, то есть, на момент литификации, в сланцах существовали подвижные углеродистые соединения, способные к миграции и вторичной концентрации. Для определения генезиса углерода наиболее представительные образцы изучаемых пород были исследованы на предмет соотношения в них изотопов ^{12}C и ^{13}C , а также содержания общего количества органического и неорганического углерода. Значения со знаком “минус” указывают на то, что образец содержит меньше ^{13}C , чем стандарт (легче стандарта), значение со знаком “плюс” – больше, чем стандарт.

Полученные результаты показали, что в углисто-глинистых сланцах содержание органического углерода достигает 40 %. При этом преобладают легкие изотопы ^{12}C , указывающие на его преимущественно биохомогенное происхождение (табл.). Учитывая аноксидную геохимическую обстановку в период седиментации и литификации углисто-глинистых осадков, можно предположить, что образование органического вещества осуществлялось при активном участии анаэробных микробных сообществ. Последние в процессе своей жизнедеятельности, перерабатывая растительную и животную биомассу, вполне могли обогащать породы легкими изотопами ^{12}C . Утяжеление углерода в раковинах морских животных (неорганический углерод) обусловлено, с одной стороны, вынужденным извлечением ^{13}C плавающими организмами непосредственно из морской воды, с другой – способностью скелетных форм долгое время сохраняться в захороненном состоянии без существенных изменений. Благодаря внешнему защитному слою из органо-минерального вещества, раковины сохраняют исходное соотношение легких и тяжелых изотопов углерода, приобретенное при жизни моллюсков.

На основании полученных данных можно считать, что рассеянное органическое вещество углисто-глинистых сланцев представлено, в основном, продуктами биохомогенного преобразования растительно-планктонных остатков колониями анаэробных микроорганизмов. Косвенно это подтверждает и значительное количество фрамбоидального пирита (2...3 %), распространенного в рассматриваемых породах.

Таблица

Содержание изотопов углерода в органическом и неорганическом веществе углисто-глинистых сланцев

Образец	Органический углерод		Неорганический углерод	
	Общее С, %	$\delta^{13}\text{C}$	Общее С, %	$\delta^{13}\text{C}$
1	22,2466	-10,34781	14,5334	0,10058
2	39,7480	-3,74303	38,0599	0,78185

Для детализации фракционного состава углеродистых соединений было проведено изучение углисто-глинистых сланцев с помощью термического анализа. На полученных термограммах видно, что при последовательном повышении температуры обжига пород в них происходят различные термические преобразования (рис.). Для удобства интерпретации данных, на рисунке представлены две кривые: термогравиметрическая (ТГ), показывающая изменение массы образца при нагреве, и кривая дифференциально-сканирующей калориметрии (ДСК), отображающая характер поглощения (эндозэффект) и выделения (экзоэффект) тепла. На данных термограммах интерес представляет область в интервале температур 150...600°C.

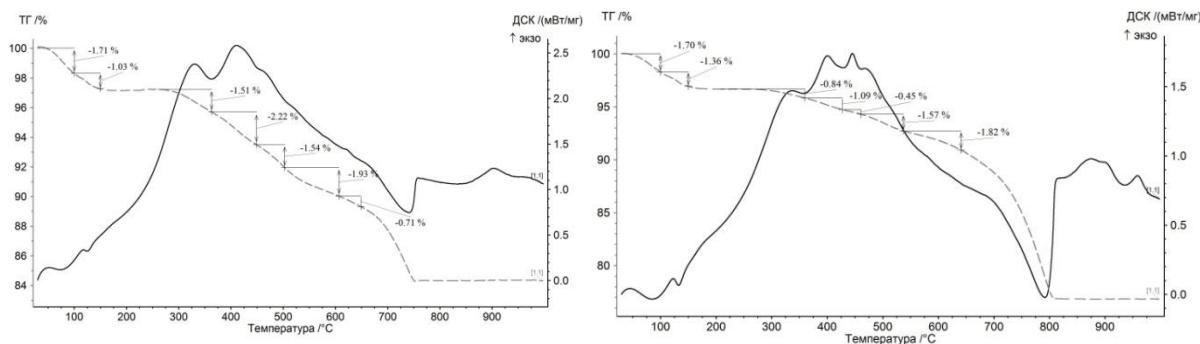


Рис. Результаты термического анализа углисто-глинистых сланцев: а – образец 1; б – образец 2

На начальной стадии распада, в диапазоне 260...320°C, по-видимому, происходит вскипание легких фракций углеводородов [4]. Учитывая высокое содержание в составе углисто-глинистых сланцев метановой компоненты (до 49,6 % [3]), можно считать, что первый экзотермический эффект обусловлен выделением из пород CH_4 . Одновременно при температурах свыше 300°C происходит конденсация смолистых веществ с переходом их в полужидкое состояние, то есть идет процесс битуминизации. Основная масса сланцевой смолы образуется в интервале температур 320...450°C. В условиях быстрого повышения температуры в рабочей камере нагрева прибора образующаяся смола испаряется и уходит в виде пара. Процесс массовой перестройки углеродного скелета керогена при его переходе в пластичное состояние протекает при 380...400°C и полностью заканчивается при 450°C. Вскипание сланцевой смолы сопровождается выделением тепла и, как следствие,

появлением на ДСК следующих экзоэффектов в интервале термоокислительной деструкции средних фракций углеводородов [4]. При температурах выше 400°C из сланцев, наряду со смолой, начинают выделяться тяжелые углеводороды, количество которых в породах по данным [3] доходит до 1,3 %. Пик их вскипания приходится на 450...480°C, что отмечается следующим экзоэффектом на ДСК. Начиная с 500°C пиролиз органического вещества вступает в свою завершающую фазу. Происходит полукоксование тяжелой смолы и других реликтов термобитумов. Из-за небольших содержаний водорода и кислорода в продуктах пиролиза углисто-глинистых сланцев последующее повышение температуры обжига пород свыше 500°C не приводит к существенным выделениям газообразных веществ. В результате, на общем спаде кривой ДСК выделяются лишь два небольших по интенсивности экзоэффекта в области 510...520°C и 560...580°C, сопровождающиеся потерей массы на кривой ТГ. Их появление вызвано образованием кокса и разложением керита.

Таким образом, сложная конфигурация кривой ДСК в интервале температур 150...600°C свидетельствует о поликомпонентном составе углеродистых соединений в углистых сланцах и о многоступенчатом пиролизе органического вещества. Преобладающими первичными компонентами являются липидные составляющие в керогене, на что указывает изотопный состав углерода, а также легкие и тяжелые нефтеподобные фракции, вторичными – сланцевые смолы, являющиеся основными составляющими термобитумов, кокс и керит. Выход летучих веществ при сжигании пород составляет 8...12 %. Из них легких углеводородов – до 49,6 %, сланцевых смол – до 10 %, тяжелых углеводородов – до 1,3 %. Значимый выход нефтеподобных фракций в процессе обжига углистых сланцев обусловлен наличием в органической массе пород высокого содержания водорода (до 10,6 % [3]). Именно его присутствие способствует ожигению углеродистых соединений с образованием различных по составу и температуре кипения сланцевых смол. Последовательно образующиеся углеводороды, вскипающие в различных, хотя и перекрывающихся, температурных интервалах, создают условия для непрерывного выделения парогазовой смеси, что определяет энергетическую ценность углисто-глинистых сланцев Среднего Поволжья. Пары углеводородов и неконденсируемых газов (CO₂, CO, H₂, N₂, H₂S), генерируемые в процессе пиролиза органического вещества, в совокупности и обуславливают относительно высокую теплоту сгорания рассматриваемых пород (2,5...6,8 МДж/кг). Это позволяет рассматривать горючие сланцы в качестве потенциального энергетического топлива.

Литература

1. Баранова Н.М., Варшалл Г.М., Велюханова Т.К. Комплексообразующие свойства природных органических веществ и их роль в генезисе золоторудных месторождений // Геохимия. – Москва, 1991. – № 12. – С. 1799–1804.
2. Буряк В.А. Проблема генезиса черносланцевых толщ и развитого в них золотого, платиноидного и прочих видов оруденения // Тихоокеанская геология. – Хабаровск, 2000. – Т. 19. – № 1. – С. 118–129.
3. Геология Татарской АССР и прилегающей территории в пределах 109 листа. Ч.2 / под ред. В.А. Чердынцева и Е.И. Тихвинской. – Московское геолог. управл.: Изд-во ГОНТИ, 1939. – Вып. 31. – 204 с.
4. Термический анализ минералов и горных пород / Иванова В.П., Касатов Б.К., Красавина Т.Н., Розина Е.Л. – М.: Недра, 1974. – 399 с.
5. Юдович Я.Э., Кетрис М.П. Геохимия черных сланцев. – Л.: Наука, 1988. – 272 с.

СВЯЗЬ БИОТИЧЕСКИХ СООБЩЕСТВ И МИРА МИНЕРАЛОВ

А.В. Царева, Е.Е. Барабашева

Забайкальский государственный университет, г. Чита, Россия

Породы и минералы играют основную роль в жизнедеятельности биоты как субстрат для обитания, минералогические добавки к пище, орудия действия, материал для строительства жилищ и прочее. В то же время, отмирая, биота служит материалом, для построения минералов как в виде окаменевших остатков, так и непосредственно как строительный материал для роста новых минералов. Процесс фоссилизации протекает в весьма разнообразных формах.

Если рассматривать живую и неживую природу с точки зрения жизненных функций, возникают еще более тесные связи между ними. Каждый кристалл может расти. При этом сначала на его поверхности осаждается небольшая группа атомов, образуя «колонию» или «кристаллический зародыш». К его контуру присоединяются новые атомы и зародыш начинает разрастаться. Рост кристалла происходит в результате захвата новых примесей, состав и признаки которых передаются от «предковых форм генетически».

Регенерация (восстановление утраченной конечности) и залечивание ран широко распространено среди животных. Подобно живым организмам среди кристаллов также возможны регенерация как отдельных фрагментов, так и большей части утраченного кристалла, а также «залечивание» различных дефектов и трещин.

В настоящее время на основе выращивания синтетических агрегатов проводятся исследования генетической памяти кристаллов, которые «помнят» к какому разряду они относятся и строят себя и себе подобных по определенным кристалло-физическим законам. Им свойствен также эффект хранения информации или запоминания предшествующей формы, способность «разумно» приспосабливаться к внешним условиям.

Связанные энергией взаимодействия атомы колеблются в узлах кристаллической решетки. Даже при снижении температуры кристалла до абсолютного нуля колебания, называемые в физике нулевыми, не исчезают. Они являются важнейшим свидетельством «жизни» кристалла, необходимым условием его существования. При

контакте с минералами излучаемая ими энергия влияет на биологические клетки и ткани живых организмов, происходит взаимообмен энергетикой и информацией.

Что касается строения минералов, то можно сказать, что они имеют «скелет» в виде кристаллической решетки и даже своеобразную «кровеносную» систему – направленный поток электронов, поддерживаемый разностью потенциалов.

Непременным признаком жизни кристалла является самодиффузия, которая выражается в том, что составляющие кристалл атомы периодически меняют свои места, колеблются и меняют положения равновесия, «блуждая» по кристаллической решетке. При этом свойства и структура кристалла остаются неизменными, происходит только флуктуация энергии.

Таблица

Сравнительная функциональная связь мира минералов и биотических сообществ

Минералы и горные породы	Живые организмы
1. Имеют кристаллический зародыш	1. Имеют зародыш в виде эмбриона
2. Способность роста путем присоединения новых атомов	2. Способность роста путем деления клеток
3. Способность размножения путем фрагментации (траванты, агаты)	3. Способность размножения бесполом (деление, почкование, фрагментация, споруляция) и половым (портогенез, живорождение) путем
4. Усталость в результате взаимодействия электрических, механических и электрохимических процессов	4. Усталость организма при физических и умственных нагрузках
5. Способность отдыхать при снятии нагрузок, а также в условиях, приравненных к генетическим	5. Способность отдыхать при снятии физических и умственных нагрузок в спокойной среде обитания
6. Способность болеть при помещении в неблагоприятную среду или при получении отрицательной энергетики	6. Способность болеть при попадании в неблагоприятную или вирусную среду или при получении отрицательной энергетики
7. Присутствует процесс старения, выражаемый в микрорастрескивании субстанций	7. Присутствует процесс старения в результате замедления жизненных функций
8. Смерть в результате статической усталости и полного разрушения кристаллов	8. Смерть в результате остановки жизненных функций
9. Способность издавать звуки, предупреждая о предельных нагрузках, опасных для «жизни» кристалла	9. Способность издавать звуки, предупреждая об опасности и в процессе общения
10. Наличие генетической памяти и памяти формы	10. Наличие различных видов памяти
11. Способность приспосабливаться к внешним условиям	11. Способность приспосабливаться к внешним условиям
12. Захват и передача по наследству основополагающих признаков	12. Генетическая наследственность от предковых форм
13. Регенерация обломленных частей кристалла, способность залечивать раны и трещины	13. Регенерация оторванных конечностей, способность залечивать раны
14. Колебательная энергия взаимодействия, энергия в виде диффузии, энергетические излучения, вибрации в волновой форме	14. Энергия взаимодействия (общение), колебательная энергия взаимодействия, энергетические излучения, вибрации в волновой форме
15. Наличие «скелета» (кристаллическая решетка) и «кровеносной системы» (поток электронов)	15. Наличие скелета и кровеносной системы
16. Наличие дефектов строения кристаллов	16. Наличие дефектов строения живого тела
17. Проявление активности минералов по отношению к живым организмам (внутреннее и внешнее)	17. Проявление активности живых клеток по отношению к различным минералам (внутреннее и внешнее)
18. Способность к передвижению	18. Способность к передвижению
19. Способность «дышать»	19. Способность дышать
20. Ритмичная пульсация	20. Пульсация сердечной мышцы
21. Наличие собственной ауры	21. Наличие собственной ауры

Среди минеральных агрегатов очень распространено явление дефектности – отклонения от идеальной правильности в строении кристалла. Одни дефекты предписаны законами физики (кристалл обязан их иметь в качестве непреходящих признаков «жизни»), другие возникают в силу различных случайностей при его росте или в процессе «службы» человеку. Именно в дефектах сосредоточены вся сила и слабость камней, транспортные магистрали, способность приспосабливаться к условиям окружающей среды и реагировать на внешние явления. Благодаря наличию дефектов кристалл удерживает память о событиях, невольным участником которых он был.

Еще в 20-х годах прошлого столетия академик А.Ф. Иоффе и физик П. Эренфест пришли к выводу, что при большой нагрузке на кристаллы происходит их деформация, сопровождаемая звуком. Причина тому – появление в кристалле новых дефектов (полостей и трещин), вследствие которых спектр издаваемого им звука изменяется. В процессе внутреннего «прослушивания» кристаллов осуществляется ранняя диагностика их «заболеваний».

Строение минерала стабильно, пока он находится в «родной» генетической среде (месте своего образования). При изменении условий существования форма кристаллов начинает изменяться, и он постепенно стареет, разрушается и умирает. Усталость минералов возникает в результате сложного взаимодействия электрических, механических и электрохимических процессов и выражается в микрорастрескивании. Статическая усталость приводит к постепенному старению и последующему умиранию кристаллов.

Минералы способны болеть в силу несоответствия условий среды для их существования, либо принимая отрицательную энергетику живых организмов. Для восстановления сил и отдыха минералов их необходимо поместить в среду, близкую к условиям места их образования.

Известны факты не только роста минералов, но и размножения путем фрагментирования (поверхность камня намокает, на ней появляется выпуклость, разрастающаяся со временем, которая впоследствии откальвается от материнской особи). Местные жители называют подобные образцы тровантами.

Французские исследователи-геологи А. Решар, П. Эсколье и биолог А. Демон после изучения пород, взятых в разных точках земного шара, выяснили, что камни обладают подобием процессов жизнедеятельности, только очень замедленных. По их мнению, структура минералов способна меняться с возрастом, более того – присутствует дыхание. На один «вдох» уходит от трёх дней до двух недель, а каждый «удар сердца» длится около суток. Фотографируя камни с большими временными промежутками, учёным удалось установить, что некоторые индивиды способны даже к самостоятельному передвижению. Они движутся в одиночку и группами медленно, порой зигзагообразно, преодолевая десятки метров пути и оставляя хорошо видимые борозды в песчаном грунте. Сам процесс движения зафиксировать не удалось, и объяснения феномена блуждающих камней пока нет.

Если проанализировать все вышеперечисленные функции кристаллов и сопоставить их с функциями живых организмов, то провести грань между живой и неживой природой достаточно сложно.

Таким образом, можно говорить о том, что для планеты Земля минералы и горные породы, так же как и биотические сообщества, выполняют роль информационных узлов или узлов сознания.

Литература

1. Кривенко В.В., Хмелевская А.В., Потенба Г.П. Литотерапия. – М.: Педагогика-Пресс, 1994. – 222 с.

БЛАГОРОДНО-МЕТАЛЬНАЯ МИНЕРАЛИЗАЦИЯ В ОЛИВИНОВЫХ КЛИНОПИРОКСЕНИТАХ ИДЖИМСКОГО ГАББРО-ПЕРИДОТИТ-ПИРОКСЕНИТОВОГО КОМПЛЕКСА (ЗАПАДНЫЙ САЯН)

Т.Ю. Черкасова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Объектом исследования автора является благородно-метальная минерализация, обнаруженная в оливиновых клинопироксенитах из габбро-дунит-перидотитового иджимского комплекса Верхнеамьельского рудного района. Предполагаемым источником сноса обломков пород, представленных оливиновыми клинопироксенитами, является небольшой массив, расположенный в 7–8 км на юго-восток от хорошо изученного Калнинского массива, имеющего в своем составе породные ассоциации, близкие по составу к отобранным образцам. Образцы, содержащие минералы платиновой группы (МПГ) изучались на базе МИНОЦ «Урановая геология» Томского политехнического университета на электронном сканирующем микроскопе Hitachi S3400N (оператор С.С. Ильенок).

Макроскопически оливиновые клинопироксениты имеют свежий облик и характеризуются грязно-зеленым цветом с незначительными темными прожилками частично замещенного серпентином оливина. Размеры зерен которого варьируют в пределах от 2 до 4 мм. Текстура пород плотная, однородная и массивная. Структура панидиоморфная, средне-крупнозернистая. Содержание оливина достигает 10 %. Клинопироксен представлен диопсидом и слагает основной объем пород, размер его зерен колеблется в пределах от 3 до 6 мм. Аналогичные малоизмененные диопсидиты, слагающие поздние дайки в дунит-гарцбургитовых породах офиолитовой серии, описаны в Калнинском массиве А.Д. Еханиным [1]. Данных о присутствии в них благородно-метальной минерализации зафиксировано не было.

В оливиновых клинопироксенитах визуальна установлена сульфидная вкрапленность, составляющая от 8 до 10 % от объема пород. Сульфидные зерна хаотично распределены в породе и встречаются как в клинопироксене, так и на границе с оливином. Состав их неоднороден и представлен в большей степени халькопиритом, пирротинном и пентландитом, в меньшей степени борнитом. Наряду с названными минералами отмечаются миллерит и ковеллин. Сфалерит и галенит зафиксированы в виде единичных спорадических зерен.

Палладиевая минерализация фиксировалась как в виде совместных сростаний с платиновой фазой в зерне халькопирита, заключенным в пентландит (рис), так и в виде самостоятельной фазы теллурида палладия в халькопирите. Она представлена теллуридом палладия с примесью ртути, по составу близкому к темагамиту

Pd_3HgTe_3 , теллуридом палладия и платины; сульфидом палладия и платины, близким по составу к купериту $(\text{Pt,Pd})\text{S}$ или бреггиту $(\text{Pt,Pd})\text{S}$ (рис.). Сходная рудная минерализация отмечалась в оливиновых клинопироксенитах Дзелятышорского массива Урала [2] и интерпретирована авторами находок как проявление нового малосульфидного золото-платинометалльного типа рудной минерализации. По мнению А.М. Пыстина с соавторами [2] Дзелятышорский массив по своему геологическому строению, химическому составу породообразующих минералов, геохимическим особенностям не может быть отнесен к офиолитам, среди которых он залегает, и рассматривается авторами как фрагмент либо расслоенного интрузива, либо как часть платиноносного дунит-пироксенит-габбрового комплекса уральской ассоциации. Состав благородно-металльной минерализации Дзелятышорского массива весьма разнообразен: самородное золото (Au), самородное серебро (Ag), бреггит $(\text{Pt,Pd})\text{S}$, котульскит PdTe , высочкит (PdS) . В изученных оливиновых клинопироксенитах установлены: самородное золото (Au), самородный мышьяк As с примесями Co и Ni, самородное серебро (Ag), аварит (Ni, Fe) , цинкистая латунь (Cu, Zn) .

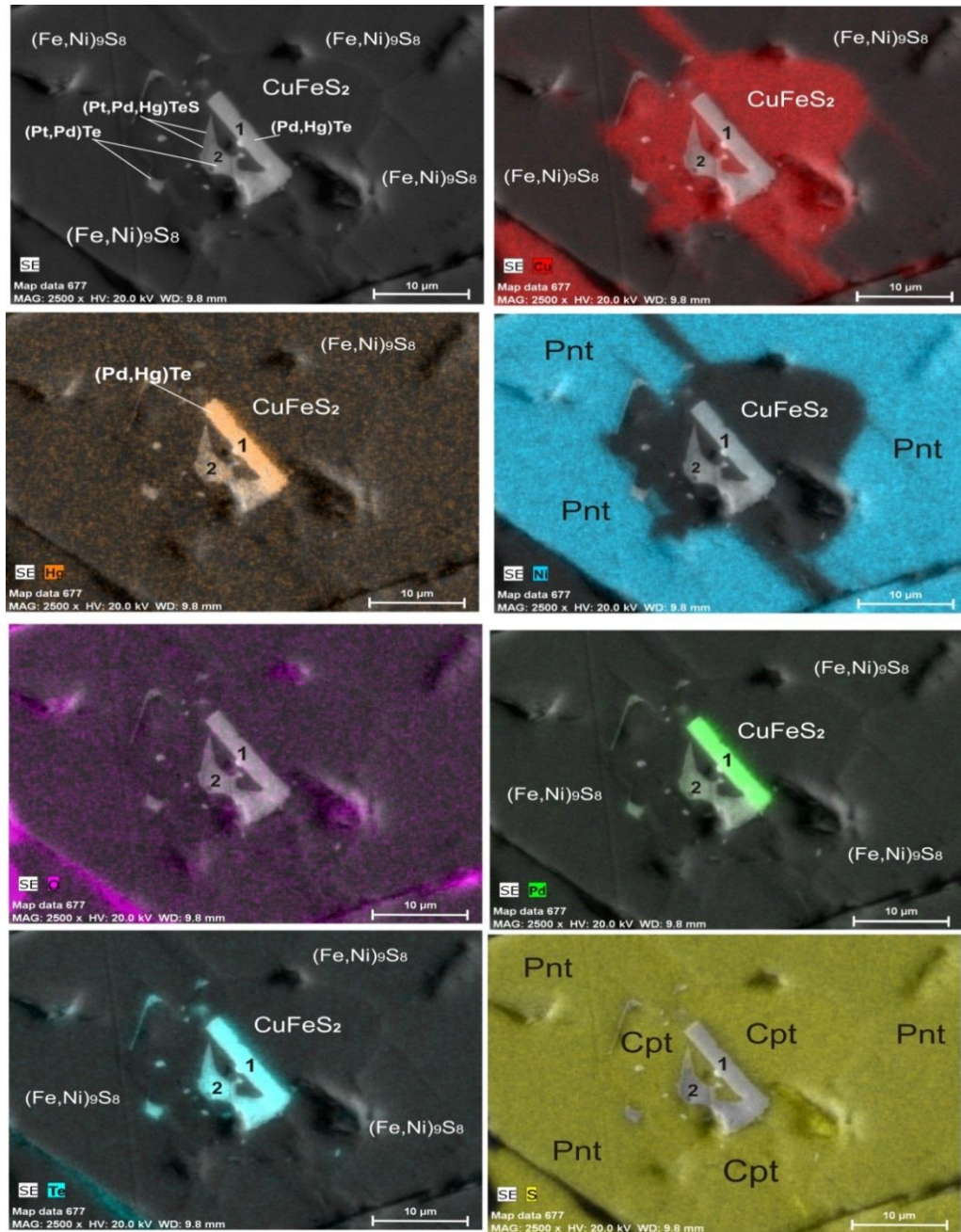


Рис. Карта компонентного состава фрагмента рудного зерна, вмещающего благородно-металльную минерализацию. Cpt – халькопирит, Pnt – пеннландит; 1 – теллурид палладия с примесью ртути, 2 – теллурид платины и палладия

Такое обилие и разнообразие самородных металлов и их сплавов, а также присутствие в минералах, содержащих платину и палладий, примеси ртути могут свидетельствовать о высокой степени флюидонасыщенности металлоносных растворов и их восстановительном характере. Полученные результаты свидетельствуют о нахождении минералов платиновой группы не только в хромититах, которые являются традиционным источником платиноидов в мафит-ультрамафитовых массивах Верхнеамьельского рудного района, но и в оливиновых клинопироксенитах.

О перспективности данного района на присутствие благороднометальной минерализации известно уже с 50-ых гг. прошлого века. В это время А.В. Крюковым [1] в россыпях р. Кална были установлены следующие платиноиды: осмистый иридий (OsIr), рутениридосмин (RuIrOs), изоферроплатина (Pt₃Fe), тетроферроплатина (PtFe), железистая платина, туламинит (Pt₂FeCu), ферроникельплатина (Pt₂FeNi), высоконикелистая платина (Pt(FeNi)₂), спериллит (PtAs₂), потарит (PtHg), а также сульфиды, сульфоарсениды, теллуриды, арсениды, антимониды палладия и родия. Затем, в 2003 г., А.П. Кривенко, М.Ю. Подлипский [1] при проведении поисковых работ на хром в пределах Калнинского массива во вкрапленных хромититах диагностировали спериллит (PtAs₂), различные сплавы Pt-Fe-Ni, палладий, содержащий антимонид (Pd₂CuSb), и осартит ((Os,Ru)AsS). С появлением современных способов диагностики вещества открываются новые возможности для получения данных о распределении МПП и условиях формирования благородно-метальной минерализации в мафит-ультрамафитовых комплексах различной природы. На основании проведенных исследований показано, что источником своеобразной платинометальной минерализации в россыпях Западного Саяна являются не только хромититы, но и оливиновые клинопироксениты в массивах калнинского типа.

Работа выполнена при финансовой поддержке Томского политехнического университета Проект ВИУ_ИПР_114_2014.

Литература

1. Еханин Д.А. Геология и рудоносность Калнинского ультрабазитового массива (Западный Саян) // Автореферат. Дис. ...канд. геол.-минер. наук. – Красноярск, 2010. – 23 с.
2. Пыстин А.М., Пыстина Ю.И., Генералов В.И., Потапов И.Л. Новый тип золото-платинометалльного оруденения на Полярном Урале // Известия Коми НЦ Уро РАН. – Сыктывкар, 2010. – Т. 3. – № 2. – С 48 – 53.

ВАРИАЦИИ ВЕЛИЧИНЫ ЦЕРИЕВОЙ АНОМАЛИИ В КРЕМНЕВЫХ ПОРОДАХ ЮЖНОГО СИХОТЭ-АЛИНЯ

В.Э. Черников

Научный руководитель профессор И.В. Кемкин

Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток, Россия

На основании многочисленных данных по распределению редкоземельных элементов (РЗЭ) в современных донных осадках и древних кремнисто-глинистых породах рядом исследователей рассчитаны средние величины Се аномалии для различных океанических фациальных зон. Так, для пелагических осадков, накапливающихся в 400 км зоне от спрединговых хребтов, величина Се аномалии ($Se/Se^* = (Se \text{ обр./Ce NASC}) / (0,5 (La \text{ обр./La NASC}) + 0,5 (Pr \text{ обр./Pr NASC}))$, где NASC – североамериканский композитный сланец, изменяется от 0,14 до 0,36 и в среднем составляет 0,29 (существенная отрицательная аномалия). Для осадков абиссальных районов средняя величина составляет 0,55 (разброс значений от 0,23 до 1,06) – умеренная отрицательная аномалия. Для приконтинентальных областей седиментации среднее значение Se/Se^* равняется 1 (от 0,90 до 1,20), т. е. слабо отрицательная и положительная аномалии.

С целью выяснения фациальных условий формирования кремневых образований Сихотэ-Алиня были выполнены определения содержаний РЗЭ и элементов-примесей в этих породах методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (ИСП МС). Фрагмент разреза кремневых образований обнажен в борту безымянного ручья – 4 правого притока р. Беневка. Здесь на толеитовых базальтах СОХ-типа залегают собственно кремни, постепенно переходящие выше по разрезу в глинистые кремни, а затем в кремнистые аргиллиты, которые, в свою очередь, также постепенно сменяются аргиллитами, далее алевролитами и, наконец, переслаиванием алевролитов и песчаников.

Результаты геохимического изучения кремневых пород показали, что величина отрицательной Се аномалии (Se/Se^*) в ряду кремней – кремнистый аргиллит закономерно уменьшается от 0,34 до 0,92 (табл., рис.), свидетельствуя о том, что накопление этих пород осуществлялось в пелагической области палеоокеана, но в разных ее частях. Самая нижняя часть кремневого разреза (первые 4 м) накапливалась в пределах 400 км зоны от спредингового хребта. Вышележащие кремни (следующие 3 м), в соответствии с величиной Se/Se^* , формировались в пелагиали, но в непосредственной близости от 400 км зоны.

Для наращивающих разрез выше кремней и сменяющих их глинистых кремней (следующие 18 м) по величине Se/Se^* последовательно реконструируется обстановка пелагиали и переходной части пелагиали к приконтинентальной области седиментации. Последним 12 м кремневого разреза, в пределах которых глинистые кремни постепенно сменяются кремнистыми аргиллитами, по геохимическим характеристикам соответствует часть палеоокеана, непосредственно примыкающая к приконтинентальной области седиментации (вероятно, зона перегиба и верхняя часть океанического склона желоба). Для пород этой части разреза отмечается слабо выраженная отрицательная Се аномалия.

Полученные значения Ce аномалии и других, не рассмотренных здесь геохимических характеристик (соотношений основных петрогенных элементов между собой и с РЗЭ), показывают, что накопление кремневых пород Беневого разреза осуществлялось на первых этапах в прилегающей к спрединговому хребту зоне, затем в пределах абиссальной равнины, а завершилось в краевой части палеоокеана, непосредственно примыкающей к приконтинентальной области седиментации.

Таблица

Состав и содержания РЗЭ в кремневых породах Беневого разреза, мг/кг

Элемент	Образец								
	Бе-15/1	Бе-15b/1	Бе-15c/1	Бе-14/1	Бе-12/1	Бе-10/1	Бе-8/1	Бе-6/1	Бе-4/1
La	20.77	11.49	9.09	16.13	11.11	23.86	32.28	22.28	26.54
Ce	16.49	13.95	13.98	22.69	17.48	46.66	71.68	49.78	59.08
Pr	5.10	3.25	2.12	2.55	1.69	5.62	8.41	6.30	7.23
Nd	19.85	13.05	8.38	9.93	6.22	20.66	30.92	23.56	26.48
Sm	3.36	2.57	1.77	1.97	1.17	3.80	5.28	4.39	4.54
Eu	0.65	0.63	0.42	0.43	0.25	0.78	1.12	0.88	0.85
Gd	2.53	2.26	1.65	1.79	1.05	3.42	4.52	3.91	4.08
Tb	0.31	0.34	0.23	0.22	0.13	0.39	0.54	0.47	0.52
Dy	1.61	1.82	1.19	1.11	0.61	2.00	2.74	2.41	2.95
Ho	0.30	0.36	0.21	0.21	0.11	0.35	0.50	0.46	0.58
Er	0.79	0.96	0.59	0.58	0.27	1.09	1.40	1.32	1.67
Tm	0.12	0.14	0.08	0.08	0.04	0.17	0.21	0.19	0.24
Yb	0.78	0.83	0.58	0.50	0.29	1.13	1.41	1.32	1.64
Lu	0.10	0.11	0.07	0.07	0.04	0.15	0.19	0.18	0.22
∑ (сумма)	72.76	51.76	40.36	58.26	40.46	110.08	161.20	117.45	136.62
Ce/Ce*	0.34	0.49	0.69	0.75	0.85	0.87	0.94	0.91	0.92
Lan/Cen	2.87	1.88	1.48	1.62	1.45	1.17	1.03	1.02	1.02
La/Lu	207.70	104.45	129.86	230.43	277.75	159.07	169.89	123.78	120.64

Примечание: La_n/Ce_n – отношение нормированных к NASC содержаний лантана и церия.

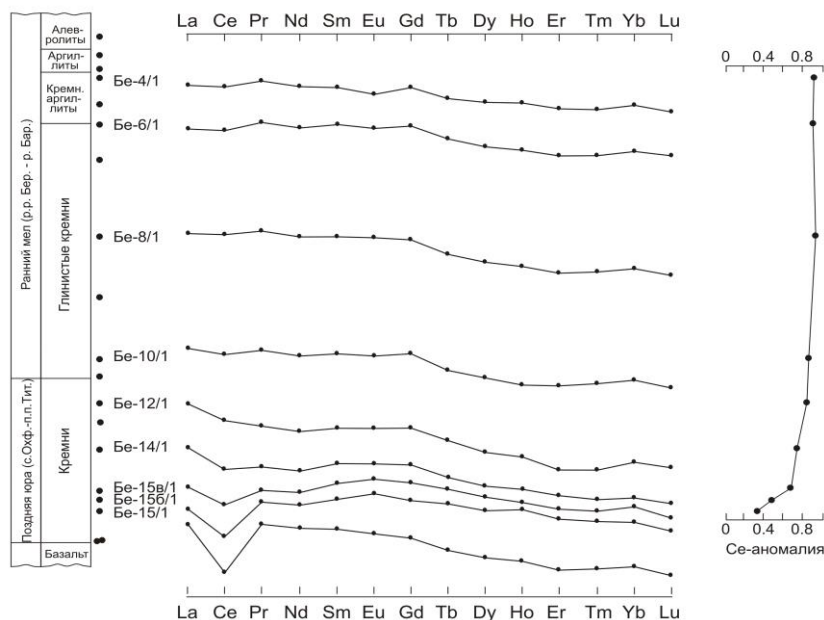


Рис. Нормированные к NASC спектры РЗЭ в кремневых породах Беневого разреза и величины Ce аномалии

Последовательная смена фациальных обстановок в процессе формирования кремневых пород рассматриваемого разреза убедительно свидетельствует в пользу спрединга океанического дна и дрейфа палеоокеанической плиты вместе с накапливающимися на ней кремнистыми осадками, которые перемещали рассматриваемый стратиграфический разрез через различные океанические фациальные зоны. Присутствие палеоокеанических образований (кремневых пород) в современной структуре континентальной окраины связывается с частичной аккрецией фрагментов осадочного чехла палеоокеанической плиты к окраине континента в ходе ее субдукции.

**ПЕТРОХИМИЧЕСКАЯ АТТЕСТАЦИЯ ГЛАВНЫХ ПЕТРОГРАФИЧЕСКИХ
РАЗНОВИДНОСТЕЙ ГОРНЫХ ПОРОД КИЯ-ШАЛТЫРСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ****Т.Д. Шалисман****Научный руководитель профессор А.М. Сазонов
Сибирский федеральный университет, г. Красноярск, Россия**

Изучен химический состав и проведена петрохимическая аттестация горных пород Кия-Шалтырского месторождения по нескольким разведочным профилям. Петрохимическая характеристика пород выполнена на основе сопоставления их химических составов с химическими составами стандартных образцов по [2 – 5].

Главные петрографические разновидности пород Кия-Шалтырского массива представлены мезократовым полосчатым габбро (центральное тело плутона), лейкократовым трахитоидным габбро (восточная ветвь) и уртитам (западная ветвь). Менее распространены пироксениты, якупирангиты, ийолиты, ийолит-уртиты, осложняющие структуру интрузии в ее эндоконтактах. Многочисленные петрографические разности субщелочных и фельдшпатоидных дайковых пород распространены в интрузии и вмещающих породах.

Среди всех имеющихся анализов пород Кия-Шалтырского месторождения для аттестации были выбраны уртиты, ийолит-уртиты, ийолиты, пироксениты, габбро, лабрадорит.

Уртиты залегают в краевой и юго-западной частях. К центру массива они непосредственно, либо через узкие линзообразные останцы вмещающих пород контактируют с габброидами. По отношению $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$ уртиты относятся как к натриевому, так и к калиево-натриевому типам щелочности. Содержания породообразующих оксидов (SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , MgO , CaO , Na_2O , K_2O) в ведомостях анализов уртитов Кия-Шалтырского массива попадают в интервалы значений граничных концентраций породообразующих оксидов стандартных составов уртитов (Петрографический кодекс, 2009).

Ийолит-уртиты образуют полосы шириной от 1...2 до 20...30 метров вдоль контакта тела уртитов с вмещающими эффузивно-карбонатными породами в южной и северной частях тела. Содержания породообразующих оксидов (SiO_2 , Al_2O_3 , MgO , Na_2O , K_2O) в анализах ийолит-уртитов Кия-Шалтырского массива попадают в интервалы значений оксидов стандартных составов уртитов и ийолитов по Петрографическому кодексу. Ийолит-уртиты обогащены Fe_2O_3 и CaO , их содержания превышают максимальное граничное значение этих оксидов в стандартных составах уртитов и ийолитов.

Ийолиты встречаются в приконтактных частях тела уртитов в виде узких полос и шлировых обособлений. Ийолиты характеризуются пониженными содержаниями щелочей, поэтому по соотношению кремнезема и суммы щелочей их химические составы располагаются вне поля стандартных химических составов ийолитов (Петрографический кодекс, 2009). Также ийолиты месторождения обогащены оксидами кремния и железа, а содержания оксидов алюминия, магния и кальция попадают в интервалы значений оксидов стандартных составов.

В изученных разведочных профилях встречены шлиры ийолит-порфира, ийолита и ийолит-уртита.

Шлир ийолит-уртита характеризуется повышенным содержанием оксида SiO_2 (45,73 мас. %) по сравнению с содержанием этого оксида в стандартных химических составах уртитов и ийолитов по Петрографическому кодексу. По остальным содержаниям породообразующих оксидов (Al_2O_3 , Fe_2O_3 , MgO , CaO , Na_2O и K_2O) химический состав ийолит-уртита соответствует химическому составу стандартных образцов.

Шлир ийолита характеризуется повышенным содержанием оксида Fe_2O_3 (8,36 мас. %) и оксида CaO (13,09 мас. %) по сравнению с содержанием этих оксидов в стандартных химических составах ийолитов по Петрографическому кодексу. Содержания породообразующих оксидов (SiO_2 , Al_2O_3 , MgO , Na_2O и K_2O) попадают в интервалы содержания этих оксидов в стандартных образцах.

Шлиры ийолит-порфира характеризуются повышенным содержанием оксида SiO_2 (44,29 мас. % в среднем) и оксида Al_2O_3 (23,72 мас. %) по сравнению с содержанием этих оксидов в стандартных химических составах ийолитов по Петрографическому кодексу. Содержания породообразующих оксидов (Fe_2O_3 , MgO , CaO , Na_2O и K_2O) попадают в интервалы содержания этих оксидов в стандартных образцах.

Пироксениты менее распространены по отношению к другим разновидностям пород, они осложняют структуру интрузии в ее эндоконтактах. Химический состав пироксенитов Кия-Шалтырского месторождения по изученным разведочным профилям отвечает составу стандартных клинопироксенитов. Они характеризуются повышенным содержанием Al_2O_3 (15,28 мас. % в среднем) по сравнению с химическим составом стандартных образцов клинопироксенита (Al_2O_3 в пределах 1,5...5 мас. %), также наблюдается повышенное содержание Fe_2O_3 (10,11 мас. % в среднем) и Na_2O (3,46 мас. % в среднем).

Среди всех анализов керновых проб месторождения, определенных в полевых условиях как габбро, выделяются: габбро нефелинизированное, габбро лейкократовое, габбро мезократовое, габбро меланократовое.

Концентрации всех породообразующих оксидов в анализах габбро массива попадают в интервалы значений оксидов стандартных составов нормального габбро по Петрографическому кодексу. В части анализов нефелинизированного габбро наблюдается повышенное содержание Na_2O , превышающее максимальное граничное содержание этого оксида в стандартных составах габбро. Эти габброиды по соотношению оксида кремния и суммы щелочей соответствуют составу стандартных эссекситов по Петрографическому кодексу. Лабрадорит месторождения, выделяемый полевым определением, характеризуется более низкими содержаниями оксидов SiO_2 , Al_2O_3 , и высокими содержаниями Fe_2O_3 и MgO по сравнению со средним химическим составом лабрадорита по Р. Дэли [5].

Дайки долерита месторождения характеризуются большими содержаниями Fe_2O_3 (10,93 мас. %), Na_2O (5,39 мас. %) и K_2O (1,78 мас. %) в сравнении со средними химическими составами стандартных образцов базальта и долерита (Петрографический кодекс, 1995), в которых содержание Fe_2O_3 2...5 мас. %, Na_2O – 1,5...3 мас. % и K_2O – 0,1...1 мас. %.

Дайки долеритового порфирита месторождения характеризуются большими содержаниями Al_2O_3 (18,59 мас. %), Fe_2O_3 (11,15 мас. %), Na_2O (6,08 мас. %) и K_2O (1,47 мас. %), чем породы стандартных образцов базальта и долерита, в которых содержание Fe_2O_3 2...5 мас. %, Na_2O – 1,5...3 мас. % и K_2O – 0,1...1 мас. %.

Дайки габбро-долерита месторождения по сравнению со стандартными химическими составами габбро и базальтов, долеритов характеризуются повышенным содержанием щелочей Na_2O – 6,24 мас. % и K_2O – 1,99 мас. %.

Средний химический состав даек камптонита Кия-Шалтырского месторождения характеризуется повышенным содержанием K_2O , SiO_2 и почти в 2 раза превосходящими содержаниями Fe_2O_3 и Na_2O по сравнению со средним химическим составом стандартного образца камптонита по Р. Дэли [5].

Выводы. Горные породы Кия-Шалтырского месторождения по химическому составу характеризуются повышенным содержанием оксида железа. Кроме того, отмечаются пониженные содержания щелочей в ультраосновных плутонических породах месторождения по сравнению с химическими составами стандартных образцов. Часть основных плутонических разновидностей характеризуется повышенными содержаниями щелочей. Дайковые образования также обогащены щелочами. Для выявления причины отклонений химического состава пород от стандартных образцов необходимо микроскопическое изучение пород.

Литература

1. Андреева Е.Д., Богатиков О.А., Бородаевская М.Б., Гоньшакова В.И., Егоров Л.С., Ефремова С.В., Коваленко В.И., Малеев Е.Ф., Марковский Б.А. и др. Классификация и номенклатура магматических горных пород. – М.: Недра, 1981. – С. 3–48.
2. Богатиков О.А., Косарева Л.В., Шарков Е.В. Средние химические составы магматических горных пород: Справочник. – М.: Недра, 1987. – С. 71–87.
3. Жданов В.В., Марковский Б.А., Масайтис В.Л., Михайлов Н.П., Москаленко З.Д., Пушкарев Ю.Д., Румянцева Н.А., Шарпенко Л.Н. Петрографический кодекс. Магматические и метаморфические образования. – СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 1995. – 128 с.
4. Жданов В.В., Марковский Б.А., Масайтис В.Л., Михайлов Н.П., Москаленко З.Д., Пушкарев Ю.Д., Румянцева Н.А., Шарпенко Л.Н. Петрографический кодекс. Магматические и метаморфические образования. – СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2009. – 200 с.
5. Заварицкий А.Н. Изверженные горные породы. – М.: Издательство Академии наук СССР, 1956. – 438 с.
6. Кортусов М.П., Макаренко Н.А. Петрология габбро-сиенит-нефелиновой ассоциации Мариинской тайги. – Томск: Изд-во ТГУ, 1991. – 310 с.
7. Мостовской А.И. Петрография, геология и вопросы происхождения Кия-Шалтырского габбро-уртитового плутона. – Томск: Изд-во ТГУ, 1972. – 100 с.

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ СОСТАВА ОЛИВИНА ИЗ КИМБЕРЛИТОВ ТРУБКИ ОБНАЖЕННАЯ

С.А. Эсенкулова

Научный руководитель ведущий научный сотрудник С.И. Костровицкий
Институт геохимии им. А.П. Виноградова СО РАН, г. Иркутск, Россия

Кимберлиты являются гибридными породами. В этом заключается сложность их изучения и понимания их генезиса. С первых лет изучения кимберлитов было высказано предположение, что доминирующее количество макрокристаллических минералов имеет ксеногенное происхождение (за счет захвата обломочного материала пород литосферной мантии ультраосновного состава) и только минералы основной массы кристаллизовались из кимберлитового расплава-флюида [2, 3, 10]. Однако в последние годы по поводу возможности выделения фенокристаллического оливина (иногда он именуется оливином второй генерации) высказываются сомнения [8, 13]. Авторы утверждают, что ядра оливина основной массы, якобы, имеют ксеногенное происхождение.

Нами изучен состав оливина из кимберлитов трубки Обнаженная, расположенной в Куойкском поле на севере Якутской кимберлитовой провинции. Проведено сравнение составов макрокристов и зональных микрокристов оливина из 5 образцов кимберлитов разного состава брекчиевой (образцы 7-237 и 7-392) и массивной (образцы 7-384, 7-386 и 7-387) текстуры, а также оливина мантийных ксенолитов трубки Обнаженная. Кимберлиты массивной текстуры встречаются только в виде редких включений в кимберлитовой брекчии. Кимберлиты как брекчиевой, так и массивной текстуры отличаются относительно низкой степенью проявления вторичных процессов – серпентинизации и карбонатизации, общим свежим обликом пород. По сравнению с массивными разновидностями кимберлитов брекчии центральной зоны отличаются высокой насыщенностью макрокристов оливина, а также относительно небольшим содержанием карбонатов.

Сравнение состава макрокристов, микрокристов оливина из кимберлитов, а также оливина из ксенолитов нами проведено по содержанию FeO и NiO .

Содержание FeO в макрокристаллах и в ядрах микрокристов оливина из образца 7-237 варьирует соответственно в пределах 7,0...8,4 и 7,1...7,9 %, в среднем составляя 7,6 и 7,4 %, практически не отличаясь друг

от друга. Зональность микрокристов проявляется ограниченно – только на отдельных участках отдельных зерен. Содержание FeO в каймах изменяется в пределах 11,8...12,9 % (8 определений). Содержание NiO в каймах оливина по сравнению с ядрами падает примерно в 2 раза (от 0,39 до 0,18 % в среднем). Изменение состава оливина от ядра к кайме происходит резко, скачкообразно.

Содержание FeO и NiO в ядрах микрокристов оливина из образца 7-384, составляет 7,0...8,5 % и 0,35...0,39 % (5 определений). Содержание FeO и NiO в каймах составляет 12,4...13,8 % и 0,12...0,26 %. Ядерные части изученных зерен микрокристов в целом оказались более железистого состава, чем макрокристы оливина.

Макрокристы, также как и ядра микрокристов оливина из образца 7-387, характеризуются широким интервалом вариации содержания FeO (6,6...12,6 и 6,5...12,3 % соответственно). Содержание FeO и NiO в каймах оливина варьирует в пределах 11,9...13,6 % и 0,09...0,32 % соответственно, в среднем составляя 12,3 и 0,18 %.

Содержание FeO и NiO в ядрах микрокристов оливина из образца № 7-386 составляет 7,7...10,3 % (среднее 9,0 %) и 0,32...0,42 % (среднее 0,36 %) (6 определений). Содержание FeO и NiO в каймах составляет 11,2...12,0 % и 0,24...0,39 % (среднее 0,32 %). По сравнению с другими изученными образцами кимберлитов образец 7-386 содержит микрокристы Ol, ядра которых характеризуются наиболее высоким содержанием FeO, а каймы, напротив, – относительно низким содержанием FeO и высоким содержанием NiO.

Содержание FeO и NiO в ядрах микрокристов оливина из образца № 7-392 составляет соответственно 9,2...9,8 % и 0,36...0,41 % (2 определения). Содержание FeO и NiO в каймах составляет 12,7...12,8 % и 0,15...0,17 %. Ядерные части изученных зерен микрокристов оказались более железистого состава, чем макрокристы оливина.

Верхней границей содержания FeO в ксенолитах ультраосновного состава из трубки Обнаженная по нашим данным является 8,6 %. Содержание NiO варьирует в интервале 0,35...0,44 %. Такое сравнение показало, что часть оливина из кимберлитов (и макрокристов, и ядерных частей микрокристов) отличается от оливина из ксенолитов более железистым составом. Практически все подобные анализы с повышенным содержанием FeO принадлежат массивным разновидностям кимберлитов. Состав макрокристов оливина из кимберлитовых брекчий не отличается от состава оливина из ксенолитов (за исключением одного анализа). Но в то же время, измеренные составы микрокристов оливина из брекчий показывают противоречивую картину – в образце 7-237 они не отличаются от ксенолитов, а в образце 7-392 (для которого выполнено всего 2 анализа) содержание FeO превысило 9 %. Процент числа анализов состава оливина, в которых содержание FeO превысило верхнюю границу содержания FeO в ксенолитах 8,6 %, широко варьирует и составляет в макрокристах образцов 7-384 – 0 %, 7-387 – 35,7 %, а в микрокристах образцов 7-384 – 20 %, 7-386 – 66,7 %, 7-387 – 26,7 %. Интересно, что в массивном кимберлите с высоким содержанием флогопита в основной массе (образец 7-386) кристаллизация оливина была незначительной.

Так как массивные кимберлиты характеризуются повышенным содержанием FeO, можно предположить, что образование не только микрокристов, но и части макрокристов связано с непосредственной кристаллизацией из кимберлитового расплава-флюида.

Если оливины основной массы кимберлитовой брекчии представлены микрокристаллами овальной, овально-угловатой, реже идиоморфной формы, то в массивных разновидностях кимберлитов доминируют идиоморфные микрокристаллы. И в брекчии, и в массивном кимберлите большинство микрокристаллов демонстрируют прямую зональность. Краевые зоны по сравнению с центральной характеризуются более высоким содержанием FeO и MnO, а также заметно более низкой концентрацией NiO.

Дискуссионным является вопрос фенокристности оливина основной массы и, в частности, механизма образования его зональности. В последние годы высказывается сомнение о возможности выделения фенокристного оливина на том основании, что ядра оливина основной массы, якобы, имеют ксеногенное происхождение [6, 8, 12, 13]. И только образование каймы в зональных оливинах, по мнению авторов, связано процессу кристаллизации из кимберлитового расплава. Однако существует и другая точка зрения на образование зональности как результат метасоматизирующего воздействия остаточного кимберлитового расплава на фенокристаллы оливина [3, 5, 7, 9]. По мнению Бойда и Клемента [1] узкие периферические зонки изменения состава оливина отражают контактово-диффузионный эффект обмена с дифференцирующимся по составу кимберлитовым расплавом. Происходит выравнивание химического и микроэлементного состава для очень тонких зон зерен оливина I и II генераций.

Также обращает на себя внимание ступенчатый характер зональности, значительный разрыв в составах ядра и каймы, однородный состав кайм, что невозможно объяснить механизмом кристаллизационной дифференциации.

Если принять эту точку зрения, то ядра оливина основной массы следует рассматривать как реликты микрокристного оливина, сохранившихся после формирования метасоматических кайм. Процесс метасоматической перекристаллизации, на наш взгляд, объясняет и образование ядер микрокристов, а также отдельных макрокристов размером 1 мм и более с содержанием FeO > 8,5...9 %. Зерна оливина с подобным составом чаще встречаются в массивных разновидностях кимберлитов, для которых характерен более железистый состав по сравнению с брекчиями.

Обсуждая проблему происхождения оливинов в кимберлитах, следует иметь в виду, что их источником, помимо мантйных ксенолитов, могут быть оливины низко-хромистой высоко-титанистой мегакристной ассоциации минералов, для которых характерен относительно высоко-железистый состав [3, 10]. Материнским расплавом для мегакристов, также, как и для кимберлитов, служила астеносферная жидкость; при этом предполагается, что между мегакристами и вмещающим кимберлитом существовала генетическая связь [4, 11].

Хотя кимберлиты трубки Обнаженная не содержат минералы мегакристной ассоциации, но для подавляющего большинства кимберлитовых тел Якутской провинции, в том числе и из Куойкского поля, их наличие является типичным. Генетическая связь кимберлитов с мегакристами указывает на то, что первичный состав кимберлитового расплава (астеносферная жидкость) имела относительно железистый, высоко-титанистый состав.

Литература

1. Бойд Ф.Р., Клемент К.Р. Зональность состава оливинов в кимберлите из трубки Де Бирс, Кимберли, Южная Африка // Проблемы петрологии земной коры и верхней мантии. – Новосибирск: Наука, 1978. – С. 364–375.
2. Ковальский В.В. Кимберлитовые породы Якутии и основные принципы их петрогенетической классификации. – М.: Изд-во АН СССР. 1963. – 184 с.
3. Костровицкий С.И. Геохимические особенности минералов из кимберлитов. – Новосибирск: Наука. 1986. – 263 с.
4. Костровицкий С.И., Соловьева Л.В., Алымова Н.В., Яковлев Д.А., Суворова Л.Ф., Сандимирова Г.П., Травин А.В., Юдин Д.С. Кимберлиты и мегакристная ассоциация минералов – изотопно-геохимические исследования // Петрология. – Москва, 2013. – Т. 21. – № 2. – С. 143–162.
5. Уханов А.В., Бородаев Т.Ю., Бородаев Ю.С. Состав и зональность оливинов из трубки Удачная как отражение пути развития кимберлитовой магмы // Геохимия. – Москва, 1982. – № 5. – С. 664–675.
6. Brett R.S., Russel J.K., Moss S. Origin of olivine in kimberlite: phenocryst or imposter? // Lithos. – 2009. – V. 112S. – P. 201–212.
7. Dawson J.B., Hawthorne J.B. Magmatic sedimentation and carbonatic differentiation in kimberlite sills at Benfontein, South Africa // Journal. Geol. Soc. Lond. – 1973. – V. 129. – P. 61–85.
8. Kamenetsky V.S., Sobolev A.V., Golovin, A.V. et al. Olivine in the Udachnaya-East kimberlite (Yakutia, Russia): type, compositions and origin // Journal of Petrology. – 2008. – V. 49. – P. 823–839.
9. Mitchell R.H. Composition of olivine, silica activity and oxygen fugacity in kimberlite // Lithos. – 1973. – V. 6. – N 1. – P. 65–81.
10. Mitchell R.H. Kimberlites: mineralogy, geochemistry and petrology. – New York: Plenum Press, 1986. – 442 p.
11. Nowell G.M., Pearson D.G., Bell D.R., Carlson R.W., Smith C.B. and Noble S.R. Hf isotope systematics of kimberlites and their megacrysts: new constraints on their source regions // Journal of Petrology. – 2004. – V. 45. – № 5. – P. 1583–1612.
12. Pilbeam L.N., Nielsen T.F.D., Waight T.E. Digestion fractional crystallization (DFC): an important process in the genesis of kimberlites. Evidence from olivine in the Majuagaa kimberlite, Southern West Greenland // Journal of Petrology. – 2013. – V. 54. – № 7. – P. 1399–1425.
13. Scott Smith B.H., Nowicki T.E., Russel J.K., Webb K.J., Mitchell R.H., Hetman C.M., Harder M., Skinner E.M.W., and Robey J.A. Kimberlite terminology and classification // Journal of the Geological Society of India, 2013.

ТОМСКИЙ МЕТЕОРИТ

Ю.А. Юринова

Научный руководитель доцент Н.Ф. Столбова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Весной 2013 года при добыче гравия на берегу Томи в районе г. Томска был найден обломок, по внешним признакам напоминающий метеорит. Осенью 2013 года он был доставлен местным жителем в Томский политехнический университет доценту Н.Ф. Столбовой. Исследования обломка метеорита проводились в лабораториях Национального исследовательского Томского политехнического университета, результаты которых представлены ниже.

Интерес к изучению метеоритов, их поиску учеными и любителями существует не первый год. Известно, что метеориты – это обломки астероидов, они несут информацию о том, как формировались небесные тела, в том числе Земля [1]. Однако лишь малая часть упавших метеоритов попадает в руки исследователей. Здесь стоит отметить уникальные случаи (для территории России): Тунгусский феномен, Сихотэ-Алинский метеоритный дождь, обнаружение древнейшего Ванкорского метеорита [2], Челябинский метеорит (2013 г.) и ряд других. Нахождение в Томске обломка, уже по внешним признакам отличающегося от земных горных пород, – также достаточный повод для его изучения.

К вопросу о том, как попал обломок метеорита на берег Томи, есть только одна гипотеза: в 1984 г. был зафиксирован полет Чулымского болида над регионами Сибири, который видели не менее 1000 свидетелей. «По горячим следам» было проведено масштабное анкетирование, собрана важная информация, однако не было найдено никаких следов болида (воронок, кратеров, метеоритного вещества). Болид взорвался на высоте около 100 км в районе реки Чулым, предположительно недалеко от деревни Кайлушка [3]. К сожалению, нет достоверных данных о точном месте и условиях нахождения обломка, а также о его первоначальной форме, поскольку нам была представлена только его верхняя часть. Поэтому о происхождении Томского метеорита пока можно только догадываться.

Найденный метеорит имел усеченную коническую форму (рис. 1 а), нижняя поверхность обрезана и первично обработана (следы шлифовки с сохранившимися микротрещинами, рис. 1 б). Боковая поверхность метеорита покрыта серовато-черной оксидной пленкой, шероховатой на ощупь. Поверхность усеченной вершины стертая (полированная), имеет светло-серый цвет с желтоватым оттенком с характерным металлическим блеском. Размеры обломка метеорита: ширина основания – 3,1 см, длина – 2,7 см, высота 2,4 см,

диаметр верхней усеченной поверхности – 1,1 см. Масса примерно 51 г., удельный вес – 5,98 г/см³. Обломок обладает магнитными свойствами, радиоактивности обнаружено не было (измерено радиометром СРП-68).



Рис. 1. Внешний вид образца: а – боковые поверхности; б – срезанная (не отполированная) поверхность, видны линейно-вытянутые пустоты, просматривается структурный рисунок

Таблица

Результаты рентгено-флуоресцентного анализа образца, мас. %

Spectrum Label	Al	Si	P	S	Cl	K	Ca	V	Cr	Mn	Fe	Ni	Cu
1		17,3			1,27		0,89		1,32	9,23	69,3	0,35	0,34
2		5,06	0,76	0,35			0,22	0,43	1,45	12,37	79,3		
3									1,41	11,61	86,19	0,5	0,29
4									1,03	10,19	88,78		
5		6		0,31			0,33		1,29	10,71	80,52	0,53	0,31
6		4,2							1,08	10,23	84,16		0,33
7		7,2					0,2		1,17	10,01	81,22		0,2
8	3,1	6,37	1,06	0,43		0,39	0,22		1,27	9,26	77,6		0,3
9		8,74		0,27		0,31			1,26	9,45	79,55		0,41
10		4,17							1,14	10,22	84,26		0,22
11		3,63		0,33			0,16		1,45	11,64	82,49		0,3
12		4,19							1,45	12,25	81,87		0,24
13		2,3							1,03	9,88	86,06	0,45	0,28
14	3,18	5,82	0,55	0,33			0,19		1,12	9,82	78,71		0,28
15		2,18							1,06	10,38	86,13		0,26
16		4,36							1,17	10,25	84,02		0,2
17		7,46	1,09		1,1	0,52	0,3		1,49	10,02	76,98	0,59	0,44
18		8,77		0,32					1,1	8,97	80,61		0,22
19		5,54					0,15		1,14	10,48	82,47		0,23
20									1,22	10,88	87,44	0,46	
21		1,82							0,99	9,27	87,63	0,29	
22									1,26	11,65	86,36	0,5	0,23
23		2,02							1,01	9,76	86,53	0,47	0,22
24		1,68							1,32	10,92	85,48	0,47	0,14

Обломок метеорита был распилен на 2 части для изучения внутренней структуры, также был изготовлен аншлиф. В основании обломка имеются крупные, вытянутые в длину, пустоты и микротрещины (рис. 1 б). Они направленно-ориентированные и, судя по рисунку распила, мелкие трещинки местами являются сквозными и пронизывают весь обломок. В целом, можно проследить, что они расположены под небольшим углом (порядка 7...8 градусов) к нижней поверхности и образованы, по-видимому, во время падения обломка.

Исследования на рентгено-флюоресцентном микроскопе (Hariba scientific XGT 7200) выявили элементный состав обломка, результаты представлены в таблице. Изначально обломок метеорита был отнесен к классу железных метеоритов. В представленном образце среднее содержание Fe – 82,5 %, Mn – 11 %, Cr – 1,2 %, Ni – 0,5 %, Co не был обнаружен, прочие примеси – Si, P, K, Ca, Al, V, Cu, а также S и Cl. Такое соотношение химических элементов (главным образом, Fe и Ni) не позволяет отнести обломок к определенному подклассу [4], поэтому на данном этапе объект не классифицирован, так как науке известны несколько десятков метеоритов с уникальным химическим составом, не попадающим в разработанную классификацию [4].

Проведен опыт по выявлению характерной для железных метеоритов видманштеттовой структуры: на участок поверхности аншлифа воздействовали разбавленной азотной кислотой (5 %). В результате образовалась пленка темно-зеленого цвета (вероятно, реакция хрома), после промывания нейтрализующим раствором под

микроскопом удалось обнаружить едва заметные параллельные линии. Возможно, рисунок не проявился из-за низкого содержания никеля. Впрочем, изредка в метеоритах встречается и безникельистое железо [1].

При рассмотрении образца под микроскопом удалось обнаружить включения минералов (рис. 2 а и 2 б), имеющие значительно малые размеры, но четкие контуры; в образце на рисунке 2 а просматривается объемная структура, похожая на структуру оливниновой хондры. Включения образуют небольшие редкие скопления.

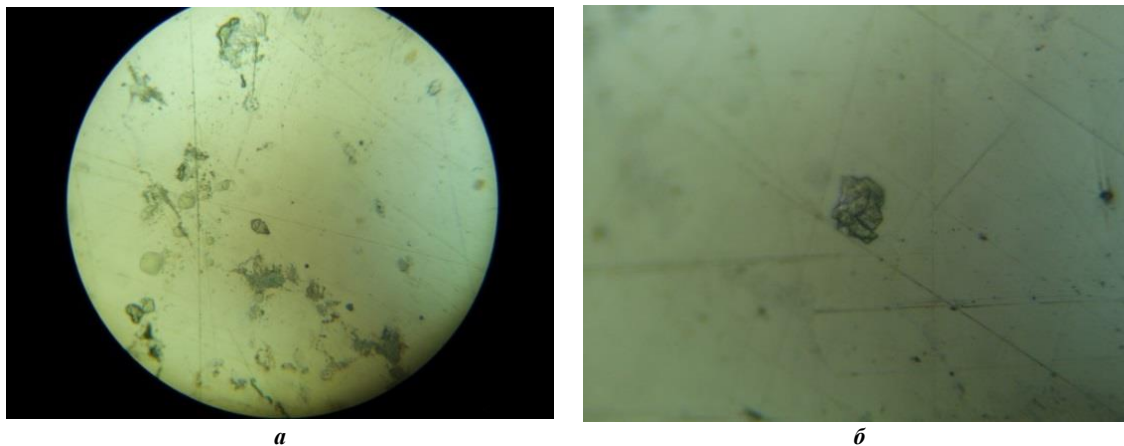


Рис. 2. Образцы включений на поверхности анилифа: а – скопление включений на поверхности метеорита (увеличение $\times 40$); б – отдельный образец

Проведенное исследование не позволяет однозначно отнести найденный обломок к внеземным объектам, однако и полностью исключить такой вероятности (по ряду признаков) также нельзя.

Литература

1. Симоненко А.Н. Метеориты – осколки астероидов / под ред. Б.Ю. Левина. – М.: Наука, 1979. – 205 с.
2. Столбова Н.Ф., Сиротин В.Ю. Ванкорский метеорит // Вестник ВГУ (серия геология). – 2012. – № 2. – С. 32 – 44.
3. Томские метеориты // <http://towiki.ru/view>. Дата обращения 20.03.2014.
4. Ульянов А.А. Метеоритика, метеориты и присутствующие в них минералы // Науки о Земле. – М.: 2001. – С. 78 – 85.

ТИПОМОРФИЗМ ШПИНЕЛИДОВ КАК ИНДИКАТОР ИХ ГЕНЕТИЧЕСКОЙ ПРИРОДЫ

А.Н. Юричев

Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия

Ультрамафитовые и мафит-ультрамафитовые комплексы помимо того, что представляют огромный интерес для геологов как потенциальные источники рудных и нерудных полезных ископаемых – Au, ЭПГ, Ni, Cu, Cr, асбеста, драгоценных и поделочных камней, в последние несколько десятилетий приобрели значимую индикаторную роль при реконструкции геодинамических режимов образования литосферы Земли [2, 5, 6]. Однако породы, слагающие данные комплексы, нестабильны в коровых условиях и почти всегда подвержены воздействию различных метаморфических и метасоматических процессов. Восстанавливать их природу приходится либо по реликтовым парагенезисам, либо по полностью измененным породам. С этой точки зрения наиболее информативными петрологическими индикаторами являются акцессорные минералы и, в частности, шпинелиды. Их состав характеризуется довольно широким изоморфизмом и чувствительно реагирует на изменение физико-химических параметров эволюционирующего магматического расплава (Т, Р, fO_2 , состав системы) и различные метаморфические изменения уже раскристаллизовавшихся пород.

Шпинелиды являются одними из самых распространенных типоморфных минералов ультраосновных пород и содержатся в них в акцессорных количествах (0,1...2 %), нередко образуют повышенную вкрапленность в дунитах (до 10 %). Количество, размер и форма таких выделений весьма разнообразны. В препаратах макроскопически наблюдаются выделения от пылевидных включений в силикатах (0,001 мм) до крупных зерен (до 25 мм в поперечнике) и их разнообразных агрегатов. Форма и цвет также весьма различны. Форма зерен изменяется от совершенно округлых без каких-либо видимых следов огранки (рис., а) до хорошо ограненных кристаллов октаэдрической или более сложной формы (рис., в). Так, например, исследования показывают, что ксеноморфные зерна, окрашенные в светлые тона – от желто-зеленых до бурых, встречаются только в первичных лерцолитах и гарцбургитах. Изометрично-округлые, просвечивающие красным цветом зерна характерны для высокоглиноземистых хромовых руд, хорошо ограненные кристаллики шпинелидов октаэдрического габитуса, обычно черные, непросвечивающие, встречаются во вторичных метасоматических породах – дунитах, жильных пироксенитах, высокохромистых хромовых рудах [3]. Корродированные зерна и скелетные кристаллики (рис., б), замещаемые серпентинами и хлоритами, типоморфны для метаморфитов по ультрамафитам и мафитам [4].

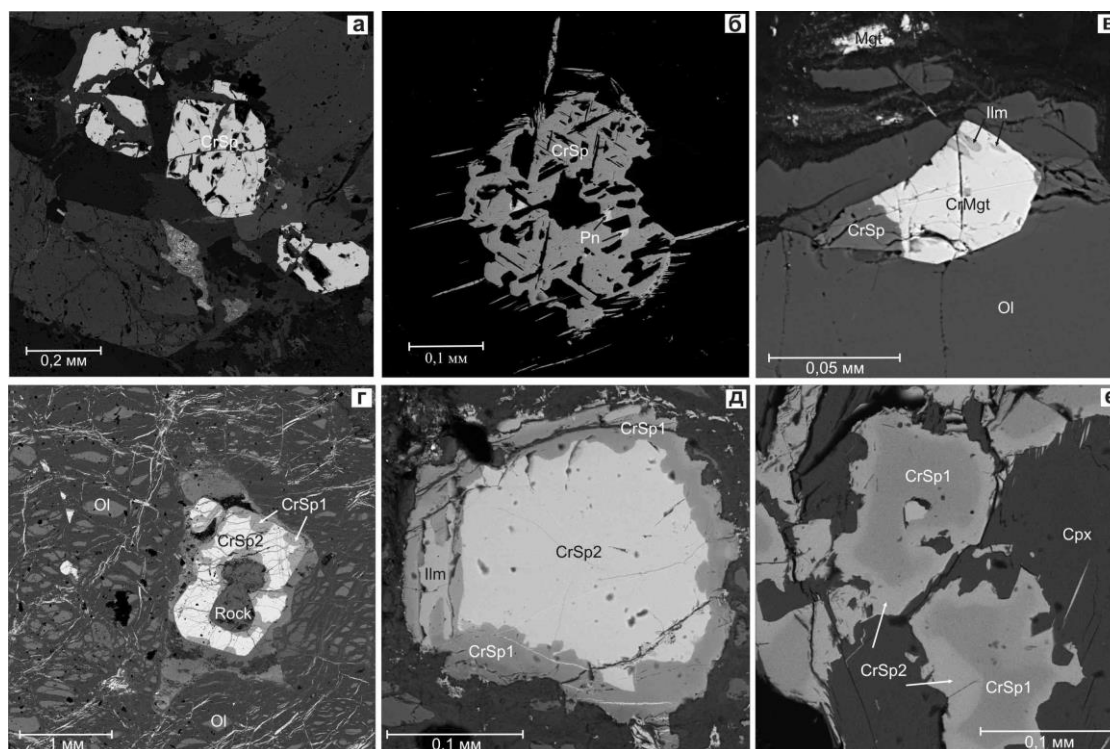


Рис. Акцессорные шпинелиды из различных ультрамафитовых и мафит-ультрамафитовых комплексов Восточного Саяна: а – округлые зерна хромшпинели (кулибинский перидотит-пироксенит-габбровый комплекс); б – корродированное скелетное зерно хромшпинели (реститовый идарский дунит-гарцбургитовый комплекс); в – зерно шпинелида с гранями октаэдрического габитуса (кингашский дунит-верлит-пикритовый комплекс); в-е – зональность в зернах хромшпинелей: в – метаморфическая «преобразования» (кингашский дунит-верлит-пикритовый комплекс), г-д – магматическая, «обратная» (талажинский плагиодунит-троктолит-анортозит-габбровый комплекс), е – метаморфическая «прямая» (реститовый идарский дунит-гарцбургитовый комплекс). CrSp – хромшпинель; CrMgt – хромистый магнетит; Mgt – магнетит; Ilm – ильменит; Pn – пентландит; Ol – оливин; Crx – клинопироксен

Часть зерен шпинелидов в процессе эволюции их состава приобретают зональное строение, доказываемое с помощью микрозондирования. В одном зерне можно наблюдать состав исходного хромшпинелида, а также преобразованную фазу (рис., в-е). В отдельных зернах отмечается несколько фаз преобразования. На основе изучения зональных разностей хромшпинелидов исследуемых комплексов выявлено три типа геохимической зональности со следующими вариациями состава от центра к краю зёрен.

1 тип – «прямая» (рис. 3, е), уменьшение Mg# (магнезиальность, $Mg/(Mg+Fe^{2+})$), содержания MgO, Al_2O_3 при увеличении Cr# (хромистость, $Cr/(Cr+Al)$), $Fe^{3+}\#$ (степень окисления железа, $Fe^{3+}/(Fe^{3+}+Cr+Al)$), содержания TiO_2 и FeOtot (железо общее), NiO и CoO. Данная зональность имеет метаморфический генезис и, очевидно, образовывалась в условиях умеренных температур путем выноса подвижных компонентов из шпинелей в силикатные минералы (хлорит, серпентин) без изменения первичного габитуса зерен.

2 тип – «преобразования» (рис. 3, в), частный случай «прямой» зональности, обусловлен возрастанием степени прогрессивного метаморфизма, полной или частичной перекристаллизацией исходных шпинелидов с нарушением исходного габитуса зерен.

3 тип – «обратная» (рис. 3, г-д), увеличение Mg#, содержания MgO, Al_2O_3 и Cr_2O_3 при уменьшении Cr#, $Fe^{3+}\#$, содержания TiO_2 и FeOtot. Данная зональность, очевидно, формируется в результате взаимодействия кумулюсных шпинелидов с интеркумулюсными силикатными минералами при становлении массивов. Однако такая зональность может иметь и метаморфическую природу и объясняется развитием процесса замещения по трещинке от центра зерна к периферии.

В процессе кристаллизации в высокотемпературных магматических условиях шпинелиды способны захватывать порции родоначального расплава, по которым можно судить о составе первичных силикатных и, в случае ликвации магмы, сульфидных расплавов [1]. Так, например, с производными пикритовых магм связаны многие месторождения меди, никеля и платиноидов (Джинчуан, Николандия, Монгкэлм, Кингаш и др.).

В качестве включений в шпинелидах могут присутствовать силикатные минералы (оливин, пироксены, роговая обманка либо продукты их замещения) (рис., г), сульфиды (чаще по составу соответствующие пентландиту) (рис., б), а также структуры распада в виде пластинок ильменита (рис., в, д). Присутствие сульфидных включений в шпинелидах позволяет предполагать наличие равновесного с силикатной жидкостью сульфидного расплава, а одновременное присутствие сульфидных и силикатных включений – указывает на

процесс ликвации магмы на раннемагматическом этапе, и, следовательно, существование сульфидной жидкости, которая после кристаллизации могла образовать рудную залежь.

Таким образом, приведенные выше наблюдения позволяют отнести в настоящее время изучение типоморфных особенностей шпинелидов к одному из перспективных направлений их исследования, а также подтверждают возможность использования полученных результатов при моделировании генетической природы шпинелидов и вмещающих их пород.

Литература

1. Бенедюк Ю.П. Геохимия и эволюция состава хромшпинелидов ультрабазитов центральной части Восточного Саяна: автореф. дис. ... канд. геол.-минерал. наук. – Иркутск, 2013. – 22 с.
2. Добрецов Н.Л., Кирдяшкин А.Г., Кирдяшкин А.А. Глубинная геодинамика. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2001. – 409 с.
3. Макеев А.В. Минералогия альпинотипных ультрабазитов Урала. – СПб.: Наука, 1992. – 197 с.
4. Юричев А.Н. Акцессорные шпинелиды из ультрамафитов: индикаторы условий формирования // Руды и металлы. – 2013. – № 6. – С. 30–34.
5. Barnes S.J., Roeder P.L. The range of spinel compositions in terrestrial mafic and ultramafic rocks // Journal of petrology. – 2001. – Vol. 42. – № 12. – P. 2279–2302.
6. Pearce J.A. Geochemical fingerprinting of oceanic basalts with applications to ophiolite classification and the search for Archean oceanic crust // Lithos. – 2008. – Vol. 100. – № 1–4. – P. 14–48.

ТИПОМОРФНЫЕ ОСОБЕННОСТИ СЛЮД РЕДКОМЕТАЛЬНЫХ ПЕГМАТИТОВ (МОНГОЛЬСКИЙ АЛТАЙ)

П.И. Юрова

Научный руководитель ассистент А.А. Баева

Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия

Редкометальные пегматиты являются до сих пор одним из важнейших источников полезных ископаемых на редкие металлы, поэтому они привлекают к себе внимание. Различную информацию об образовании пегматитов несут породообразующие и второстепенные минералы. Слюды являются второстепенными минералами пегматитов, но, несмотря на это, они распространены ограниченно. Слюды по сравнению с другими породообразующими минералами образуются в сравнительно узком временном диапазоне, что позволяет использовать их как один из индикаторов условий пегматитообразования. Объектом исследования явились слюды, отобранные из редкометальных пегматитов, генетически связанных с гранитами Индертинского массива (Монгольский Алтай). Редкометальные пегматиты образуют крупные хорошо дифференцированные штоко-, линзо- и жиллообразные тела.

Слюды в пегматитах представлены мусковитом и биотитом. Мусковит в пегматитах образует несколько генераций. Первая – встречается в аплитовой и графической зонах в виде отдельных листиков, пластинок и гнездообразных скоплений. Вторая приурочена к блоковым выделениям кварца и полевого шпата, где она наблюдается в виде крупных клиновидных выделений. Мусковит образует кристаллы до 15...20 см в поперечнике, а по удлинению до 1 м. Цвет слюды зеленоватый, зеленовато-серый. Наиболее широкое распространение в пегматитовых телах имеет третья генерация мусковита из позднего кварц-мусковитового замещающего комплекса, где он образует гнездообразные выделения размером до 15 см. Чешуйки мусковита не превышают 6 мм.

Биотит встречается не во всех пегматитовых телах. Его наибольшая концентрация наблюдается в краевой части, которая приурочена, в основном, к зоне графики. Биотит образует лейсты, достигающие по удлинению 10...15 см, по ширине 1...2,5 см.

Слюды изучались микронзондовым химическим, спектральным количественным и рентгеноструктурным анализами.

Микронзондовым анализом были определены основные петрогенные компоненты. По данным анализа проведены расчеты кристаллохимических формул минералов, а также произведен пересчет на минимальные содержания. Таким образом, слюды разбиваются на две подгруппы – железо-магниевого и глиноземистых.

В глиноземистых слюдах алюминиевый минал является преобладающим, содержание его варьирует от 75 до 93 %, но при этом зависимости его содержания от генерации мусковита выявлено не было. В целом мусковит характеризуется повышенным содержанием F и Rb по сравнению с вмещающими их гранитами Индертинского массива (в мусковите из редкометальных пегматитов F до 0,3 мас. %; Rb до 0,01 мас. %; из гранитов F до 0,1 мас. %; Rb до 0,003 мас. %). По соотношению объемов (содержания) этих элементов в мусковите можно судить о степени «редкометальности» пегматитов. Можно отметить, что для мусковитов характерно повышенное содержание железистого минала (от 6 до 19 мас. %) по отношению к магниевому (от 1 до 5 мас. %). Это может определяться температурой образования мусковита, а также составом вмещающих пород.

Микронзондовый анализ железо-магниевого слюд показал, что они все принадлежат к антит-флогопитовому изоморфному ряду с незначительной примесью истонит-сидерофиллитовой компоненты. Для данных биотитов характерно повышенное количество антитового минала. Его содержания варьируют в пределах от 50 до 62 %, а на флогопитовый приходится от 16 до 34%. В пробах биотита из редкометальных пегматитов по

сравнению с вмещающими материнскими гранитами отмечается повышенное содержание Са (до 0,02 мас. % в пегматитах и до 0,005 мас. % в гранитах).

Количественный спектральный анализ показал наличие в мусковитах следующих малых элементов-примесей: Pb, Cu, V, Cr, Ag, Zn, Ba, Ga, Sn, Sc, Zr, Yb. При этом отмечается увеличение концентрации Cu и Sc от ранней генерации к поздней (Cu от 20 до 40 г/т, Sc от 8 до 20 г/т). С серебром происходит обратная тенденция, его максимальное содержание обнаруживается в первой генерации мусковита. Элементы La и Ba в пробах обнаруживаются лишь во второй генерации, т.е. элементы концентрируются в самых крупнокристаллических образованиях мусковита. В биотите спектроскопически обнаружено присутствие тех же элементов-примесей, что и в мусковите, добавляются лишь Y и Sr, а вот La, наоборот, отсутствует.

Рентгеноструктурным анализом исследовались слюды на предмет определения политипа, так как одной из важных типоморфных особенностей слюд является их структура. Их структуру определяет слоистая постройка, состоящая из многих бесконечных трехслойных пакетов, связанных между собой межпакетными катионами. Под политипизмом понимают «явление существования у элемента или соединения двух или более кристаллографических структур слоистого типа, которые отличаются последовательностью слоев» [2]. Политипизм слюд может быть обусловлен действием различных факторов: составом, особенностями их роста, химизмом минералообразующей среды [1]. Таким образом, политипные модификации позволяют судить об условиях образования минерала.

Рентгеноструктурный анализ показал, что все изученные мусковиты представляют политипную модификацию 2м1, – самый распространенный и энергетически устойчивый политип мусковита для относительно высокотемпературных условий образования, а биотит1м – наиболее распространенный политип [2].

Таким образом, было получено, что в редкометальных пегматитах группа слюд представлена двумя подгруппами – железо-магниево-глиноземистой. При этом было выявлено, что все мусковиты вне зависимости от их генерации по химическому составу оказались близки и попадают в поле с содержанием алюминиевого минала от 75 до 93 мас. %. Все биотиты принадлежат к аннит-флогопитовому изоморфному ряду с незначительной примесью истонит-сидерофиллитовой компоненты, для них характерно повышенное количество аннитового минала (от 41 до 55 мас. %). По рентгеноструктурному анализу все исследованные железо-магниево-глиноземистые слюды относятся к политипной модификации 1м, которая является наиболее распространенной модификацией, соответствующей умеренным условиям образования. Все исследованные мусковиты относятся также к самой распространенной модификации 2м1, характеризующей относительно высокотемпературные условия образования. В пегматитовом процессе слюдообразование начинается с кристаллизации биотита 1м, который в зависимости от химизма и динамики развития пегматитообразующей среды заменяется мусковитом 2м1 [1].

Литература

1. Павлишин В.И. Типоморфизм кварца, слюд и полевых шпатов в эндогенных образованиях. – Киев: Наукова думка, 1983. – 208 с.
2. Франк-Каменецкий В.А. Рентгенография основных породообразующих минералов (слоистые и каркасные силикаты). – Л.: Недра, 1983. – 360 с.

Секция 3

МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ. МЕТОДИКА ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОЛОГИИ

РУДНЫЕ ПОЛЯ И МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЦВЕТНЫХ, РЕДКИХ И БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ В МАТЕРИАЛАХ СОВРЕМЕННЫХ КОСМИЧЕСКИХ СЪЕМОК

Ю.С. Ананьев, доцент

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Последние десятилетия бурными темпами развиваются технологии космических съемок и обработки их материалов. Накоплен крупнейший массив цифровых данных дистанционных съемок различной детальности. Создаются новые средства и алгоритмы обработки цифровой информации. В настоящее время стали доступны все накопленные материалы, технические средства обработки цифровых изображений, которые можно успешно применять при геологических исследованиях.

Использование материалов космических съемок позволяет получать качественно новую информацию не только при геолого-съёмочных и прогнозно-поисковых работах, но и на детальных стадиях оценочных и разведочных работ. Это актуально не только для новых и малоизученных площадей, но и для известных рудных районов. Здесь можно рассчитывать, главным образом, на выявление скрытых объектов (глубоко залегающих и/или перекрытых рыхлыми отложениями). Следовательно требуется применение таких технологий, которые позволяют на начальном этапе в короткие сроки при минимальных затратах средств уточнить геологическое строение и значительно локализовать перспективные участки для постановки детальных работ комплексом глубинных методов.

В основу методологии применения материалов космических съемок (МКС) для целей геологических исследований положена связь особенностей объектов поверхности Земли с геологическим, в том числе глубинным строением и минерагенезом. Важнейшими характеристиками МКС, отличающими их от наземных и отчасти аэроисследований, являются [4]: – объективность и метричность исходной информации; – обзорность, непрерывность и требуемая детальность; – естественная генерализация и повышенная глубинность; – высокая информативность, обусловленная получением данных в широком диапазоне спектра электромагнитного излучения; – возможность проведения исследований в труднодоступных районах, исследования трансграничных структур, находящихся на территории различных недропользователей; – высокая экспрессность, экологичность и относительно низкая стоимость.

Необходимо особо отметить, что в отличие от традиционно используемых в наземных и аэроисследованиях профильных наблюдений, которые характеризуются выборочной пространственной информативностью (в зависимости от ориентировки профилей), МКС азимутально равноинформативны. В связи с этим они позволяют, как правило, получать принципиально новую геологическую информацию даже на детально изученных площадях.

Велика роль МКС в выявлении и изучении глубинных и погребенных структур, что обусловлено их обзорностью, непрерывностью и естественной генерализацией. В зонах, контролирующей разгрузку глубинных флюидов, меняются спектральные характеристики горных пород, почв и растительности, особенно в инфракрасной области и ее тепловой части.

Современные МКС позволяют получать информацию в широком спектре от коротковолновой части видимого диапазона (0,3...0,4 мкм) до теплового (10...20 мкм) и радиодиапазона (п*см) с малым, средним и высоким (< 1 м) пространственным разрешением. В разных диапазонах съемки геологические объекты и явления проявляются по-разному. Важно при этом учитывать природные условия региона работ – особенности рельефа, характер растительности, тип и мощность рыхлых отложений, обводненность, климатические особенности, наличие вечной мерзлоты и пр.

Следует подчеркнуть, что простая визуализация данных МКС, как правило, мало информативна, необходима целевая их обработка с использованием специальных пакетов программ и алгоритмов. Используемый ранее термин «космоснимки» не отражает сути современных космоматериалов. Правильнее говорить о материалах космических съемок.

В последнее время количество спутниковых съёмочных систем постоянно возрастает. Это создает весьма благоприятные условия для использования не только архивных данных, но и заказа оперативных съемок в режиме реального времени. В последнем случае возникает содержательная задача – определение оптимального вида МКС и наиболее информативного сезона съемки.

Наряду с задачами картографирования мелкого (1:5000 000 – 1:500 000) и среднего (1:200 000 – 1:50 000) масштабов, когда требуется невысокое пространственное разрешение, все больше задач решается при крупномасштабных (1:25 000 – 1:5 000) исследованиях. Для этого применяется комплекс методов, включающий

МКС нескольких масштабов, разных спектральных диапазонов, при этом используются материалы различных съемочных систем.

Многолетними исследованиями показана высокая эффективности использования МКС в геологоразведочных работах [4]. Наряду с этим, господствует представление о необходимости их применения на начальных этапах изучения территорий. Это исторически обусловлено возможностью (доступностью) использования мелкомасштабных МКС. В настоящее время в связи с бурным развитием съемок среднего и высокого пространственного разрешения, существенным улучшением спектральных характеристик съемочной аппаратуры доказана высокая эффективность использования МКС на всех без исключения стадиях геологоразведочных работ вплоть до разведки, эксплуатации месторождений и мониторинга горных отводов. При этом на каждой стадии работ в зависимости от масштаба и решаемых задач необходимо использовать свой наиболее информативный комплекс МКС.

В Национальном исследовательском Томском политехническом университете разработкой технологий комплексирования, обработки и анализа МКС для решения геологических задач в масштабах от 1:1000000 до 1:5000 занимается научно-инновационный центр космогеологических исследований «Космогеология». За 9 лет работы центром выполнены исследования прогнозного, поискового, оценочного и разведочного назначения (в том числе инженерно-геологические) на различные виды полезных ископаемых (алмазы, золото, уран, полиметаллы, каменные соли, нефть и др.) в различных структурах земной коры.

Так, на территории Рудного Алтая проведены прогнозные исследования от 1:500000 до 1:25000 масштабов. Составлена космоструктурная схема Российской и Казахской частей Рудного Алтая масштаба 1:500000. В качестве основных структурных элементов Рудного Алтая выделены: Главная тектоно-металлогеническая зона северо-западного простирания; тектонические линзы, входящие в состав Главной зоны; Северо-Восточная зона смятия (по В.П. Нехорошеву); деформационно-метаморфические рудоконтролирующие зоны; субширотные сбросо-сдвиговые структуры; кольцевые и дуговые структуры различного генезиса; прочие, осложняющие разрывные нарушения. Анализ размещения известных рудных районов позволяет констатировать, что все они располагаются в пределах главной тектоно-металлогенической зоны, в пределах деформационно-метаморфических («рудоконтролирующих» металлогенических) зон, в тенях давления тектонических линз, во внутренних частях вулканогенных или комбинированных кольцевых структур с радиусами 14...25 км. Полученные закономерности предлагается рассматривать как региональные критерии прогнозирования полиметаллических объектов Рудно-Алтайского типа. В детальных масштабах (1:50000 – 1:25000) изучены Зырянский, Лениногорский и Змеиногорский рудные районы. Показаны: сложное, линейно-блоковое строение для Зырянского рудного района; линзовидно-свилятовое для Лениногорского и Змеиногорского. При этом внутреннее строение отдельных рудных районов и полей аналогично рудноалтайской системе в целом, демонстрируя принцип самоподобия системы на различных иерархических уровнях, что проявляется в рисунке основных структурных элементов северо-западного простирания [4].

Выполненные нами детальные исследования масштаба 1:50000 части Ачитканского рудного района (северное Прибайкалье) показали, что здесь наблюдаются определенные закономерности в локализации золото-урановых рудопоявлений. Изученная площадь в основной своей части представляет собой западное пологопадающее крыло куполовидной Домугдино-Черепаниховской вулканотектонической структуры, осложненное стратовулканическими постройками более высоких порядков. Преимущественно развитые на участке работ отложения хибинской свиты прорваны субвулканическими телами граносиенит и гранодиорит порфиров, расположение которых в целом согласуется с общей структурой вулканотектонической постройки. Участок работ ориентирован вдоль зоны Миньского глубинного разлома, имеющего субмеридиально-северовосточную ориентировку и осложненного разнонаправленными разрывными нарушениями более высоких порядков. Положение известных золото-урановых рудопоявлений (Парусное и др.) контролируется, как правило, узлами сопряжения субмеридиально-северовосточных, субширотных и северо-западных структур, а так же узлами сопряжения субмеридиально-северовосточных с дуговыми вулканокупольными структурами. Выявленные закономерности рассматриваются в качестве критериев выделения рудоперспективных участков для постановки поисково-оценочных работ.

В пределах Валерьяновской структурно-формационной зоны (Северный Казахстан) на площади перекрытой мелководными морскими отложениями неогена значительной мощности (более 70 м), при выполнении прогнозно-поисковых работ масштаба 1:200000, дистанционными методами закартированы разрывные нарушения и интрузивные образования фундамента. Показано положение уникального цинкового месторождения Шаймерден в закартированных структурах. Кроме этого в аллохтонных отложениях откартировано более 220 км погребенных палеодолин двух разновозрастных групп [5]. Необходимо отметить, что с подобными палеодолинами в пределах северного склона Кустанайского вала связано инфильтрационное месторождение урана и в Джетыгаринском районе погребенные россыпи золота.

Выполнены разномасштабные работы на площади полиметаллического Безьянского рудного узла в пределах южного острова архипелага Новая Земля. Составлены космоструктурные схемы Безьянского рудного узла масштаба 1:100000 и участков Северный и Перевальный масштаба 1:5000. Показано сложное дисгармонично-складчатое строение площади рудного узла, обусловленное чередованием в стратиграфическом разрезе разнокомпетентных толщ. Пликативные структуры осложнены разрывными нарушениями одного структурного парагенезиса. Среди последних выделены соскладчатые продольные и диагональные сколовые, поперечные отрыва. К этому же складчатому структурному парагенезису отнесены локальные соскладчатые межслоевые срывы, которые достаточно широко проявлены на площади Безьянского рудного узла в участках сопряжения разнокомпетентных толщ. Предполагается, что такой комплекс тектонических структур

формировался в условиях верхов мезозоны или низов эпизоны. Проявления рудной минерализации в пределах рудного узла пространственно совпадают с телами закартированных нами площадных метасоматитов предположительно хлорит-эпидотового состава. Для площадей участков Северный и Переважный составлены детальные космоструктурные схемы на основе космических съемок высокого пространственного разрешения. На схемах показаны: стратифицированные образования, пликвативные и дизъюнктивные тектонические структуры, проявления локальных метасоматитов. Сделан прогноз положения свинцово-цинкового оруденения, даны рекомендации по дальнейшему направлению оценочных работ.

Выполнен комплекс работ на площади Хиагдинского урановорудного поля. Наиболее крупной тектонической структурой площади является Байсыханское поднятие кристаллического фундамента. Хиагдинское рудное поле располагается на юго-восточном и северо-западном склонах поднятия, а размещение рудных залежей контролируется погребенными под платобазальтовым покровом палеодолинами, развивающимися на склонах поднятия. Урановое оруденение приурочено к неогеновым осадкам, выполняющим палеодолины. Основой для составления структурных схем Дыбынского, Намаруского, Кореткондинского и Хиагдинского месторождений послужили материалы спектрозональных архивных съемок Landsat ETM+ и оперативных съемок, выполненных по нашему заказу, WorldView-2, GeoEye-1. В качестве дополнительных источников информации использованы цифровые модели рельефа по данным радарных съемок SRTM, AsterGDEM и материалы аэрогеофизических исследований, выполненных компанией «Аэрогеофизика». На площадях месторождений закартированы два структурных парагенезиса разрывных структур – ранний и поздний. К раннему структурному парагенезису отнесены разрывные нарушения субмеридионального и ортогональные структуры субширотного простираний. Разрывные нарушения позднего парагенезиса представлены северо-восточными и северо-западными структурами. Северо-восточные структуры определяют положение Байсыханского поднятия, а по северо-западным структурам фиксируются малоамплитудные смещения. По отдельным структурам определены амплитуды смещения. Погребенные ураноносные палеодолины достаточно уверенно фиксируются в материалах обработки тепловых и инфракрасных каналов под толщей платобазальтов. Они имеют юго-восточное и северо-западное направление. Их ширина варьирует от 370 до 970 м. Палеодолины являются боковыми притоками более крупной речной системы, а их заложение связано с развитием позднего структурного парагенезиса. Полученные структурные построения по месторождениям подтверждены результатами разведочных буровых работ [2].

На Жилианском месторождении калийных солей (Западный Казахстан) выполнены работы масштаба 1:10000 по дешифрированию комплекса космических данных Landsat ETM+, TerraAster, Ikonos с целью составления космоструктурной схемы и выявления главных рудоконтролирующих факторов. В результате установлено, что разрывные нарушения в пределах площади представлены дизъюнктивами трех направлений – северо-западного, север-северо-западного и субширотного. По отношению к складчатым структурам они занимают продольное, поперечное и диагональное положение. Определяющими разрывными нарушениями на площади месторождения являются структуры северо-западного простирания. Эти разрывные нарушения разбивают площадь месторождения на три блока – северный, центральный и южный. Центральный блок приподнят и максимально эродирован. В меньшей степени эродирован южный блок. В еще меньшей степени северный. В пределах центрального блока выделено и закартированы 4 маркирующих горизонта, по которым восстановлены складчатые структуры участка. Сопоставление полученных данных с данными сейсмометрических исследований показало их полную сходимость. Анализ полученных структурных построений показывает, что известные полигалитовые, сильвинитовые и сильвинит-карналитовые тела контролируются замковой частью и крыльями антиклиналей второго порядка. На основе выявленных закономерностей даны рекомендации по направлению разведочных работ в центральном и южном блоках [1].

Разномасштабные работы проведены в пределах Ортон-Федоровского золоторудного района в южной части Кузнецкого Алатау. Показано, что золоторудный район располагается в зоне сопряжения двух крупных тектонических структур северо-восточного и субмеридионального простираний. Северо-восточная зона по морфологическим признакам отвечает мезозональному типу структур с ярко проявленным фрактальным строением. Субмеридиональная зона нарушений, отвечающая зоне Кузнецко-Алтайского глубинного разлома, несет следы левосдвиговых хрупких смещений и является более молодой, чем северо-восточная зона. Детальные исследования, масштаба 1:25000, показали, что рудоносные структуры площади имеют северо-восточное простирание и представляют собой линейные зоны пластических деформаций, образующие в плане линзовидно-свилеватое строение. Жесткие линзы сложены, как правило, субвулканическими образованиями основного состава. Такие линзы окружены линейными зонами интенсивного динамометаморфизма, метасоматических преобразований с сопряженными линейно-штокверковым прожилкованием и стержневыми кварцевыми и кварц-карбонатными жилами. Полученные результаты учтены при дальнейшем изучении площади [3].

Таким образом, приведенные данные позволяют говорить о необходимости применения разномасштабных дистанционных исследований на всех этапах и стадиях геолого-разведочного производства.

Литература

1. Ананьев Ю.С., Поцелуев А.А., Житков В.Г., Кузнецов А.С., Фрейман Г.Г. Опыт использования материалов космических съемок при разведке Жилианского месторождения калийных солей // Технология геологоразведочных работ: Матер. Науч.-практич. конф. – Алматы, 2013. – С. 155 – 158.
2. Ананьев Ю.С., Поцелуев А.А., Новгородцев А.А., Мартыненко В.Г., Житков В.Г. Структуры месторождений Хиагдинского урановорудного поля в материалах мультиспектральных космических съемок //

- Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека: Матер. IV междунар. конф. – Томск: Изд-во ТПУ, 2013. – С. 48 – 52.
3. Житков В.Г., Поцелуев А.А., Ананьев Ю.С., Кондрин В.К., Белоножко Е.А. Структурная позиция Комсомольской площади Ортон-Балыксинского золотоносного района по материалам космических съемок // Развитие минерально-сырьевой базы Сибири: от Обручева В.А., Усова М.А., Урванцева Н.Н до наших дней: Матер. Всеросс. форума с междунар. участием, посвящ. 150-летию акад. Обручева В.А., 130-летию акад. Усова М.А. и 120-летию проф. Урванцева Н.Н.. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2013. – С. 169 – 174.
 4. Поцелуев А.А., Ананьев Ю.С., Житков В.Г. Дистанционные методы геологических исследований, прогноза и поиска полезных ископаемых (на примере Рудного Алтая). – Томск: STT, 2007. – 228 с.
 5. Поцелуев А.А., Ананьев Ю.С., Житков В.Г. Картирование погребенных палеодолин и кор выветривания по материалам современных космических съемок // Россыпи и месторождения кор выветривания 2010: Матер. XIV междунар. совещания – Новосибирск: Изд-во «Апельсин», 2010. – С. 570 – 574.

К ВОПРОСУ АКТУАЛЬНОСТИ ВОЗОБНОВЛЕНИЯ ПРОГНОЗНО-ПОИСКОВЫХ РАБОТ НА СЫРЬЕ ЦВЕТНЫХ И БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ НА ПОЛУОСТРОВЕ КОНИ-ПЬЯГИНА (МАГАДАНСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Ю.А. Аргунова

Научный руководитель доцент С.Л. Шевырев

Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток, Россия

Комплексная программа развития минерально-сырьевой базы Магаданской области предусматривает необходимость увеличения объемов добычи золоторудного сырья, для чего является актуальным вовлечение в промышленное освоение скоплений полезных ископаемых в экономической зоне Примагаданья [1].

Целью настоящего исследования является актуализация возобновления поисковых работ на потенциально-рудноносных площадях Магаданской области.

Настоящее исследование рассматривает необходимость возобновления поисково-разведочных работ с последующим вовлечением в эксплуатацию перспективной в отношении обнаружения медно-молибденового и золотосеребряного оруденения площади полуострова Кони-Пьягина (Накхатаджинский рудный узел).

Для достижения этой цели необходимо привести обоснование необходимости возобновления поисковых работ. В пользу такого решения свидетельствуют приводимые факты.

Ранее проведенные поисковые работы, выполненные с 1996–2004 гг. на площади Накхатаджинского рудного узла (5250 км²) масштаба 1:10000–1:50000, показали наличие промышленного молибден-меднопорфинового и золотосульфидного, золотосеребряного оруденения. Однако более детальные разведочные работы на обнаруженных рудопроявлениях пока не проводились. Кроме того, исходя из экономической точки зрения, наиболее перспективными являются золоторудные месторождения. Это особенно критично, в связи с наблюдаемым возрастанием цены на золото на мировых рынках и инфляцией валют. Задачи наращивания запасов благороднометалльного сырья требуют постановки на государственный баланс новых месторождений, а значит и разведки перспективных рудопроявлений полуострова Кони-Пьягина.

В геологическом отношении территория Кони-Пьягинского полуострова относится к внутренней зоне Охотско-Чукотского вулканогенного пояса (ОЧВП). Региональные геологические особенности строения района характеризуют его принадлежность к зоне сочленения континентальной и океанической плит.

В прибрежной части района развиты многофазные габбро-диорит-гранитовые интрузии Кони-Пьягинского магматогенного поднятия, несущие молибден-меднопорфиговое и золото-сульфидное оруденение; в материковой части - меловые вулканы среднего-основного состава с проявлениями золото-серебряного оруденения. По материалам ранее проведенных работ [3, 4] определены контуры Накхатаджинской перспективной площади.

На территории описаны отложения юрского и мелового периодов, а также четвертичные отложения различных генетических типов. В пределах рассматриваемой площади стратифицированные образования разделены на три комплекса. Терригенные отложения юрского возраста представлены преимущественно морскими осадочными, вулканогенно-осадочными и вулканическими образованиями. Выше, с угловым несогласием, залегают континентальные образования (в основном лавы), относящиеся к зоне Охотско-Чукотского вулканогенного пояса (ОЧВП), верхнеюрского-мелового возраста. Наиболее молодыми являются отложения неогенового и четвертичного возраста, образующие кайнозойские впадины и речные долины.

Площадь выходов интрузивных образований на поверхность составляет около 1500 км² (30 %) территории. Они прорывают юрские и раннемеловые стратифицированные и субвулканические образования. Особенности пород, а также взаимоотношения их между собой и с вмещающими образованиями, позволили выделить четыре интрузивных комплекса [5], таких как позднеюрско-меловой старицкий, раннемеловой магаданский, позднемеловой светлинский и эрикинский.

Старицкий комплекс предшествует внедрению типичных «охотских» гранитоидов. Магматические образования, связанные с заложением и формированием ОЧВП, объединены в собирательный термин «охотский комплекс», в который включен магаданский, светлинский и эрикинский комплексы.

Рассматриваемая территория принадлежит внутренней зоне Охотско-Чукотского вулканогенного пояса, развивавшейся на складчатых структурах своеобразного осадочно-вулканогенного комплекса Кони-Тайгоносской системы. Данная система, объединяющая структуры полуострова Кони-Пьягина, Тайгонос (юго-

восточная часть его), Мургалевского поднятия и прилегающей к Охотскому морю и отделенной системами крупных разломов от Верхояно-Чукотской и Корякско-Камчатской областей.

Таким образом, по результатам работ, проведенных ранее [3, 4, 6] в восточной части полуострова Кони-Пьягина, выделяется один участок с перспективой на дальнейшее нахождение медно-молибденового оруденения. Необходимо также упомянуть о нескольких участках, которые могут быть рекомендованы для последующих поисковых работ с целью выявления слепых рудных тел молибден-меднопорфировой формации. В пределах Мэлдекского рудного поля площадью 160 кв. км выделены два высокоперспективных участка Лора и Прямой. Рудная минерализация представлена вкрапленным и прожилково-вкрапленным молибденит-халькопирит-пиритовым типом.

Прогнозная оценка Мэлдекского рудного поля, включая участок Лора, Прямой и ряд точек минерализации меди, молибдена, золота, серебра, вольфрама, висмута составляет около 10 млн. т., в том числе и с возможным обнаружением слепого молибден-меднопорфирового оруденения [3, 4, 6].

Главным металлогеническим фактором, контролирующим размещение оруденения являются Среднинский магматогенный свод и крупные зоны разломов, при этом к собственно своду, в основном, приурочено медно-молибденовое оруденение, а к его периферии - проявления золотого и золото-серебряного типа. Расположение наиболее перспективных участков на изученной территории определяется совмещением различных металлогенических факторов, прямых и косвенных поисковых признаков оруденения.

В целях государственной поддержки дальнейшего развития минерально-сырьевого комплекса Магаданской области, а особенно золотодобывающей отрасли, был поставлен ряд задач [2], одной из которых является реализация проектов по освоению месторождений полезных ископаемых, в границах Омолонского рудного района, где основные ресурсы данной зоны представляют золото, серебро, молибден, медь, железо, коксующийся уголь, свинец, цинк, уран.

Всемирную известность регион получил в связи с открытием и последующей обработкой крупного палеозойского золото-серебряного месторождения Кубака, с которым район полуострова Кони-Пьягина имеет общность историко-геологического развития и минерогенеза. На территории полуострова Кони-Пьягина обнаружены те же виды рудного сырья, которые встречаются на территории Омолонского рудного района, такие как, золото, серебро, молибден, медь, уран, цинк. Также в пирит-кварцевых метасоматитах была обнаружена платина в сульфидном концентрате, содержание которой 72,03 г/т (по данным ОАО «Магаданская горнорудная компания»), требующая дальнейшего изучения.

Таким образом, территория полуострова Кони-Пьягина, в частности Накхатанджинской рудный район, имеет значительные перспективы обнаружения промышленных скоплений молибден-меднопорфировых, золотосульфидных и золотосеребряных руд, при условии проведения дальнейших детальных работ.

Литература

1. Закон Магаданской области: «О стратегии социального и экономического развития Магаданской области на период до 2025 года» от 11 марта 2010 года № 1241-ОЗ. // Электронный фонд нормативной и технической документации. URL: <http://docs.cntd.ru/document/895249692> (дата обращения 10.02.2014 г.)
2. Карпенко Н. Б. Минерально-сырьевой комплекс как основа социально-экономического развития Магаданской области // Информационный портал vnedra.ru. URL: <http://vnedra.ru/минерально-сырьевой-комплекс-как-ос-142/> (дата обращения 10.02.2014 г.)
3. Котляр И.Л., Белый В.Ф., Милов А.П. Петрохимия магматических формаций Охотско-Чукотского вулканогенного пояса. – М.: Наука, 1981. – 223 с.
4. Котляр И.Н., Жуланова И.Л., Русакова Т.Б., Гагиева А.М. Изотопные системы магматических и метаморфических комплексов северо-востока России. – Магадан, 2001. – 319 с.
5. Легенда Магаданской серии Государственной геологической карты масштаба 1:200000 (издание второе) // под ред. Анорова П.Н. – Магадан, 1999.
6. Скибин Ю.П. Медно-молибденовое оруденение Северного Приохотья // Советская геология. – 1982. – № 1. – С. 78–85.
7. Фомина М. И. Золото-кварцевая формация Омолонского массива (на примере рудных полей Джугаджак и Нодди): Автореф. дисс. ... геол.-минер. н. – Магадан, 2013. – 23 с.

МИНЕРАЛЬНЫЙ СОСТАВ РУД И СТАДИЙНОСТЬ МИНЕРАЛООБРАЗОВАНИЯ НИКОЛАЕВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (ДАЛЬНЕГОРСКИЙ РУДНЫЙ РАЙОН)

Ю.В. Аргунова

Научный руководитель доцент Р.А. Кемкина

Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток, Россия

Николаевское скарново-полиметаллическое месторождение расположено в Восточно-Сихотэ-Алинском вулканогенном поясе, в пределах Дальнегорского рудного района Приморья.

Площадь месторождения сложена известняками, брекчиями, песчаниками и кремнисто-глинистыми сланцами верхнего триаса, туфами и туфобрекчиями верхнего мела, а также андезитами и их туфами палеоцена. Все породы собраны в складки, разбиты сбросами и пронизаны штоками и дайками габбро-диоритов, диоритов, гранитов, кварцевых риолитов и диабазовых порфиритов верхнемелового – палеоцен-олигоценного возраста. Месторождение расположено в борту вулканотектонической депрессии и приурочено к телу триасовых известняков, перекрытых верхнемеловыми – палеоценовыми туфобрекчиями риолитов и разбитых вместе с

последними северо-западными и меридиональными разломами [1]. Рудные залежи имеют сложное внутреннее строение и состоят из зон, отличающихся по минеральному составу, содержанию основных и попутных компонентов [2].

Изучение минерального состава, текстурно-структурных особенностей руд Николаевского месторождения проводилось с применением макроскопического и микроскопического исследования полированных шлифов и штуфов руд с использованием поляризационного микроскопа, а также данных рентгеноспектрального микроанализа, выполненных на микроанализаторе JXA-8100.

В результате проведенных исследований установлено, что главными минералами руд Николаевского месторождения являются: сфалерит, галенит, пирротин и халькопирит, к второстепенным относятся арсенопирит, пирит, станнин, марказит, к редким – самородное серебро, висмут, акантит, фрейбергит, пираргирит, джемсонит и буланжерит.

Ниже приводятся краткие характеристики рудообразующих минералов, особенности их сростаний в процессе минералообразования.

Сфалерит один из главных минералов в рудах, где он образует вкрапленность, массивные гнезда, прожилки, тесно ассоциируя с другими сульфидами, иногда слагая мономинеральные агрегаты. Образуется сфалерит на протяжении всего процесса минералообразования и встречается в большинстве выделенных минеральных ассоциациях. Выделяется четыре его генерации. Сфалерит 1 генерации встречается в виде вкрапленности, а также в виде гнезд и линз. Развивается по трещинкам среди кристаллов геденбергита. Содержит большое количество примеси железа (до 14 масс. % и выше). Для сфалерита характерна редкая эмульсионная вкрапленность и тонкие просечки халькопирита, а также овальные и пластинчатые выделения пирротина. В виде реликтовых зерен в сфалерите отмечаются идиоморфные кристаллы арсенопирита. В отличие от сфалерита 1 сфалерит 2 образует тонкие прожилки и слагает массивные руды. Представлен он, в основном, коричневыми и бурыми агрегатами, часто лишенными эмульсионной вкрапленности, либо содержащими их в периферических частях зерен, что указывает на переотложение сфалерита. Встречается в виде зерен аллотриоморфной формы. Тесно сростается с пирротинном, халькопиритом, пиритом, галенитом, содержит включения блеклой руды. При этом, образование сфалерита, как правило, происходило несколько раньше перечисленных сульфидов – повсеместно наблюдается обрастание минерала каймой последних. Сфалерит 3 генерации образует звездчатую эмульсионную вкрапленность в крупных агрегатах халькопирита. Включения сфалерита обильные и расположены в основном в центральных частях халькопирита. Сфалерит 4 генерации кристаллизовался в заключительные периоды минералообразования и лишен продуктов распада твердого раствора. Он тесно ассоциирует с галенитом, халькопиритом. В одних случаях он образует довольно крупные гнезда, в других - тонкозернистые сростки с сульфидами.

Галенит также широко распространен на месторождении и представлен двумя генерациями. Галенит 1 генерации образует вкрапленность, гнезда совместно со сфалеритом и другими сульфидами, редко – мономинеральные выделения (линзы, прожилки). Для галенита характерна аллотриоморфнозернистая структура минеральных выделений. Анализ взаимоотношений галенита и сфалерита позволяет сделать вывод об их близкоодновременной кристаллизации. С халькопиритом галенит образует взаимные прорастания. Галенит 2 образует гнезда, прожилки, иногда кристаллы октаэдрического габитуса, реже кубы, а также обильную вкрапленность во вмещающей породе. Для галенита характерно наличие включений разнообразных сульфосолей серебра, свинца и висмута.

Арсенопирит образует кристаллы гипидиоморфной формы. Преобладают ромбические сечения кристаллов и, в меньшей степени, клиновидные. Процесс образования минерала растянут во времени, но в целом, он кристаллизовался несколько раньше других сульфидов (за исключением пирита, с которым образует ровные границы сростания), о чем свидетельствуют признаки его замещения сфалеритом, содержащим эмульсионные включения халькопирита, халькопиритом более поздней генерации и сульфосолями, в частности, буланжеритом и джемсонитом.

Халькопирит в основном концентрируется в массивных сульфидных рудах, образуя гнездообразные скопления, реже мелкую вкрапленность. Выделяется четыре его генерации. Халькопирит 1 содержится в виде редкой эмульсионной вкрапленности в железосодержащем сфалерите, где он тесно ассоциирует с пирротинном, образуя структуры распада твердого раствора. Перегруппировка и перекристаллизация эмульсий привела к образованию маломощных нитевидных прожилков минерала в сфалерите, а также аллотриоморфных обособлений на его границах. Халькопирит 2 встречается в виде неправильных выделений с аллотриоморфнозернистой структурой его зерен. Находится в тесной ассоциации с пирротинном, выделяясь несколько раньше его. Ровные границы сростания халькопирита со сфалеритом свидетельствуют о близкоодновременности их выделения. Минерал в виде заливов проникает в зерна арсенопирита слабо корродируя их, в свою очередь, сам замещается более поздним галенитом, содержащим эмульсионную вкрапленность сульфосолей висмута и серебра. Халькопирит 3 содержит обильную эмульсионную звездчатую вкрапленность сфалерита. Халькопирит 4 представлен ксеноморфными зернами по границе сфалерита, галенита и блеклых руд, а также образует вкрапленность неправильной формы в кварце.

Пирротин один из распространенных минералов руд месторождения. Выделяется две его генерации, причем, первая из них резко преобладает. Пирротин 1 встречается в скарных залежах в составе массивных сульфидных руд, где он образует как мономинеральные гнезда и линзообразные обособления, так и прожилки. Выделяется позже арсенопирита и пирита, но раньше халькопирита, сфалерита и галенита. Для зерен характерны преимущественно аллотриоморфные очертания. Пирротин 2 входит в состав жильных тел в ассоциации с другими сульфидами. Процесс образования минерала растянут во времени, о чем свидетельствуют каймы

замещения пирротина вокруг зерен сфалерита и галенита, в отдельных случаях наблюдается обратная картина. В рудах месторождения отмечается дисульфидизация пирротина и замещение его пиритом или пирит-марказитовым агрегатом.

Пирит встречается в виде отдельных зерен кубического габитуса или небольших скоплений. Тесно ассоциирует с арсенопиритом, образуя ровные границы срastания. В пирите часты реликты незамещенного пирротина. Он тесно ассоциирует со сфалеритом, блеклой рудой, галенитом и халькопиритом.

Станнин встречается в виде выделений аллотриоморфной формы. Обычно он образует каемки вокруг зерен сфалерита, корродирует, а также в виде маломощных прожилков рассекает его. Нередка эмульсионная вкрапленность станнина в сфалерите, приуроченная преимущественно к границам зерен. Подобные срastания свидетельствуют о более позднем образовании станнина. Характерно присутствие станнина на контакте касситерита с сульфидами.

Серебро самородное встречается в ассоциации с буланжеритом, джемсонитом, фрейбергитом и другими серебросодержащими минералами. Акантит образует редкие микропрожилки в галените и тесно срastается с сульфосолями серебра и свинца. Фрейбергит образует от овальных до удлинённых выделений в кварце, а также встречаются в виде срastаний со сфалеритом, халькопиритом и другими сульфосолями. Характер таких срastаний указывает на их близкое одновременное выделение. Пираргирит тесно ассоциирует с самородным серебром, акантитом, а также сульфосолями меди и серебра. Он образует как изометричные выделения, так и пластинчатые агрегаты в кварце, а также тесные срastания с фрейбергитом, совместно с которым замещает галенит, образуя характерные мирмекитовые структуры. В виде вкрапленности линзовидной формы и микропрожилков содержится в сфалерите. Джемсонит и буланжерит встречаются в виде мелких игольчатых и изометричных включений в жильной массе. Нередки включения буланжерита совместно с сульфосолями серебра. Висмут самородный чаще всего встречается в сфалерите в виде мономинеральных обособлений округлой формы, а также наблюдается в срastании с сульфосолями. Заметная доля самородного висмута связана с галенитом, в котором он образует обильную мелкочешуйчатую, иногда мирмекитовую вкрапленность.

Анализ минеральных парагенезисов, взаимоотношений рудных минералов показывает, что полиметаллические руды Николаевского месторождения сформировались в три стадии минералообразования: скарново-сульфидную, кварц-кальцит-сфалерит-галенитовую и кварц-сидерит-кальцитовую. В первую скарново-сульфидную стадию образовался арсенопирит, пирит, пирротин, сфалерит, а также незначительное количество галенита и халькопирита. Вторая стадия кварц-кальцит-сфалерит-галенитовая является продуктивной. В эту стадию отложилась основная масса сульфидных руд. С этой же стадией связано образование сульфосолей серебра и свинца, а также самородного серебра и висмута. Третья кварц-сидерит-кальцитовая стадия завершает процесс минералообразования. В пределах этой стадии выделяются галенит, сфалерит и халькопирит. С этой же стадией связана дисульфидизация пирротина.

Литература

1. Гарбузов С.П., Седых А.Н., Тарасов Г.А. Николаевская вулканно-тектоническая депрессия (Приморье): геология, скарны, руды. – Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1987. – 188 с.
2. Рогулина Л.И., Кропотин В.А., Воропаева Е.Н. Распределение редких элементов, висмута и серебра в рудах и концентратах Николаевского скарново-полиметаллического месторождения (Дальнегорск, Приморье) // Литосфера. – Екатеринбург, 2007. – № 3. – С. 109–115.

К ВОПРОСУ ОБ ИЗУЧЕНИИ МИНЕРАЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКОЙ ЗОНАЛЬНОСТИ ТИГИРЕКСКОГО ГРАНИТОИДНОГО МАССИВА (АЛТАЙ)

А.Ф. Бабакова

Научный руководитель профессор Л.П. Рихванов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Гранитоиды Алтайской горной системы зачастую представляют собой хорошо расчленённые объекты, что давно привлекает внимание исследователей при изучении вертикальной петрогеохимической и минералогической зональности [1]. Н.Н. Амшинским был предложен закон о вертикальной петрогеохимической зональности гранитоидных плутонов. Нами делается попытка переосмыслить сделанное открытие с использованием новых данных, полученных при изучении kernового материала по скважине, вскрывшей данный массив на глубину более 1 км.

Тигирекский массив площадью 600 кв. км залегает в известняках и известково-глинистых сланцах верхнего силура, кислых и средней основности вулканогенно-осадочных породах эйфеля. Западная часть его примыкает к Северо-Восточной зоне смятия, а восточная имеет форму межформационного лакколита. Хотя большинство геологов-съёмщиков, а также В.П. Нехорошев, В.А. Кузнецов и др. относят его к калбинскому комплексу, К.Л. Волочкович и А.Н. Леонтьев (1964) выделили в массиве породы девонского, средне- и позднегерцинского комплексов, причем на последние, по их данным, приходится 90 % площади массива [3]. Контактный метаморфизм распространяется на ширину 0,5...3 км и приводит к образованию биотитовых и биотит-кордиеритовых роговиков, мраморов, скарнов, микрокварцитов, а участками – к образованию кристаллических сланцев. Жильная фация Тигирекского массива представлена лейкократовыми гранитами, аплитами, пегматитами, мелкозернистыми биотитовыми гранитами.

По данным А.Н. Леонтьева, половину площади Тигирекского массива занимают порфириновые биотитовые граниты, а 40 % -микроклиновые двуслюдяные граниты второй фазы, которые, вероятно, правильнее считать автометаморфической (грейзенизированной) фацией биотитовых гранитов. В.Е. Гендлер указывал, что граниты распространены на водоразделах, а ниже находятся более основные породы. Можно полагать, что здесь сказалась как гравитационная и эманационная дифференциация, так и ассимиляция пород континента. Биотитово-роговообманковые граниты и адамеллиты распространены в южной части массива, вблизи контакта с известково-глинистыми сланцами и известняками силура, а габброиды – в восточной части, образуя мелкие тела в мелкозернистых гранитах и гранодиоритах [1]. Не исключено, что часть гранодиоритов образовалась в результате переработки гибридных габброидов апикальной зоны гранитной магмой.

По разрезу скважины, пробуренной в теле Тигирекского массива на глубину 1096 м (Амшинский, 1973), наблюдается вертикальная зональность минерального состава (таблица 1). С глубиной возрастает количество плагиоклаза и биотита, уменьшается содержание кварца и мусковита. Заметно, хотя и не совсем выдержанное, увеличение основности плагиоклаза (в таблице 1 приведены номера плагиоклазов, вычисленные из химических анализов).

Таблица 1

**Количественный минеральный состав гранитов Тигирекского массива [1]
по разрезу буровой скважины (в %)**

Интервал глубины, м	Число подсчетов	Микро-клин	Плагио-клаз	Кварц	Биотит	Муско-вит	Флюо-рит	Акцес-сорные	№ плагио-клаза
20...300	4	38	32	29	1,3	0,8	-	0,8	19
400...600	3	25	27	41	4	0,3	0,3	1,0	22
700...1096	5	36	39	21	2,5	0,3	-	1,0	20

Граниты Тигирекского массива содержат умеренное количество кремнезема (70...71 %), магнезии (0,7 %) и извести (2 %), нормальное для гранитов количество щелочей (8 %) при преобладании калия над натрием. Железа сравнительно немного, причем количества закисной и окисной форм его практически одинаковые. Особенностью химического состава является перенасыщенность глиноземом [2]. Параметр n равен 45...55. По разрезу скважины прослеживается вертикальная зональность некоторых породообразующих окислов (таблица 2). Особенно отчетлива она для кремнезема – его содержание на дневной поверхности равно 73,35 %, а на глубине 700...1096 м – 71,54 %. Тенденция увеличения содержания с глубиной свойственна титану, окисному железу, кальцию и магнию.

Таблица 2

**Изменение химического состава гранитов Тигирекского массива [1]
по разрезу скважины (в %)**

Интервал глубины, м	Число проб	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅
20...300	3	73.35	0.30	12.74	0.57	1.71	0.10	0.25	1.36	3.18	4.69	0.03
400...600	3	72.04	0.41	13.26	0.76	1.90	0.08	0.50	1.65	3.05	4.65	0.02
700-1096	5	71.54	0.36	13.70	0.70	1.70	0.07	0.59	1.51	3.24	5.36	0.03
Интервал глубины, м	Число проб	a	c	b	s	Q	a+s/b+c	Q/b+c	s/b+c			
20...300	3	13.7	1.6	2.7	82.0	35.4	22.3	8.2	19.1			
400...600	3	13.2	1.8	3.4	81.1	34.4	18.1	6.6	15.1			
700...1096	5	14.3	1.5	3.6	80.3	31.9	18.5	6.2	15.8			

Для окиси натрия характерно постоянство содержания по всей глубине скважины, тогда как количество окиси калия до глубины 700 м не меняется, а затем заметно возрастает. Объясняется такое необычное распределение калия отмеченным выше развитием в гранитах из глубоких горизонтов скважины микроклина второй генерации, что свидетельствует, по-видимому, о проявлении здесь двух стадий калиевого метасоматоза. При этом волна второй стадии остановилась сравнительно глубоко. Кстати, такой же пульсационный характер калиевого метасоматоза наблюдался и в Белоубинском массиве.

Вертикальная зональность по разрезу скважины прослеживается и в распределении акцессорных минералов (табл. 3). По-видимому, отмечавшиеся выше наложенные процессы альбитизации и поздней микроклинизации в некоторых случаях нарушили закономерность распределения отдельных минералов. Например, в верхней части разреза, от устья скважины до глубины 600 м возрастает количество магнетита на 3 кг/т, а в интервале 700...1096 м оно уменьшается на 2,5 кг/т вместо дальнейшего увеличения. То же происходит и с цирконом, сфеном и флюоритом, количества апатита и пирита также увеличиваются с глубиной. В то же время содержание ильменита закономерно, хотя и незначительно, уменьшается сверху вниз. Минералы элементов с положительным градиентом-монацит, тантало-ниобаты и оранжит – в весовом количестве встречаются только в верхней части разреза, а глубже не обнаруживаются. Вблизи дневной поверхности

распространен и турмалин, тогда как молибденит прослеживается по всему разрезу. Зерна вольфрамита найдены во всех 5 пробах, отобранных с глубины более 700 м.

Таблица 3

Изменение содержаний аксессуарных минералов [2] в гранитах Тигирекского массива по разрезу скважины (в г/т)

Минерал	Интервалы глубины, м и число проб		
	20...300 3 пробы	400...600 3 пробы	700...1096 5 проб
Магнетит	5920	8930	6490
Ильменит	1893	1623	1514
Сфен	Мало	1183	894
Циркон	253	430	330
Апатит	170	163	268
Ортит	Мало	Мало	Мало
Тантало-ниобаты	2	Мало	Мало
Монацит	83	–	Е.зн
Оранжиг	0,7	Мало	Мало
Флюорит	180	293	202
Турмалин	Мало	–	–
Молибденит	Мало	Мало	Мало
Вольфрамит	–	–	–
Пирит	123	263	332
Муассанит	–	–	Мало
Свинец самородный	–	Е.зн.	–

Таким образом, если считать, что в вольфрамите связан весь вольфрам, то в гранитах Тигирекского массива он ведет себя как элемент, имеющий тенденцию к концентрации в остаточном расплаве.

Можно полагать, что они в верхней части разреза либо были выщелочены в процессе альбитизации, признаки которой отчетливо устанавливаются при изучении шлифов, либо в нижней части разреза произошло обогащение ими в связи с калиевым метасоматозом позднего этапа. Так же можно отметить стабильность содержаний олова и молибдена по всему разрезу.

Литература

1. Амшинский Н.Н. Вертикальная петрогеохимическая зональность гранитоидных плутонов (на примере Алтая) – Западно-Сибирское книжное издательство. – Новосибирск, 1973. – 200 с.
2. Амшинский Н.Н., Мариич И.В., Молчанов В.И., Орлова Л.И., Горб А.М. Аксессуары гранитоидов Алтая и методика их изучения – М.: Недра, 1964. – 176 с.
3. Нехорошев В.П. Геология Алтая – М.: Государственное научно-техническое издательство литературы по геологии и охране недр, 1958. – 262 с.

ВЕЩЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ СКАРНОВО-ЖЕЛЕЗОРУДНОГО ПРОЯВЛЕНИЯ «ЦАХИУРТ-ОБО», ВОСТОЧНАЯ МОНГОЛИЯ Д. Батбаатар

Научный руководитель доцент Н.Ф. Столбова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Рудопоявление «Цахиурт-Обо» находится в Восточно-Монгольском металлогеническом районе на территории аймака Сухэ-батор (аймачный центр Барун-урт), сомон Уулбаян, в пределах восточной части Центрально-Азиатского складчатого пояса. Последний относится к Центрально-Монгольской складчатой системе раннегерцинского возраста. На территории участка к экзоконтактовой зоне Барун-уртского массива позднепалеозойских гранитоидов и среднепалеозойской карбонатно-терригенной толще приурочена скарново-магнетитовая залежь. В рудных телах среднее содержание железа более 45 %. Данное рудопоявление относится к Дэлгирской железорудной зоне, развивающейся в одноименном разломе. В его пределах имеется система трещин СЗ простирания. Образование рудопоявления происходило преимущественно в ранние стадии геосинклинального развития складчатых областей. Наибольшее значение для формирования руд железа имел верхнепалеозойский тектогенез и внедрение некоторых объемов рудоносных лейкократовых гранитоидных масс габбро-плагиогранит-сиенитовой формации [2]. Рудопоявление характеризуется скарново-железорудными минеральными ассоциациями. На участке площадью в 0,75 км² обнажается согласно залегающее вмещающим породам скарновое тело (магнетит гранатовый до магнетитового скарна, гранатовый скарн), которое образует на земной поверхности два изолированных друг от друга тела [1].

Для детального изучения вещественного состава пород оруденения и отнесения их к определенному типу были отобраны 29 образцов из пород участка. Из них изготовлены аншлифы и шлифы, для изучения

методами кристалооптических исследований в проходящем и отраженном свете на поляризационных микроскопах ПОЛАМ-Л213М, и ПОЛАМ-Р312.

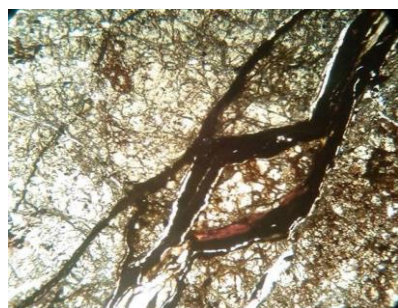
Вмещающие руды породы представлены в основном известняками, мраморизованными известняками, мраморами, лейкократовыми гранитами и гранат-пироксеновыми скарнами. Мраморы и мраморизованные известняки макроскопически тонко и среднезернистые, местами окварцеваны. Они имеют светло серый цвет до светло-коричневого, меньшую твердость и вскипает при взаимодействии с соленой кислотой. Под микроскопом наблюдается сильная дислокация пород, трещиноватость и пойкилитовая, гранобластовая микроструктура. Породы представлены на 80...90 % кальцитом двух генераций, отличающихся формой и размерами кристаллов, их поперечным сечением, а также развитием клинопироксеном диопсид-геденбергитового ряда и лимонитом. По прожилкам кроме рудных минералов наблюдаются зеленые хлориты, имеющие синеватый оттенок, который может указывать на повышенную щелочность среды их формирования. Кроме того, встречается кварц совместно с рудными сульфидными минералами. Присутствие эпидота и хлорита указывает на низко-, среднетемпературное образование пород скарна. Гранит имеет гранулярную, катакlastическую структуру, форма зерен ксеноморфная и гипидиоморфная. Гранит сложен кварцем, полевыми шпатами часто кальцитизированными и роговой обманкой сильно хлоритизированной. Гранит интенсивно разложен и трещиноват, что указывает на прошедшие дислокации.

Гранатовый скарн, светло-коричневый, плотный, и судя по содержаниям петрогенных компонентов (табл. 1), он представлен гранатами и в меньшем количестве часто содержит хлорит и зерна эпидота, по прожилкам карбонаты, друзовидные агрегаты и пятна кварца, имеет зональную, катакlastическую структуру. Гранаты имеют зональную форму зерен, красноватый цвет. Судя по химическому составу и другим признаком они относятся к гроссуляр-андрадитовому ряду (рис. 1. б.)

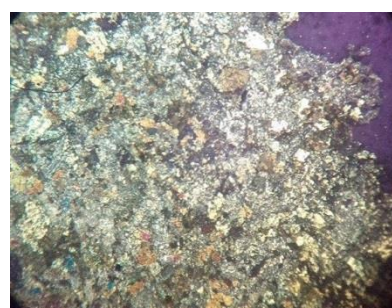
Таблица 1

Среднее содержание петрогенных компонентов

	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	P ₂ O ₅	MnO	CO ₂	H ₂ O	H ₂ O ⁺
Гранит	66,1	0,41	17,85	0,51	1,58	2,53	0,50	5,27	5,60	0,03	3,10	0,62	0,16	0,98
Мрамор	1,18	0,08	0,37	0,04	0,24	54,12	0,20	0,20	0,40	0,06	0,13	21,07	0,07	42,95
Гранатовый скарн	34,80	0,39	3,84	21,57	1,81	29,01	1,40	0,20	0,30	0,03	0,91	5,30	0,40	5,84

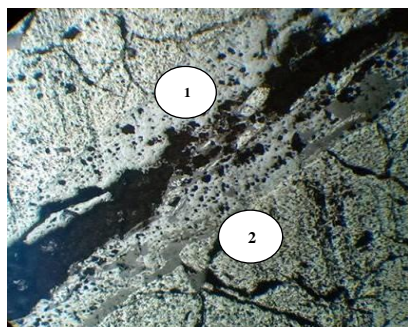


а

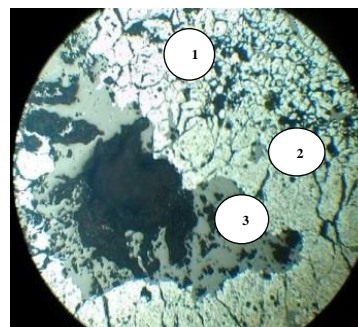


б

Рис. 1. (а, б) а – гранатовый скарн (при одном николе) с прожилками кварца и рудных минералов, б – пироксеновый скарн (никколи скрещены), ув. – 3х. и рудных минералов



а



б

Рис. 2. а: магнетитовый скарн: 1 – сфалерит, 2 – магнетит, б гранатовый скарн: 1 – гранат, 2 – магнетит, 3 – сидерит

Рудное тело представлено скарнами которые имеют среднюю мощность 16 м. Оно выклинивается в интервале глубин от 300 до 350 м. В отобранных образцах встречаются рудные минералы и зональные гранаты – 2...8 %. Рудные минералы: магнетит 50...80 %, сидерит 20...45 %, гематит 5...10 %, сфалерит до 7 %, лимонит 5...10 %. Макроскопически они имеют темную, красноватую окраску и массивную, полосчатую, прожилковую, трещиноватую текстуру. Основные минералы: магнетит, гематит, сидерит, лимонит. В малом количестве встречаются сфалерит и азурит. Иногда наблюдаются зональные гранаты, а в прожилках гематитизированный кварц и кальцит. Магнетитовые руды имеют микроструктуры гранобластовые, сидеронитовые, идиоморфные и пластинчатые. Магнетит в отраженном свете имеет синевато-серый, голубоватый цвет и низкую отражательную способность. Форма зерен изометричная, гипидиоморфнозернистая. Межзерновое пространство заполнено окисленными минералами. По сравнению с магнетитом, сфалерит и гематит выглядят более светлыми серыми, светло-серыми с буроватыми внутренними рефлексами, форма зерен часто неправильная (рис. 2. а). Сидерит имеет темно-серый цвет, сильно анизотропный, внутренний рефлекс – светло-желтый. В некоторых образцах в прожилках встречается гранат, а также кальцит и мартит (рис. 2. б.).

Методом рентгено-флюоресцентного анализа было проведено определение элементов-примесей в рудах. В больших количествах были выявлены концентрации Cu, Mn, Ni, в меньших количествах Zn, Zr. Средние содержания приведены в табл. 2.

Таблица 2

Средние содержания примесных элементов, г/т

	Zn	Cu	Pb	Mo	Sn	Ni	Cr	V	Mn	Ti	Zr	Y
Гранатовый скарн	0,003...1	30...3000	2,5...100	0,5...2000	1...300	5...50	10...50	30...200	1000...10000	1000...10000	20...100	10...70
Магнетитовый скарн	0,1...1	80...3000	2,5...800	5...2000	20...100	5...200	200	Н.о.	2000...3000	1000...5000	5...30	н.о.

Выводы. Тип скарна – известковый, породы сильно дислоцированы и катаклазированы. Это дает возможность для протекания метасоматических реакций, что доказывается наличием вторичных минералов таких как мартит, гематит. Условие образования близнеялтральное (раннещелочное), температура средне-высокая. Образование оруденения генетически связано с гидротермальными растворами. По форме минералов определена последовательность выделения минералов. Получилась такая последовательность: после скарнов первым формируется наиболее высокотемпературный рудный минерал магнетит, а затем в результате гидротермального процесса кристаллизуются гематит и сидерит, далее сульфидный минерал – сфалерит.

Литература

1. Маринов Н.А., Геология Монгольской народной республики – Т. 3: Полезные ископаемые. – М.: Недра, 1977. – 703 с
2. Смирнов В.И., Геология полезных ископаемых. – М.: Недра, 1982. – 669с.
3. Афанасьева М.А., Бардина Н.Ю., Богатиков О.А. и др. Петрография и петрология магматических и метасоматических горных пород: Учебник – М.: Логос, 2001. – 768 с.
4. Григорьев В.М., Борисенко Л.Ф., Кравченко Г.Г. и др. Справочник по рудам черных металлов для геологов – М.: Недра, 1985. – 287 с.

ЭЛЕМЕНТЫ-ПРИМЕСИ В ПИРИТАХ ЦЕНТРАЛЬНОГО РУДНОГО ПОЛЯ (КУЗНЕЦКИЙ АЛАТАУ)

И.А. Буряков

Научный руководитель профессор А.К. Мазуров

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

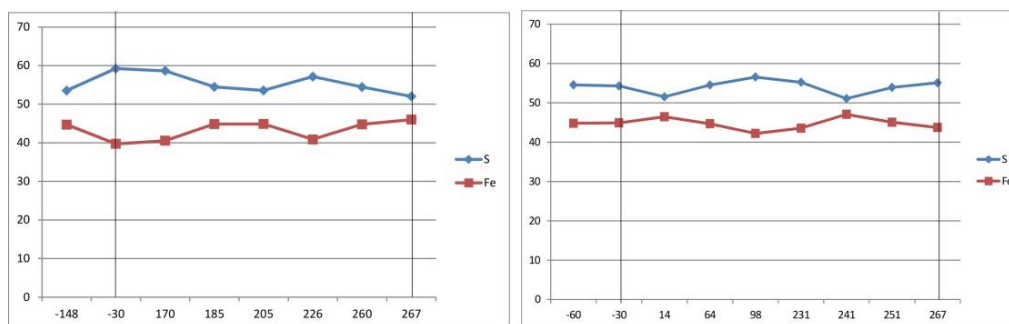
Центральное рудное поле расположено в западной части Кийской структурно-фациальной зоны Салаиро-Кузнецкой геосинклинальной системы вблизи северо-восточной ветви Кузнецко-Алтайского глубинного разлома. Особенности геологического строения рудного поля определяются его приуроченностью к Центральнинскому гранитоидному массиву Мартайгинского комплекса, прорывающему нижнепалеозойскую вулканогенную толщу Алатарского синклиория [2]. Центральное рудное поле относится к кварцево-жильному типу золоторудных месторождений. Предметом изучения являются кварцево-золото-сульфидные жилы, а также околорудные метасоматиты, представленные березитами с сульфидной минерализацией. Цель работы: по средствам изучения химического состава пирита, распределения элементов-примесей, выделить геохимические критерии рудоносности кварцево-сульфидных жил Центрального рудного поля. Изучение закономерностей распределения сульфидов, и элементов-примесей в них, также позволит выяснить и уточнить процессы и последовательность рудообразования рудного поля.

Центральное рудное поле характеризуется большим количеством кварцево-золото-сульфидных жил с различной пространственной ориентировкой, среди которых выделяют жилы северо-восточного и субширотного

простираения. Вмещающие породы вблизи кварцевых жил подвергаются гидротермальным изменениям, выражающимся в их березитизации. Мощность зон измененных пород колеблется от нескольких миллиметров до 4...5 метров. В целом в кварцевых жилах северо-восточного простираения она выше, чем в жилах субширотного простираения [1]. В основу данной работы легло изучение зерен пирита, как в сплошном рудном столбе, так и в околорудных березитах. Жила Тысячная субширотного простираения имеет мощность порядка от 3 до 7 метров, при этом березитовая оторочка имеет мощность до 3 метров в околорудном пространстве и до 10...15 метров вне кварцевой жилы. Пирит – один из самых распространенных минералов исследованных золоторудных объектов, а также один из наиболее важных по своим типоморфным особенностям. Пириты отмечены как в форме сплошных агрегатов из кварцевой жилы, так и в виде вкраплений кубической формы в околорудных березитах. Материалом для исследований послужили 21 шлиф-аншлиф и 15 шлифов, отобранных с одного горизонта по простираению всей жилы Тысячной.

Изучение химического состава пирита, а также наличие элементов-примесей и их распределение внутри зерен производилось при помощи Рентгено-флуоресцентного микроскопа XGT-7200. Изучение элементов-примесей и их распределение в зернах пирита производилось при помощи нескольких модулей: спектральное исследование химического состава (Spectrum) и площадное картирование образца с целью установления распределения химических элементов в образце (Mapping).

Для изучения качественного и количественного химического состава, в каждой изучаемой пробе были выбраны 5 зерен пирита. В каждом зерне выбраны 5 точек, в которых и проводились измерения. В результате чего было получено 25 спектров, характеризующих пирит в определенной пробе. Каждый спектр несет в себе информацию о химическом составе непосредственно в заданной точке в зерне пирита. В результате интерпретации каждого спектра в программном обеспечении микроскопа XGT – 7200 – Spectrum, в каждом зерне получен количественный химический состав основных элементов и элементов-примесей. По полученным спектрам было высчитано среднее значение по каждому зерну, а затем и по пробе в целом, и, именно, это значение принято в работе за среднее содержание элементов в пробе. Среднее содержание Fe и S в пиритах составляет 40...47 % и 51...58 % соответственно. Кроме Fe и S в пиритах установлены следующие элементы-примеси: Co, Ni, Pb, As, Zn, Cu, реже встречаются Cs, Sm, Zr, Sn, Cl, Mn и другие. Сравнивая результаты анализа жильного пирита и пирита из околорудных березитов, видно, что содержание основных элементов и элементов-примесей различается. На рис. 1 видно, что при повышении содержания Fe в рудном столбе, содержание Fe в березитах снижается, и наоборот. Так, например, на отметке 30 метров в жиле содержание Fe достигает своего минимума 39,7 %, а в березите на этой же отметке содержание равняется 44,8 %. Начиная с отметки 226 метров до 267 метров в сплошном рудном столбе содержание Fe повышается, и, в тоже время, наблюдается понижение содержания Fe в околорудных березитах жилы Тысячная.



а **б**
Рис. 1. Содержание Fe и S (%) в пирите по жиле Тысячная:
а) распределение элементов в жиле; б) содержание в березитах

Та же картина наблюдается и по элементам-примесям в пирите. Повышение содержания As, Co, Ni, Zn, Pb в рудном столбе, при понижении содержания этих же элементов в березитах. Наиболее наглядно это можно наблюдать по содержанию As и Co в зернах пирита. Повышенные содержания в березитовых телах As \approx 1,4 % и Co \approx 0,027 %, и явное их понижение в образцах и пробах из кварцевой жилы As до 0,2 % и Co до 0,007 %.

По данным В.Г. Ворошилова [2] кварцево-сульфидные жилы образовались в результате всасывания флюидов из ослабленных зон в полости, возникавшие в результате тектонических подвижек. В результате резкого раскрытия трещины растворы устремляются в нее из всего окружающего пространства. Приведенные выше графики показывают резкое обеднение внутренних зон березитов теми элементами, которые концентрируются в сопряженном участке жилы, что и доказывает процессы всасывания флюидов по трещинам, а также доказывает тот факт, что формирование золотоносных кварцевых жил происходило с интенсивным привнесом Cu, Zn, Pb, As, Co, Fe [3]. Для изучения распределения уже установленных элементов-примесей, измерение в каждом зерне пирита производилось по сетке, состоящей чаще всего из 400 точек (20 x 20). Все точки находились на равном расстоянии друг от друга, и в каждой из них производились измерения химического состава. Таким образом, в каждом изученном зерне пирита размером от 0,5 до 1,5 мм получено 400 спектров, несущих в себе качественный и количественный химический состав. В результате были получены содержание элементов-примесей в пирите, которые при помощи программы Surfer трансформировались в grid изображение, в

виде координатной сетки и изолиний с содержанием химических элементов (рис. 2). Данная манипуляция позволила установить распределение элементов-примесей внутри зерен пирита. На рисунке изображены зерна пирита и распределение As внутри зерен. Отчетливо видно, что в кварцевой жиле As распределен по границам зерен, по трещинам внутри зерен и совсем отсутствует в центральной части зерна (рис. 2 а). В березитах обратная картина: As сосредоточен в центре зерен пирита, и отсутствует по краям (рис. 2 б). Точно такой же характер распределения в пирите и других элементов-примесей: Cu, Pb, Zn; распределение Co и Ni не равномерное, и не приурочено к трещинам, и границам зерен пирита. Данные исследования также доказывают явление всасывания флюидов по трещинам, а также указывают, что источником элементов-примесей в кварцевой жиле являются тела березитов, в которых эти элементы отложились раньше процесса рудообразования.

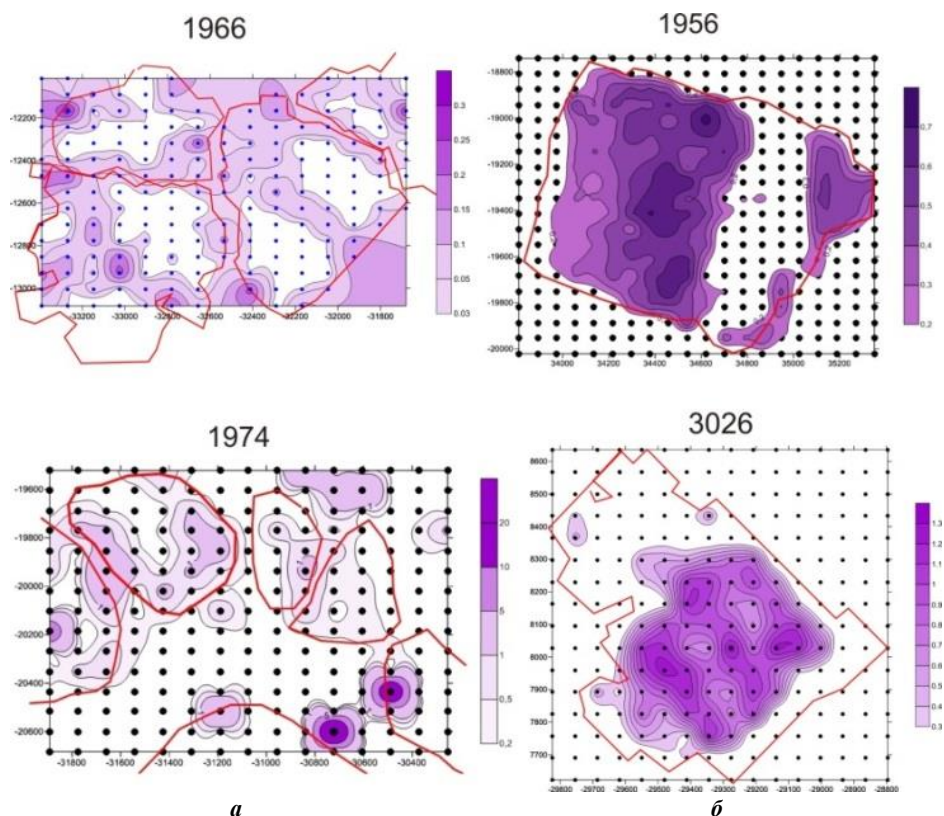


Рис. 2. Распределение As в пирите:
а) в кварцевой жиле; б) концентрация в березитах

Выводы: 1) в зернах пирита жилы Тысячной в ходе изучения химического состава установлены следующие элементы-примеси: As, Zn, Pb, Cu, Co, Ni, Sm, Cs, Sn, Cl, Mn и другие; 2) формирование золотоносных кварцевых жил происходило с интенсивным привнесом Cu, Zn, Pb, As, Co, Fe и в тоже время выносом их из околорудных березитов; 3) кварцево-сульфидные жилы образовались в результате всасывания флюидов из ослабленных зон в полости, в результате резкого раскрытия трещины растворы устремляются в нее из всего окружающего пространства, что доказывает приуроченность элементов-примесей к границам зерен пирита в жиле. Следовательно, наличие выше перечисленных элементов-примесей, их распределение в зернах пирита, возможно, считать геохимическим критерием золотоносности кварцевых жил Центрального рудного поля.

Литература

1. Баженов В.И. О проявлении горизонтальной зональности оруденения в центральном рудном поле // Известия ТПИ / Томский политехнический институт. – Изд-во Томского ун-та, Геология, 1971. – Т. 177. – С. 3–9.
2. Ворошилов В.Г. Механизм формирования аномальных структур геохимических полей гидротермальных месторождений золота, Известия Томского политехнического университета / Томский политехнический университет, 2005. – Т. 308. – № 2. – С. 31–36.
3. Ворошилов В.Г. Эндеогенная зональность гидротермальных образований Центрального рудного поля Кузнецкий Алатау: дис. ... канд. геол.-минер. наук. – Томск, 1987.

КОСМОСТРУКТУРНАЯ МОДЕЛЬ ПРИПЯТСКОГО ПРОГИБА

Н.И. Войтеховская, К.А. Пихур, И.Н. Заенчковская

Научный руководитель ассистент Т.А. Мележ

Гомельский государственный университет имени Ф. Скорины, г. Гомель, Беларусь

Объект исследований нефтеносный район Припятского прогиба включающий Речицко-Вишанскую и Червонослободско-Малодушинскую нефтеносные зоны.

Целевое назначение исследований – установить прогнозные факторы на углеводороды в условиях Припятского прогиба

Местоположение – северо-восточная часть Припятского прогиба.

Космоструктурная карта представляет синтез факторов полученных на основе тематического анализа следующих исходных данных: синтезированного космоснимка, геоиндикационные особенности территории, отраженные на космоснимках, позволяют получить представление о современной геодинамике и основных структурных элементах нефтеносного района.

Основные структурные элементы:

Блоки: Северо-Западный, Озаричский, Припятско-Днепровский, Мозырский.

Разрывные нарушения:

- система нарушений северо-западного простирания:

- Северо-Припятский, Речицко-Вишанский Червонослободско-Малодушинский,

- система нарушений субмеридионального простирания: Брагинско-Лоевское;

-система радиально-расходящихся нарушений Житковичско–Петриковского центра геодинамической активности.

Карты напряженности поля теллурических токов. Косвенно отражает структуру осадочного чехла и поверхности кристаллического фундамента. Мощность осадочных пород находится в обратной зависимости от напряженности поля. Локальные положительные аномалии напряженности поля теллурических токов отождествляются с локальными малоамплитудными поднятиями в поверхности соли, связанные с галогенезом, и реже с поднятиями в кристаллическом фундаменте (высоко амплитудные Городокско-Хатецкая ступень и Микашевичско-Житковичский выступ и др).

Карты четвертичных образований, и геоморфологическая карта дают представление о современной геодинамике территории района, в том числе и о процессах галогенеза, протекавших и вероятнее всего протекающий до настоящего времени.

Структурных карт: поверхности соли, межсоли и подсоли. Содержат косвенные и прямые признаки нефтеносности и являются основными при определении факторов прогноза месторождений, на стадии сопоставительного анализа результатов тематического структурного дешифрирования исходных данных.

Карты поверхности кристаллического фундамента. Содержит структурные элементы определившие историю геодинамических преобразований вышележащей толщи осадочных пород. Из-за недостаточной плотности скважин, и неравномерности их распределения по территории, неравномерности изученности территории геофизическими исследованиями, связи, наблюдаемые между структурными особенностями поверхности фундамента и чехла, неустойчивы и рассматриваются как косвенные.

Размещение в одном проекте ГИС всего пакета карт позволило, с определенной степенью достоверности, выполнить их тематическое дешифрирование, картировать необходимые структурные элементы, и провести сопоставительный анализ пространственного расположения этих элементов.

Объектами картирования и комплексного анализа были локальные структуры поднятия (далее локальные структуры), а точнее их эпицентры.

С учётом сложного структурного строения территории, морфометрических особенностей разрывных нарушений, к которым приурочены локальные структуры, геометрии локальных аномалий напряженности поля теллурических токов, выделенные на карте элементы были объединены в зоны, условно названные зонами корреляции факторов прогноза, а сами элементы факторами прогноза.

Локальные структуры верхнесолевого и межсолевого этажей преимущественно унаследовали нижележащие структуры подсолевого этажа.

Этого факта достаточно для понимания многоцикличности геодинамических активизаций, протекавших на исследуемой территории с момента начала строительства прогиба вплоть до формирования современного образа дневной поверхности.

Явно выраженная линейная систематизация зон корреляции, дала основание на интерпретацию дешифрируемых разрывных нарушений регионального уровня, к которым приурочены линейно расположенные системы зон корреляции прогнозных факторов.

В качестве факторов прогноза на углеводороды на территории нефтеносного района приняты следующие структурногеологические, геофизические, и геоморфологические особенности:

- локальные изометричные или валлообразные структуры в рельефе дневной поверхности;

- локальные положительные аномалии напряженности поля теллурических токов;

- надсолевые, межсолевые и подсолевые локальные структуры;

- локальные структуры в кровле кристаллического фундамента.

Для расчета комплексного прогнозного параметра каждому фактору присвоена определенная количественная характеристика его эффективности.

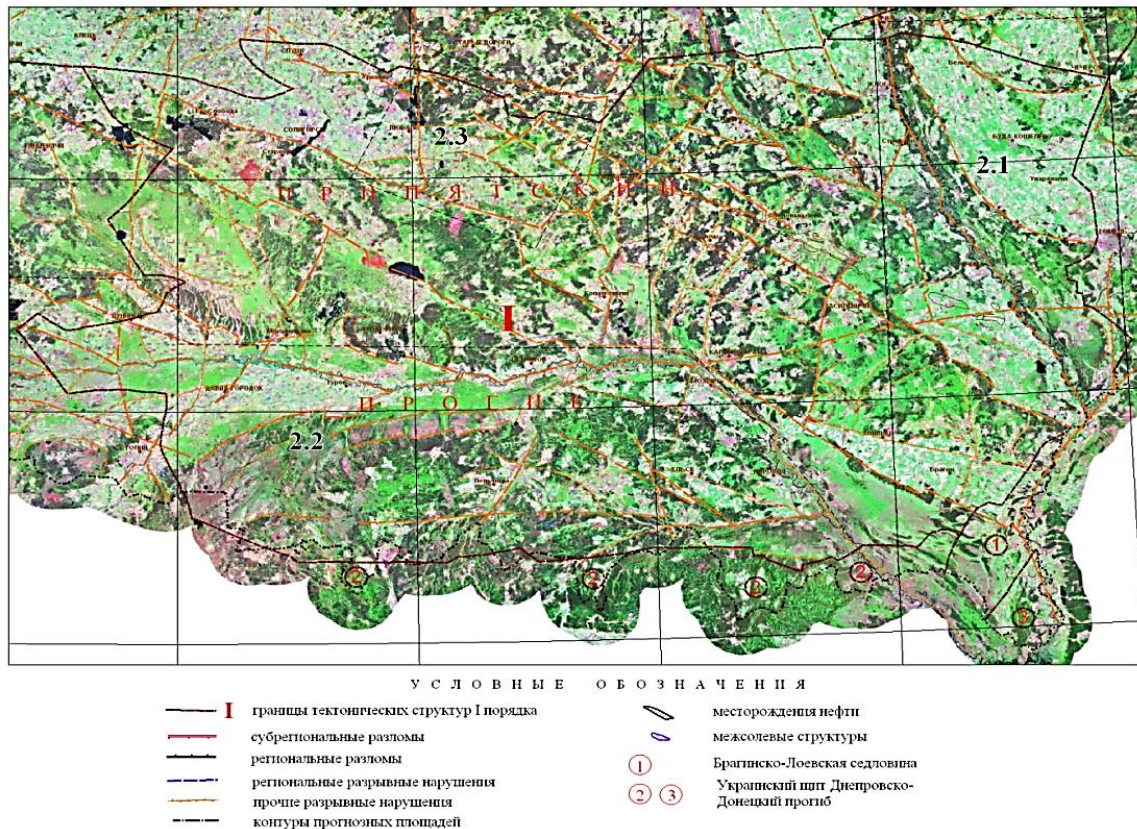


Рис. 1. Космоструктурная модель Припятского прогиба

Степень эффективности отдельного фактора определяется отношением суммы факторов расположенных в пределах зон корреляции, к общему количеству факторов выделенных на всей территории, где мощность осадочного чехла более полутора километров. Значимость фактора прогноза при построении прогнозных карт определена статистически, с учетом их приуроченности к известным, хорошо изученным месторождениям и выражена в баллах.

В результате тематического дешифрирования космоснимков и геолого-геофизических карт картированы факторы прогноза, установлена системная иерархия их объединений (зон корреляции факторов), положенная в основу выявления нефтегенерирующих структур, и выделения прогнозных участков. Хорошо выраженная системная иерархия прогнозных факторов дает основание считать что, основными нефтегенерирующими структурами на территории Припятского прогиба является система региональных разрывных нарушений северо-западного простирания, осложненная разрывными нарушениями субмеридионального и северо-восточного направлений. На юге к таковым вероятно следует отнести систему разрывных нарушений широтного простирания.

Основным положительным выводом проведенной работы по созданию космо модели нефтеносного района Припятской прогиба можно считать то, что установлена связь между определенными структурными элементами космоснимков, физических полей, карт нефтеносности, кровли кристаллического фундамента, рельефа дневной поверхности. В первую очередь это относится к особенностям поля теллурических токов.

Практически все основные локальные структуры, выделяемые геофизиками в верхсоли, нашли соответствующее отражение в локальных положительных аномалиях на карте напряженности поля теллурических токов.

Структурное дешифрирование космоснимков, позволяет систематизировать картируемые по другим факторам локальные геологические объекты, ранжировать их по значимости при исследованиях наименее изученных территорий.

В дальнейшем технология выявления новых прогнозных на нефть участков будет применена в более сложных условиях, на возможно нефтегазоносных территориях Оршанской и Подляско-Брестской впадин.

**ВЕЩЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ ФЛЮОРИТОВОГО-РУДОПРОЯВЛЕНИЯ «АЛТАН-ОБО»
ВОСТОЧНОЙ МОНГОЛИИ**

М. Ганхуу

Научный руководитель доцент Н.Ф. Столбова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

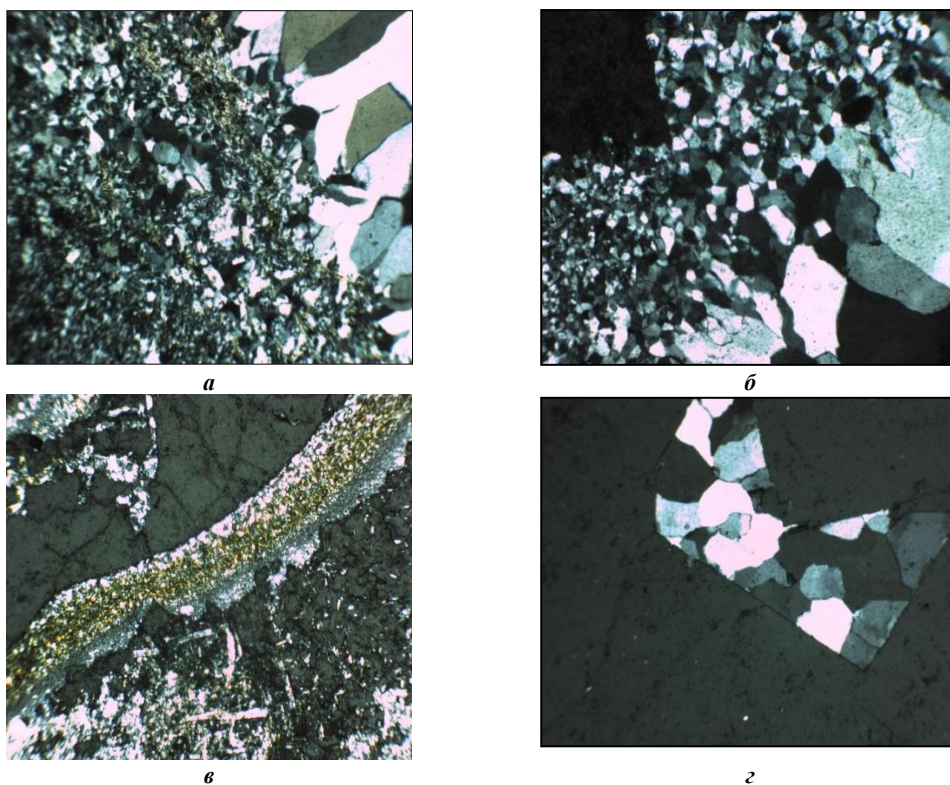
Кварцево-флюоритовые проявления «Алтан-Обо» находятся в восточной части Монголии и относятся к плато Халча, которое является частью Восточно-Монгольской плиты.

Более половины участков плиты сложены диоритами Гурван-сайханского массива. Их меньшая часть представлена риолитами. В качестве более ранних образований в юго-западной части блока, но в значительной степени, распространены известняки. Оруденение представляет собою систему рудных жил СВ и СЗ простирания и крутого близвертикального падения. Они относятся к глубинному разлому и расположены в зоне дробления и интенсивного смятия шириной 15...30 м. Толщины жил составляют метры, а протяженность – 50...250 метров. Жилы имеют простую морфологию и ориентацию, строго подчиненную рудовмещающим трещинным структурам линейного типа, отчетливо рассекающим контакты окружающих пород. Рудовмещающие породы – кислые вулканиты, представленные риолитами. Рудопроявление флюорита «Алтан-обо» формируется и находится в ареале широкого развития жил кварцево-флюоритового состава, обогащенных кварцем [3].

Для детального исследования вещественного состава рудоносных пород рудопроявления были отобраны образцы по простиранию одной из наиболее крупных жил. Из образцов изготовлены шлифы. Их изучение проводилось кристаллооптическим методом с помощью микроскопа ПОЛАМ-Л1213М.

Результаты петрографических исследований позволили разделить их на четыре группы и охарактеризовать изучаемые породы по составу минералов и структурно-текстурным особенностям.

Породы, представленные кварц-флюоритовыми прожилками в мелкозернистых, существенно кварцево-, гидрослюдистых минеральных ассоциациях. Для них характерна прожилковая текстура и микрогранобластная мозаичная и лепидобластная структуры (рис. а).



**Рис. (а, б, в, г) Четыре группы кварцево-флюоритовых пород:
а – порода с кварц-флюоритовыми прожилками, б – породы, представленные кварцем и флюоритом, в – флюорит-кварцевая порода с прожилкам гидрослюда, г – флюоритовая порода**

Породы, представленные кварцем и флюоритом. Для них характерны кокардовые нарастания, размером 0,3...0,5 см. Они сложены гребенчатым кварцем на тонкозернистых массах халцедоновидного кварца с примесью флюорита. Текстура однородная с обломочной и кокардовой (рис. б).

Флюорит-кварцевые породы сложены мелкозернистыми ориентированными чешуйками гидрослюд. Характерны гранобластная и лепидобластная структуры и пористая неоднородная полосчатая текстуры (рис. в).

Флюоритовые породы. При скрещенных николях изотропные флюориты выглядят черными. Наблюдаются четкие идиоморфные грани кристаллов флюоритов фиолетовой окраски, а в межзерновых промежутках – кварц (рис. г).

В результате петрографического изучения пород можно сделать следующие выводы:

По минеральному составу выделяется пять минеральных типов плавиковошпатовых месторождений и пять флюоритовых формации. Изучаемое рудопоявление плавикового шпата относится к флюоритовой формации с кварцево-флюоритовым минеральным типом в соответствии с принятой классификацией [1].

Месторождения такого типа формируются в зонах мезозойской тектоно-магматической активизации складчатых поясов. Их пространственное размещение контролируется глубинными разломами (преимущественно сбросового и сбросово-сдвигового типов). Залегают рудопоявления среди разных по составу и возрасту пород в связи со средними и кислыми породами, вне связи с вулканическими или плутоническими формациями. В состав рудных тел входят следующие главнейшие минералы: флюорит, кварц, глинистые минералы и слюдяные. Типоморфные особенности рудных тел следующие – это средне-крупнокристаллические агрегаты с массивными и друзовыми текстурами с идиоморфными кристаллами флюорита кубической сингонии [2].

В результате исследования текстурно-структурных взаимоотношений минералов можно сказать, что формирование флюорита изучаемого участка происходило следующим образом: с внедрением вулканических пород кислого состава связано образование существенно плагиоклазовых метасоматических тел, заполнявших тектонические нарушения. До завершения окончательного формирования рудоносных жил, в зонах тектонических нарушений начались гидротермальные процессы. Растворы, частично разрушая жилы плагиоклазовых метасоматитов, выщелачивали кальций из плагиоклазов. Фтористые соединения гидротерм вступали с ним в реакцию и формировали флюориты [1]. Завершающие фазы гидротермальных процессов обуславливали поступление кремнезема, который заполнял пустоты и при увеличении содержания создавал гребенчатые образования кварца. Содержания флюорита превышает 50...65 % в кварц-флюоритовых жилах, но запасы руд невелики и не могут быть рекомендованы в дальнейшую разработку.

Литература

1. Карпинский А.П. Поиски и оценка оптического флюоритового сырья при геологической съемке масштаба 1:50000 (ВСЕГЕИ). – СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 1992. – 62 с.
2. Лавровиц Н.С. Оценка месторождений при поисках и разведках. – М.: Госгеолтехиздат, Вып. 16: Плавиковый шпат (флюорит). – 1956. – 25 с.
3. Маринов Н.А. Геология Монгольской Народной Республики. – Т. 3: Полезные ископаемые. – М.: Недра, 1977. – 703 с.

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ УРАНА И РАДИЯ НА МЕСТОРОЖДЕНИИ ИНКАЙ (РЕСПУБЛИКА КАЗАХСТАН)

О.А. Джабиев

Научный руководитель доцент В.А. Домаренко

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Закономерности пространственного распределения урана и радия на месторождении Инкай (Республика Казахстан).

Месторождение Инкай – крупнейшее пластово-инфильтрационное месторождение в Казахстане и Содружества независимых государств (СНГ). Рудоносные зоны месторождения прослеживаются с северо-востока на юг на расстоянии около 55 км при их общей ширине от 7 до 17 км. Месторождение открыто в 1976 г. партией № 27 (начальник В.Н. Плеханов, главный геолог Н.Н. Петров) в ходе поисково-рекогносцировочного бурения. Складчатый фундамент на месторождении залегает на глубине до 2...3 км и представлен терригено-кремнистыми кембро-ордовикскими образованиями. Разрез MZ-KZ отложений начинается пестроцветными, достаточно плотными гравийно-песчано-глинистыми образованиями, локализованными в понижениях поверхности средне-позднепалеозойского этажа предположительно сеноманского возраста. Рудовмещающий комплекс представлен мынкудукским и инкудукским горизонтами верхнего мела. Урановое оруденение локализуется почти во всех литологических разностях пород с определенным тяготением к среднезернистым пескам. Урановая минерализация представлена настураном и коффинитом в соотношении: в целом для месторождения 82 и 18% соответственно, для оруденения в инкудукском горизонте 77 и 23 %, в мынкудукском – 87 и 13 %. Помимо урановых минералов в составе аутигенной минерализации отмечаются пирит (редко марказит), сидерит, кальцит, самородный селен, сфалерит, хлорит, пиролюзит, апатит.

На месторождении используют различные методы исследования, в том числе и радиометрические. Основным недостатком радиометрических методов опробования на молодых месторождениях урана гидrogenного типа, является зависимость результатов замера от радиоактивного равновесия продуктов радиоактивного распада, мощностей рудного скопления и т.д. Члены ряда распада связаны друг с другом последовательными необходимыми альфа- и бета-превращениями. Если система, в которой находятся

радионуклиды того или иного ряда, закрыта, то есть не происходит выноса или поступления отдельных ее членов относительно других, то со временем в ряду наступает радиоактивное равновесие. Скорость установления радиоактивного равновесия в ряду распада зависит от периода полураспада наиболее долгоживущего члена ряда, а для пары взаимосвязанных радионуклидов определяется периодом полураспада дочернего (Тд). С точностью до 0,8 % равновесие наступит через 7Тд, а с точностью до 0,1 % – через 10Тд. Существуют три основные группы факторов, приводящих к нарушению радиоактивного равновесия в рядах распада: различие химических свойств элементов, изотопами которых являются исследуемые радионуклиды; свойства элементов, связанные с радиоактивностью; физико-химические условия окружающей среды [1]. Нарушение равновесия в рядах продуктов радиоактивного распада приводит при радиометрическом опробовании урановых руд к искажению результатов, так как по интенсивности гамма-излучения фактически определяется не содержание урана 238, а концентрации радия 226 и продуктов его распада, по которым оценивается содержание «эквивалентного» урана. Нарушение радиоактивного равновесия обычно связано с тем, что продукты радиоактивного распада урановых рядов, обладая резко различными геохимическими свойствами, проявляют склонность к разделению и пространственному обособлению, особенно в условиях зоны гипергенеза. Как и все щелочноземельные элементы, радий обладает единственной формой окисления +2, мало склонен к комплексообразованию, находится в водных растворах в форме иона Ra^{2+} . Растворимы в воде хлориды, бромиды, йодиды, сульфиды и нитраты радия. Слаборастворимы его сульфаты, карбонаты, фосфаты, хроматы, фториды и оксалаты. Уран же, склонен к комплексообразованию: карбонатные, сульфатные, фторидные, фосфатные и гидроксильные [2].

Наиболее типичны три случая нарушения радиоактивного равновесия в рудах:

- общее нарушение равновесия, при котором в пределах всего объема урановорудного скопления наблюдается одностороннее его смещение в сторону недостатка радия;

- зональное нарушение равновесия, когда в пределах отдельных участков или зон рудных скоплений устанавливается смещение равновесия в сторону, как избытка, так и недостатка радия, на фоне которого могут проявляться второстепенные нарушения равновесия также различных знаков;

- локальные нарушения равновесия, при которых в отдельных ограниченных объемах урановорудных скоплений наблюдаются смещения равновесия как в ту, так и в другую сторону. Для установления радиоактивного равновесия между ураном и всеми продуктами его распада (при условии, что эти продукты не будут удаляться из мест их образования) необходим период времени 1,7 миллиона лет. Искажения значений истинных содержаний урана, связанные с изменениями эффективных атомных номеров и мощностей рудных скоплений, также корректируются путем введения поправок в результаты интерпретации данных радиометрического опробования коэффициентом радиоактивного равновесия (Крр). Величина поправки за нарушение радиоактивного равновесия между ураном и радием оценивается по формуле:

$$K_{pp} = CRa/CU,$$

где CRa – содержание радия (в единицах равновесного урана), CU – содержание урана в рудах.

Основная проблема заключается в том, что Крр на молодых месторождениях смещен либо в сторону урана, либо радия. На месторождении Инкай он был принят за 1, что приводит к некорректным геолого-технологическим условиям добычи урана [3]. Задачи, которые предполагается решить мной в ходе исследования сводятся к следующему: провести интерпретацию геофизических данных, а именно гамма каротажа и каротажа нейтронного деления (КНД); сопоставление геофизических данных (гамма каротаж и КНД) с результатами геохимических исследований; построение распределения U и Ra на основе геофизических исследований в плане и на разрезах; построение объемной геолого-математической модели распределения Крр; дать рекомендации по рациональному комплексу геолого-технологических исследований.

Литература

1. Арбузов С.И., Рихванов Л.П. Геохимия радиоактивных элементов. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010. – 300 с.
2. Домаренко В.А., Рихванов Л.П. Рациональная методика поисков и геолого-экономическая оценка месторождений руд редких и радиоактивных элементов. Часть II Геолого-экономическая оценка. – Томск: Изд-во ТПУ, 2010. – 260 с.
3. Петров Н.Н., Язиков В.Г., Аубакиров Х.Б., Плеханов В.Н., Вершков А.Ф., Лухтин В.Ф. / Урановые месторождения Казахстана: (экзогенные). – Алматы: Гылым, 1995. – 264 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АКСИМАТИЧЕСКОГО МЕТОДА ДЛЯ РЕШЕНИЯ ОСНОВНЫХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ (ТЕКТОГЕНЕЗА, БЛОК- И РИНГ-ТЕКТОНИКИ)

А.Е. Домарева, Н.И. Богомолов, В.М. Харченко

Научный руководитель доцент В.М. Харченко

Северо-Кавказский федеральный университет, г. Ставрополь, Россия

Этот метод впервые предложен В.Е. Хаиным, А.Г. Рябухиным, однако должного практического применения не получил. Авторами впервые предлагается его реализация для разработки ротационной концепции тектогенеза и как его следствие природы структур центрального типа.

Для решения поставленных геологических задач используются известные аксиомы, законы физики и геологии с учетом фундаментальных особенностей Земли как планеты:

- 1) вращения Земли вокруг своей оси, Солнца и центра Галактики;

- 2) колебательных движений в природной среде вообще и земной коре в частности;
- 3) слоистости Земли и планет Солнечной системы;
- 4) спиральной циркуляции вещества в неоднородной среде;
- 5) центральной симметрии и асимметрии Земли;
- 6) наличия линеаментов или тектонических разрывов различного ранга, блоктектоники;
- 7) наличие структур центрального типа различного ранга, ринг-тектоники;
- 8) закона скальвающих напряжений, закономерного распространения нормальных (вертикальных) и максимальных касательных напряжений в слоистой среде (под углом 450);
- 9) цикличности и ритмичности геологических процессов;
- 10) гравитационной дифференциации вещества в неоднородной среде (магматический, соляной, глинистый и нефтяной диапиризм).

Ряд таких фундаментальных особенностей в строении Земли можно продолжить, авторы же ограничивается теми, которые в той или иной мере использовались при решении основной задачи по выявлению природы СЦТ известным аксиоматическим методом. Для решения поставленных задач авторами был проведен анализ имеющихся представлений о природе и геодинамических условиях образования СЦТ, изложена своя концепция, сделаны выводы о дальнейших направлениях научных исследований по их генезису и связи с нефтегазоносностью.

Комплексность решения вопроса тектогенеза состоит в последовательности и логической согласованности основных фундаментальных особенностей Земли и планет земной группы: вращении и колебательных движений, дифференциация вещества по плотности и его инверсия, конвекция и спиральная циркуляция вещества, цикличность и нелинейность геологических процессов. Следствием проявления этих особенностей являются: ротационная тектоника, плюмтектоника, ринг и блок-тектоника. Ринг-тектоника или современные представления о структурах центрального типа (СЦТ) является закономерным следствием ротационной и плюмтектоники. Ротационные процессы в геологии позволяют наиболее объективно оценить роль экзогенных факторов в тектогенезе Земли и планет Земной группы [5, 6, 8, 9].

При дифференциации вещества, как в результате ротации Земли, так и при выделении тепла в процессе радиоактивного распада, очевидна конвекция вещества, т.е. подъём более лёгкого вещества к поверхности и опускание «менее горячего» более плотного вещества в обратном направлении. Движения вещества в неоднородной среде, в мантии и даже в земной коре происходит по спиралевидной траектории (согласно уравнению Бернулли). Основные направления движения вещества по спиралевидной траектории, по нашим представлениям, согласуются с осями симметрии куба или октаэдра, что подтверждается наличием постоянных зон тектонической активизации в определённых точках поверхности Земного шара [10]. По данным Ван Баммелена (1966), Ю.М. Пущаровского и др. (1989), Е.Е. Милановского (1991), зоны восходящих магматических расплавов или флюидов приурочиваются к центральным частям Атлантического, Индийского и Тихого океанов. Такие же зоны восходящих и нисходящих потоков флюидов вероятны в Антарктиде и на Северном Ледовитом океане, что согласуется с выделенными геодинамическими центрами первого порядка, которые являются соответственно центрами СЦТ.

Таким образом, при движении флюидов к земной поверхности происходит диссипация энергии на границах геолого-геофизических сред, причём закономерно в двух направлениях, согласно основным направлениям полей тектонических напряжений – вертикально вверх (нормальное напряжение) и под углом 450 (максимальное касательное напряжение). В результате вращения Земли и изменению ее скорости, разрядки или постоянного действия этих напряжений при магматическом диапиризме, на земной поверхности образуются (согласно теории Эйлера (1877)) линейные и дугообразные трансформные разломы большой протяженности (тысячи км), которые в целом формируют радиально-концентрические структуры центрального типа или кольцевые структуры глобального плана, представляя модель в виде «разбитой тарелки» [14, 15].

Представлена иерархическая система основных направлений современной геотектоники. В основе тектогенеза лежит ротационная геотектоника, которая порождает плюмтектонику, а следствием последней является ринг- и блок- тектоника [2, 4, 5, 6, 9].

На основе концепции тектогенеза и природы структур центрального типа предлагается концептуальная модель формирования УВ и рудных залежей в пределах СЦТ, которая согласуется с известными теоретическими флюидодинамическими моделями Б.А. Соколова, Ф.А. Алексеева и др., миксгенетической теорией В.П. Гаврилова, полигенетической концепцией А.Н. Дмитриевского и фактически является их практическим воплощением на конкретной территории. Концепция образования структур центрального типа объясняет формирование рудных залежей и залежей УВ под действием тектонических напряжений на флюидодинамические системы, которые представляют собой глубинные флюидопроводящие структуры различного ранга, контролирующее размещение как углеводородные, так и рудные месторождения и обуславливающие формирование геофизических и геохимических аномалий над залежами УВ и рудными телами. Проницаемые зоны развиваются в соответствии с действием тектонических напряжений, распространением трещиноватости и разломов, фиксируются в геофизических и геохимических полях, благодаря миграции по ним флюидов и развитию наложенной минерализации (рис.) [1, 3].

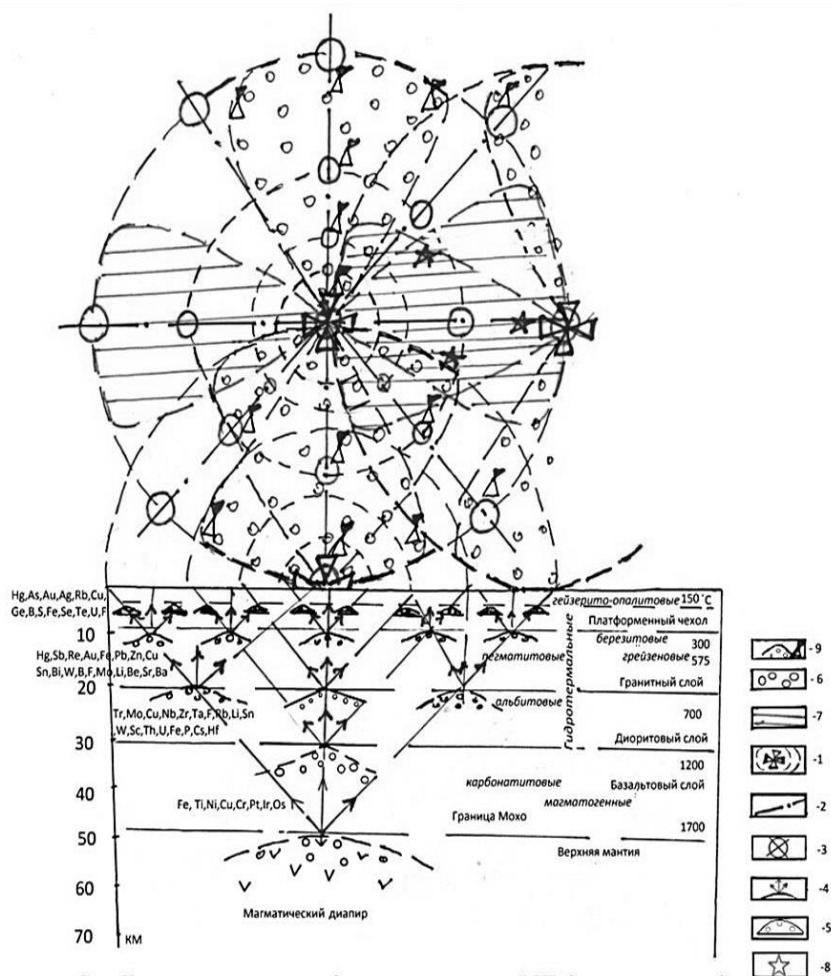


Рис. Концептуальная модель формирования рудных и УВ залежей (в плане и разрезе) (согласно Ф.А Алексееву, 1978; О.Ю. Баталина, 2010; В.М. Харченко, 2012)
 1 – геодинамические центры СЦТ и их контуры; 2 – линейменты или тектонические нарушения; 3 – субвертикальные зоны деструкции; 4 – флюидопотоки и пути их миграции согласно распределению тектонических напряжений; 5 – залежи УВ в зоне катагенеза; 6 – зона растяжения; 7 – зона сжатия; 8 – возможные очаги землетрясения; 9 – залежи УВ в зоне субвертикальной деструкции

Литература

1. Алексеев В.А. К вопросу о характере конвективных движений в мантии Земли // Нетрадиционные вопросы геологии: Материалы XII научного семинара «Система Планета Земля». – Москва, 2004. – С. 343–348.
2. Космические причинные периодичности вулканизма Земли: Взаимодействие верхней мантии и коры / под ред. С.В. Белова – М.: Межвед. геофиз. ком., 1991. – 72 с.
3. Дмитриевский А.Н. Фундаментальный базис инновационного развития нефтяной и газовой промышленности в России // Вестник Российской Академии Наук. – Москва, 2010. – №1. – С. 10-26.
4. Лопатин А.Ф. К проблеме пульсации Земли // Сборник научных трудов, серия «Тектоника и гидродинамика». – Ставрополь, 2002. – Т.1. – С. 71–79.
5. Морозов Ю.А. Цикличность кинематических инверсий в подвижных поясах в свете лунно-земных связей // Сборник научных трудов, серия «Геотектоника». – Москва, 2004. – № 1. – С. 21–50.
6. Мирлин Е.Г. Проблемы вихревых движений в «твердых» оболочках земли и их роли в геотектонике // Сборник научных трудов, серия «Геотектоника». – Москва, 2006. – № 4. – С. 43–60.
7. Новые идеи в геологии нефти и газа: избранные труды / под ред. Б.А. Соколов. – М.: МГУ, 2001. – 480 с.
8. Тверитинов Ю.И. Геодинамика тектонических перестроек // Вихри в геологических процессах. – Петропавловск-Камчатский, 2004. – Т.1. – С. 71–82.
9. Тяпкин К.Ф., Добвич М.М. Вращение Земли – единственный реальный источник энергии ее тектогенеза // Фундаментальные проблемы геотектоники: мат-лы совещания. Москва, 2007, – Т. 2. – С. 295–301.
10. Федоров А.Е. Проявление куба в строении Земли // Система Планета Земля. Нетрадиционные вопросы геологии: материалы VI научного семинара. – Москва, 2003. – С. 121–153.

**ОСОБЕННОСТИ ВЕЩЕСТВЕННОГО СОСТАВА ГРАНИТОИДОВ ФУНДАМЕНТА
ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ ПЛИТЫ****А.С. Есимбеков**

Научный руководитель доцент В.А. Домаренко

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Эпигерцинская Западно-Сибирская плита (ЗСП) расположена между складчатой областью Урала и древней Сибирской платформой. С юга на север плита протянулась от Казахского нагорья и предгорий Алтая на 2500 км, до берегов Карского моря, продолжаясь в акватории последнего, где точное положение границы пока не установлено.

В строении Западно-Сибирской платформы выделяют три структурных этажа: домезозойский фундамент, нижнемезозойский грабеновый комплекс и мезозойско-кайнозойский плитный чехол.

Фундамент Западно-Сибирской плиты является одним из наиболее дискуссионных вопросов. В отличие от древних Русской и Сибирской платформ, Западно-Сибирская плита имеет более молодой и неоднородный фундамент из пород позднего и раннего палеозоя, а на севере и в восточной части даже протерозоя [1].

Складчатый домезозойский фундамент плиты разновозрастный: в Приуральской части – герцинский, в Приенисейской – байкальско-салаирский; на юге, на продолжении складчатых систем Казахстана и Алтая, соответственно каледонский и герцинский. Фундамент сложен интенсивно дислоцированными и метаморфизованными отложениями, близкими по своему характеру аналогичным породам Урала и Казахского нагорья, среди которых большую часть занимают гранитоиды [3].

После обозначения роли фундамента, а в частности гранитоидных массивов, в нефтегазоносности Западной Сибири, гранитоидным комплексам уделяли большое внимание. Но, к сожалению, никто не рассматривал данные интрузивные комплексы как возможные источники уранового оруденения.

Над вопросами гранитоидных комплексов ЗСП вплотную занимались: В.М. Кляровский, В.С. Сурков, О.Г. Жеро, В.А. Контарович, О.А. Шнип, И.И. Нестеров, В.С. Пономарева.

Комплексы пород гранитоидов глубокими и картировочными скважинами вскрыты во всех регионах плиты. Наибольшее распространение они имеют в Приуральском, Приказахстанском и Центрально-Западносибирском регионах. Гранитоиды вскрыты 374 скважинами на 176 площадях, что составляет 56 % от всех магматических пород, вскрытых в пределах плиты. Большинство интрузивных пород кислого состава ЗСП приурочено к положительным структурам [2].

Нашей задачей было исследовать гранитоиды Усть-Тымского бассейна (Барлакский массив), изучить их петрографический и химический состав, и сопоставить с ранее изученными гранитоидами других районов ЗСП. Решение данной задачи является одним из важнейших аспектов, позволяющих проследить возможную связь гранитоидов ЗСП с урановым оруденением.

Усть-Тымская впадина, расположенная в северной части Томской области, является малоисследованной и одновременно весьма перспективной территорией для развертывания поисково-разведочных работ на нефть и газ.

На северо-западе Усть-Тымская мегавпадина граничит с Александровским сводом, на западе и юго-западе соответственно со Средневажуганским и Пудинским мегавалами, на юге – с Парабельским мегавыступом, на востоке – с Пайдугинским и Пыль-Караминским мегавалами.

Усть-Тымский бассейн слабо изучен геолого-геофизическими методами. Если западная часть бассейна, покрыта редкой сетью сейсмических профилей МОГТ, то в его восточных районах современные геофизические работы практически не проводились.

Усть-Тымский бассейн имеет сложную форму и состоит из двух рукавов северо-восточного и северо-западного направлений. Максимальная толщина геттанг-раннетоарского осадочного комплекса (200 м) отмечается в осевых частях рукавов. На бортах депрессии происходит сначала уменьшение толщин, а затем и выклинивание гет-танг-раннетоарских отложений. Впадина сформирована двумя системами желобов северо-западного и северо-восточного направлений.

Всего было выполнено описание 10 петрографических шлифов и 4 аншлифов изготовленных из керна скважины Трайгородско-Кондаковская-7. Для описания использовался оптический и бинокулярный микроскопы, также электронный сканирующий микроскоп SEM (Hitachi) и выборочно микрозондовый анализ (приставка Bruker). В результате были обнаружены минеральные фазы редкоземельных элементов, титана, железа, циркония, урана и тория, фосфора, цинка и свинца.

В исследуемых образцах чаще всего железо встречалось в ассоциации с серой в виде пирита (рис. 1). Пирит представлен агрегатом совместно с кварцем и мусковитом в отдельных микролинзочках размерами 1 на 3 мм и в крупных, гнездообразных, сливных скоплениях. Цинк встречается в двух формах: в тонкодисперсном рассеянном виде, а так же в виде редких зерен размером до 2 мм, в ассоциации с серой, представлен сфалеритом. Фосфор встречается в виде единичных редких удлиненных кристаллов в ассоциации с кальцием, что по химическому составу соответствует апатиту, развивающемуся в мусковите и ортоклазе.



Рис. 1. Формы нахождения пирита

Элемент циркония обнаруживается в кристаллах циркона. Циркон находится в рассеянной форме, в виде хорошо сформированных кристаллов (рис. 2).

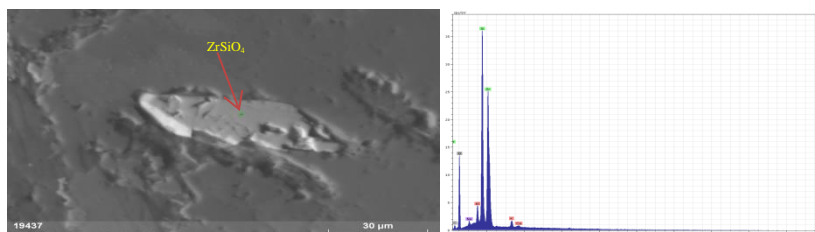


Рис. 2. Формы нахождения циркона

Титан наблюдается в виде редких хорошо сформированных кристаллов сфена, который в некоторых случаях замещен титаномагнетитом. Также элемент титана наблюдался и в ассоциации и ниобием, что, возможно, является колумбит-танталитом, (который может в своём составе иметь примесь титана) разрывающимся по пириту (рис. 3).

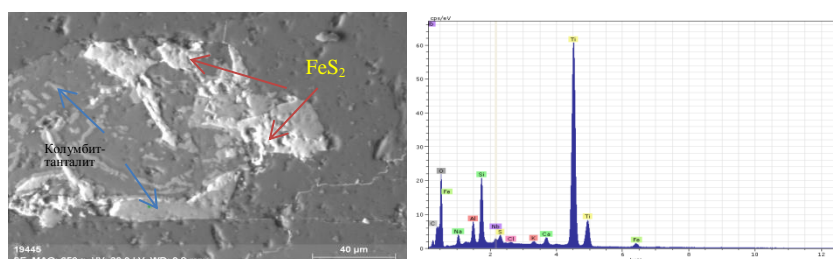


Рис. 3. Форма нахождения колумбит-танталита

Фазы редкоземельных элементов (РЗЭ) встречаются редко, но присутствуют во всех образцах гранитов и представлены церием, неодимом и лантаном. РЗЭ находятся в ассоциации с фосфором в виде минерала моноцита.

Уран и торий в исследуемых образцах встречался очень редко. Радиоактивные элементы наблюдались в 2 формах: 1) в виде прожилка уран-торий содержащего циркона (рис. 4 а); 2) в виде срастания халькопирита, сфалерита и коффинита в кварц-мусковитовом агрегате (рис. 4 б, б1).

Во всех изучаемых образцах наблюдается обширная карбонатизация с выделением собственных минералов анкерита, доломита и кальцита.

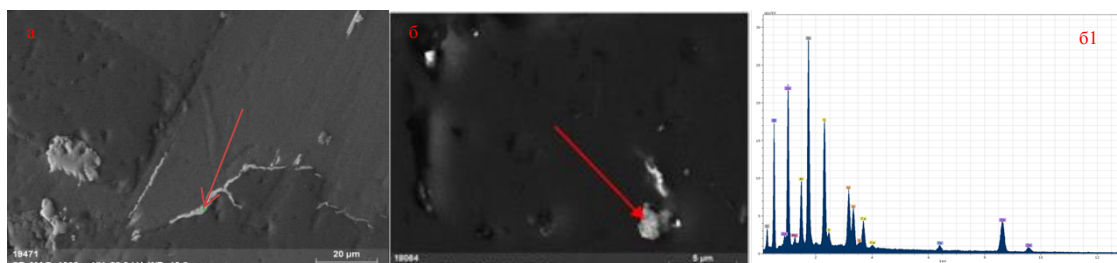


Рис. 4. Форма нахождения U-Th минералов

На основании полученных результатов можно сделать вывод: массив интенсивно разбит трещинами нескольких генераций с минеральным заполнением их преимущественно жильной карбонатной минерализацией с сульфидами и другими рудными минералами. В породах в целом наблюдаются многочисленные признаки проявления гидротермально-метасоматических процессов и грейзенизации. Четко выделен ряд процессов: внедрение щелочнополевошпатовых гранитов с редкометалльно-редкоземельной минерализацией, образование карбонат – сульфидно-коффинитовой ассоциации, дробление, выветривание и лимонитизация.

Рекомендуются дальнейшие исследования гранитоидов фундамента ЗС плиты, как потенциальный источник уранового оруденения гидрогенного типа в вышележащих толщах.

Литература

1. Милановский Е.Е. Геология СССР – М.: Изд-во МГУ, 1989. – Ч. 2.
2. Сурков В.С, Жеро О.Г. Фундамент и развитие платформенного чехла Западно-Сибирской плиты. – М.: Недра, 1981. – 143 с.
3. Клярковский В.М. Кристаллическое основание Западно-Сибирской низменности. – 1974. – С. 197.

РЕЗУЛЬТАТЫ ПОИСКОВЫХ РАБОТ НА ЗОЛОТО НА КОВАЛЕВСКОМ УЧАСТКЕ (КЧР, СЕВЕРНЫЙ КАВКАЗ)

А.В. Карпов

Научный руководитель доцент В.С. Исаев

*Южно-Российский государственный политехнический университет им. М.И. Платова,
г. Новочеркасск, Россия*

Материалы, положенные в основу данной статьи были получены автором при прохождении практики на Северном Кавказе в составе одного из отрядов ОАО «Кавказгеология», при проведении поисковых геохимических работ на золото в верховьях реки Подкумок.

Бассейн реки Подкумок относится к области активизированной платформы, в пределах которой в низах средней юры проявляется активный магматизм диорит-гранитной формации [1, 2]. Образования этой формации представлены близкими по времени внедрения гипабиссальными интрузивными телами диорит-порфиров, гранодиорит-порфиров и гранит-порфиров. Гипабиссальные интрузивы гранитоидного состава широко распространены в верховьях реки Подкумок. Интрузивные тела, представлены многоэтажными силлами и пологозалегающими дайками, прорывающими отложения плинсбаха, тоара, а в ряде случаев и аалена. Ковалевский участок на котором непосредственно проводились поисковые работы сложен осадочными образованиями угленосной хумаринской свиты синемюр-плинсбахского возраста, магматическими образованиями маринского комплекса, субвулканические образования которого прорывают хумаринскую свиту, нижнетоарскую муздухскую свиту и песчаники тоар-ааленской джигиатской свиты. Последние местами с размывом и с угловым несогласием перекрывают плинсбахскую вулкано-плутоническую структуру, байосской джорской свиты и образования среднеюрско-нижнемелового терригенно-карбонатного комплекса.

Полученные данные по геохимическому опробованию территории обрабатывались с использованием программы ArcGis. В результате были отстроены карты распределения следующих элементов: As, Au, Ag, Pb, Cu, Zn, на которых выделены аномалии рассматриваемых элементов и произведена их интерпретация с увязкой с геологическими данными.

Особенно отчетливо на построенных картах (рис.) проявились аномалии меди и цинка. Аномалии меди

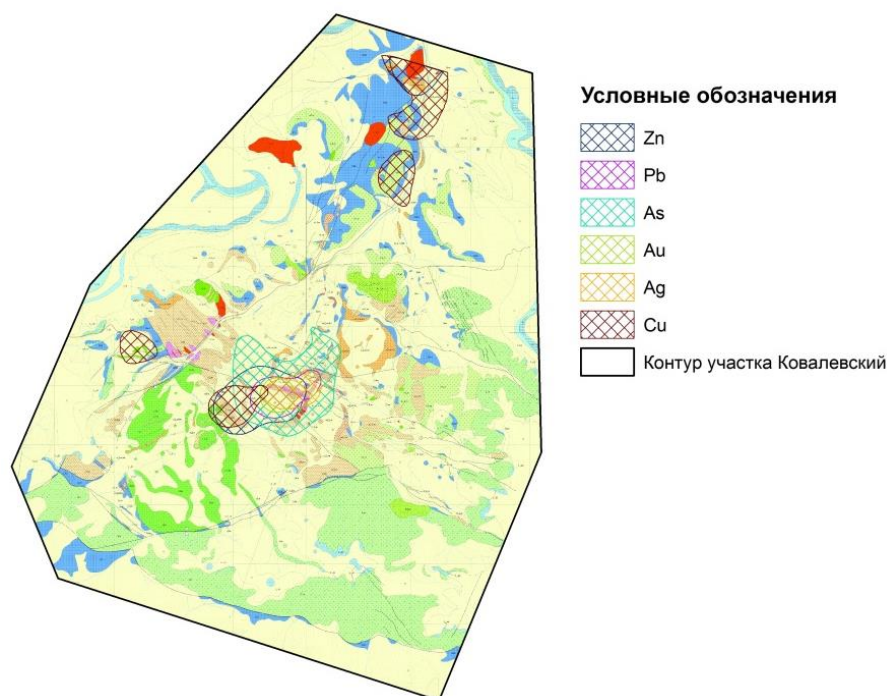


Рис. Карта геохимических аномалий

представлены четырема «пятнами», три из которых образуют линейно ориентированную по азимуту около 80 градусов зону, совпадающую с областью развития вулканитов андезитодацитового состава и их эруптивных брекчий. К двум из них, северному и южному, приурочены аномалии цинка. Таким образом, очевидно, что данные аномалии трассируют достаточно крупное тектоническое нарушение северо-восточного простирания, к которому также тяготеют и выходы кислых пород (риолитов и гранодиоритов).

Аномальные концентрации целого ряда других элементов, таких как золото, серебро, мышьяк и свинец совпадают с северным аномальным «пятном» меди и цинка. Географически они располагаются в правом борту реки Подкумок в междуречье балок Веселовского и Джандаркол, примерно в среднем их течении. Таким образом, аномалии этих элементов также, достаточно однозначно, укладываются в отмеченную структуру. Последняя, выделенная на основании геохимических данных, также подтверждается геологическими и минералогическими данными. Так в пределах этой зоны наблюдается заметная пиритизация пород, а также отмечается и флюоритовая минерализация. Кроме этого по одному из притоков балки Джандаркол, названному ручьем Пиритным, отмечается и шлиховое золото.

Таким образом, проведенное геохимическое опробование рассматриваемой территории и соответствующая обработка полученных данных позволили выявить перспективный участок для дальнейшей постановки разведочных работ с целью выявления объектов цветных и благородных металлов.

Литература

1. Борсук А.М., Кондаков Л.А. Мезозойские и кайнозойские магматические формации Большого Кавказа. – М., Наука, 1979. – 229 с.
2. Геология СССР. В 48 т. Т. IX. Северный Кавказ. – М.: Недра, 1968. – 760 с.

ИНДИКАТОРНАЯ РОЛЬ РАДИОАКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПРИ ПОИСКЕ ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

А.Ю. Колмаков

Научный руководитель профессор Л.П. Рихванов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

На Тардане наибольшую площадь занимают карбонатные породы, диориты и вулканиты. В экзоконтактной части гранитоидных (гранодиоритовых) массивов широко проявлены зоны скарновых метасоматитов, контролирующих рудную минерализацию. Зоны скарнирования контрастно проявлены в магнитном поле за счет магнетита, являющегося типоморфным минералом этих метасоматитов (скарнов).

Бассейн реки Подкумок относится к области активизированной платформы, в пределах которой в низах средней юры проявляется активный магматизм диорит-гранитной формации [1, 2]. Образования этой формации представлены близкими по времени внедрения габбисальными интрузивными телами диорит-порфиритов, гранодиорит-порфиритов и гранит-порфиритов. Габбисальные интрузивы гранитоидного состава широко распространены в верховьях реки Подкумок. Интрузивные тела, представлены многоэтажными sillами и пологозалегающими дайками, прорывающими отложения плинсбахского тоара, а в ряде случаев и аалена. Ковалевский участок на котором непосредственно проводились поисковые работы сложен осадочными образованиями угленосной хумаринской свиты синемюр-плинсбахского возраста, магматическими образованиями маринского комплекса, субвулканические образования которого прорывают хумаринскую свиту, нижнеюарскую муздухскую свиту и песчаники тоар-ааленской джигиатской свиты. Последние местами с разрывом и с угловым несогласием перекрывают плинсбахскую вулкано-плутоническую структуру, байосской джорской свиты и образования среднеюрско-нижнемелового терригенно-карбонатного комплекса.

Полученные данные по геохимическому опробованию территории обрабатывались с использованием программы ArcGis. В результате были отстроены карты распределения следующих элементов: As, Au, Ag, Pb, Cu, Zn, на которых выделены аномалии рассматриваемых элементов и произведена их интерпретация с увязкой с геологическими данными.

Особенно отчетливо на построенных картах (рис.) проявились аномалии меди и цинка. Аномалии меди представлены четырема «пятнами», три из которых образуют линейно ориентированную по азимуту около 80 градусов зону, совпадающую с областью развития вулканитов андезитодацитового состава и их эруптивных брекчий. К двум из них, северному и южному, приурочены аномалии цинка. Таким образом, очевидно, что данные аномалии трассируют достаточно крупное тектоническое нарушение северо-восточного простирания, к которому также тяготеют и выходы кислых пород (риолитов и гранодиоритов).

Аномальные концентрации целого ряда других элементов, таких как золото, серебро, мышьяк и свинец совпадают с северным аномальным «пятном» меди и цинка. Географически они располагаются в правом борту реки Подкумок в междуречье балок Веселовского и Джандаркол, примерно в среднем их течении. Таким образом, аномалии этих элементов также, достаточно однозначно, укладываются в отмеченную структуру. Последняя, выделенная на основании геохимических данных, также подтверждается геологическими и минералогическими данными. Так в пределах этой зоны наблюдается заметная пиритизация пород, а также отмечается и флюоритовая минерализация. Кроме этого по одному из притоков балки Джандаркол, названному ручьем Пиритным, отмечается и шлиховое золото.

На рис. 1 представлена обобщенная схема положения рудных тел в радиогеохимических полях участка Северный. Подавляющее большинство рудных тел находится в скарновых зонах. Участки наиболее интенсивного скарнирования расположены в зоне аномальных содержаний урана. Не везде скарнированные породы соответствуют аномалиям. Это связано с меньшей интенсивностью процесса. Небольшая аномалия калия и тория на этом участке, вероятно, отвечает наименее метасоматически измененным породам.

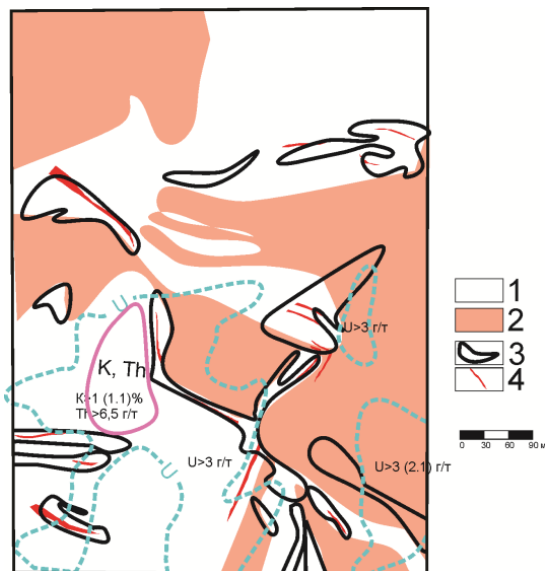


Рис. 1 Проявление золоторудной минерализации в радиоактивных полях. Месторождение Тардан, участок Северный.
1 – карбонатные породы; 2 – гранит-порфиры; 3 – скарны; 4 – рудные тела

На Южном участке (рис. 2) аномальные содержания тория и калия соответствуют неизмененным вулканическим породам. В зонах развития скарнов содержание этих элементов понижается. В южной части участка, где развито наибольшее количество скарнов, наблюдается урановая аномалия.

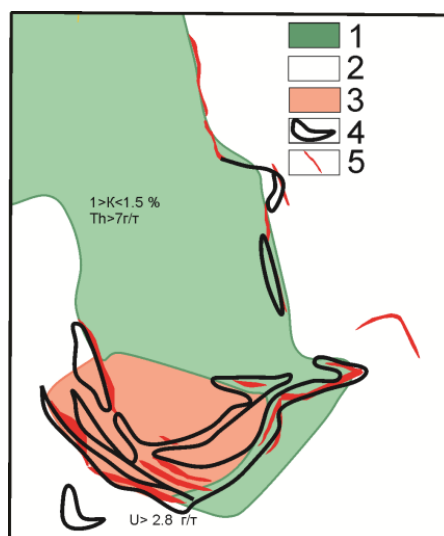


Рис. 2 Проявление золоторудной минерализации в радиоактивных полях. Месторождение Тардан, участок Южный.
1 – туфы, лавы, бекчи; 2 – карбонатные породы; 3 – гранит-порфиры; 4 – скарны; 5 – рудные тела

Геологическое строение месторождения Благодатное представлено двумя свитами: Рязановской и Кординской. Кординская свита разделяется на 3 подсвиты. Рудная зона располагается в пределах верхнекординской подсвиты, которая делится на верхнюю и нижнюю пачки.

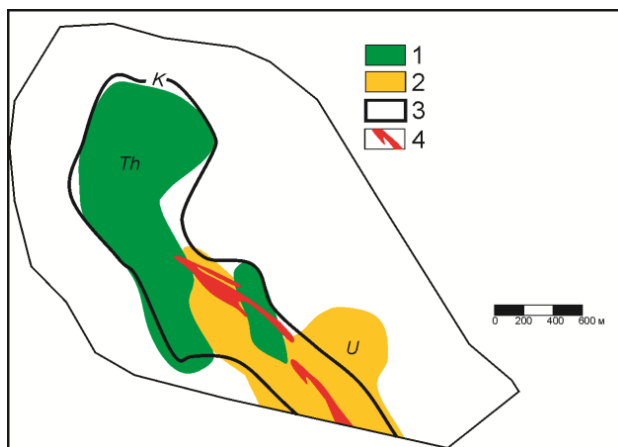


Рис. 3. Проявление золоторудной минерализации в радиоактивных полях. Месторождение Благодатное.
Аномалии: 1 – тория; 2 – урана; 3 – калия;
4 – рудные тела

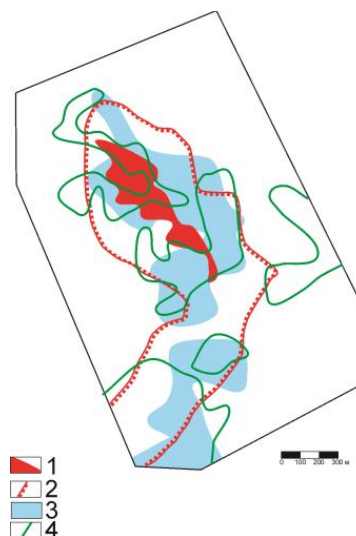


Рис. 4. Проявление золоторудной минерализации в радиоактивных полях. Месторождение Чертово корыто.
1 – рудная зона; 2 – границы минерализованной зоны; 3 – комплексные аномалии тория и калия;
4 – аномалии урана

На Благодатном месторождении золота (рис. 3) выделяется общая аномалия калия. В южной части выделена аномалия урана и здесь же локализованы рудные тела. Аномалия тория расположена севернее, но в пределах общей аномалии калия. Рудные тела находятся в зоне привноса U и K. Благодатное месторождение представляет собой особый геохимический интерес, так как площадь аномалии калия является суммой площадей аномалий тория и урана. Индикатором в данном случае является уран.

Геологическое строение Района месторождения «Чертово корыто» представлено: михайловской и албазинской свитами и четвертичными отложениями. Само месторождение локализовано в верхней подсвите Михайловской свиты. Подсвита состоит из серых и зеленовато-серых полевошпат-кварцевых метаалевролитов, метаалевропесчаников, черных углеродистых филлитов.



Рис. 5. Проявление Коммунарского рудного поля в радиогеохимических полях $\frac{U \cdot K}{Th}$
(по данным АГСМ-съемки, ПГО «Красноярскгеология» 1982-1985 гг.)

Положение рудного тела месторождения «Чертово корыто» в комплексных аномалиях тория и калия показано на рисунке 4. Минерализованная зона и рудное тело практически совпадают с аномалиями тория и калия. Уран ведет себя достаточно не однозначно.

На рисунке 5 показано проявление коммунаровского рудного поля в пониженных аномалиях мультипликативного параметра F. Результаты данной съемки также подтверждают существенную роль радиоактивных элементов при поиске золоторудных месторождений.

Таким образом, во всех вышеперечисленных месторождениях проявлена связь рудной минерализации с зонами обогащения и перераспределения радиоактивных элементов. Исследование показывает, что радиоактивные элементы могут быть индикаторами при поисках золоторудных месторождений.

ГЕОЛОГО-КАРТОГРАФИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ УГОЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ УРАЛЬСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА С ЦЕЛЬЮ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПЕРСПЕКТИВ ИХ ОСВОЕНИЯ**Н.Н. Кондратова****Научный руководитель профессор М.И. Гамов
Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону, Россия**

В условиях развития современной геологии, оперирующей огромными объемами эмпирических данных, геологические ведомства и горнодобывающие компании многих стран мира пришли к необходимости активного использования в своей деятельности геоинформационных систем (ГИС), способных вместить разнородную информацию различной наполненности, переработать и оценить данные, имеющие зачастую детальную, отчетливую пространственную привязку.

Семейство программных продуктов ArcGIS – лидер среди программного обеспечения ГИС, поскольку обладает сильными функциями редактирования, анализа и моделирования вместе с самыми современными моделями данных и управлением [3]. С целью отображения результатов выполненной геолого-экономической оценки нераспределенного фонда недр угольных бассейнов и месторождений Уральского федерального округа была подготовлена карта изученности и освоенности объектов, реализованная в среде ArcGis 9.3.

Построение ГИС-проекта основывалось на собранной и проанализированной информации, представленной двумя блоками: фактографическим и картографическим. В среде Access подготовлена фактографическая база данных по Уральскому федеральному округу, включая: запасы, учтенные Госбалансом всего и их распределения по категориям балансового учета А, В, С1, С2; запасы, не учтенные Госбалансом по категориям балансового учета С1, С2; прогнозные ресурсы по категориям Р1, Р2 и Р3. В данном разделе так же содержатся показатели, характеризующие распределение запасов, учтенных Госбалансом, в том числе нераспределенного фонда недр и прогнозных ресурсов углей по степени изученности, разведанности и подготовленности для промышленного освоения, интервалам глубин залегания, мощностей и углов падения пластов, маркам и видам углей, направлениям использования и способам отработки [4, 5].

Связь ГИС-проекта с базой данных (СБД) осуществляется с помощью уникального кода объекта в фактографической базе данных. Работа с базой данных и ГИС-проектом предусматривает любой уровень его генерализации.

Источниками картографической информации являлись: карты размещения изученности угольных объектов (угольных бассейнов и месторождений) на территории субъектов федерации; карты угленосности, рекомендуемые для проведения поисковых работ, геолого-промышленные карты; карты размещения угольных объектов распределенного и нераспределенного фондов недр.

Подготовка исходных информационных данных для ГИС-проекта включала в себя сканирование графических материалов, географическую привязку растровых копий графических приложений для определения местоположения объектов исследований и их векторизацию.

Источники цифровых графических данных: информационные ресурсы ГБЦГИ (ГлавНИВЦ) - цифровые топоосновы России в целом и ее регионов масштабов (1:2 500 000, 1:1 000 000); цифровые слои геологические, структурные, тектонические.

Исходя из того, что для создания данной карты предусматривалось применение ArcGis 9.3, определено представление информации в виде картографических слоев, которые объединяются в группы (фреймы). Слой содержит графические объекты – полигоны (Polygon), линии (Line), точки (Point).

Для всех уровней ГИС-системы разработана единая физическая структура представления информации в электронном виде, основным элементом которой является папка «THEMES», содержащая:

- папка «LAYERS» (файлы тематических слоев);
- папка «ТОПО» (файлы использованных слоев электронной топоосновы);
- папка «PICTURE» (растры, подключаемые как врезки к картам или как исходные карты);
- папка «DIC» (текстовое содержание);
- папка «TABLES» (табличное содержание).

Данная структура организации информации позволяет оперативно и просто работать со всеми элементами ГИС-проекта.

Для тематических слоев определены следующие типы отображения объектов:

- площадные объекты – угольные бассейны, угольные районы, крупные месторождения, прогнозные площади, субъекты федерации, федеральные округа;
- линейные объекты – границы угольных бассейнов, угольных районов, крупных месторождений, прогнозных площадей, субъектов федерации, федеральных округов;
- точечные объекты – участки, месторождения, административные центры субъектов РФ, федеральных округов, для привязки диаграмм с данными – угольные бассейны и месторождения.

Картографическая модель Уральского федерального округа представляет собой трехуровневую ГИС-систему, состоящую из ГИС-проектов разных уровней генерализации информации и базы атрибутивных данных с основными характеристиками угольных объектов. Подготовлены картографические слои с группировкой информации в них и легенда (система условных знаков ГИС-системы) для каждого уровня генерализации с использованием эталонной базы данных условных знаков госгеолкарты-1000, разработанной СпецИКЦ «Региональная геология» и единой легендой, разработанной ВНИГРИуголь.

На первом уровне расположен управляющий ГИС-проект по основным угольным бассейнам и месторождениям Уральского федерального округа масштаба 1:2 500 000, обеспечивающий объединение всей информации и взаимодействие всех элементов системы с помощью интерактивных связей. На карту этого уровня вынесены следующие картографические объекты: угленосные площади, месторождения, объекты распределенного и нераспределенного фонда недр с балансовыми запасами, объекты с запасами, не учтенными Госбалансом, объекты с прогнозными ресурсами, результаты геолого-экономической оценки.

ГИС-проекты второго уровня генерализации информации ограничены контурами субъектов федерации масштаба 1:1 000 000: Свердловской областью, Челябинской областью, Ханты-Мансийским и Ямало-Ненецким автономными округами. Электронные карты угольных объектов по отдельному субъекту федерации, включают в себя четыре основные группы информационных слоев: топооснову, степень изученности и освоенности объектов, результаты геолого-экономической оценки угольных объектов с подразделением их на эффективные, потенциально-эффективные и неэффективные [5].

В результате геолого-экономической оценки выявлены потенциально-перспективные площади для освоения угольной промышленностью и геологического изучения.

Для объектов распределенного фонда также предусматривается функция «горячая связь», позволяющая отображать основные технико-экономические показатели действующих угледобывающих предприятий.

ГИС-проекты 3-го уровня отображаются в виде атласа карт по основным угольным бассейнам, угленосным площадям и месторождениям Уральского федерального округа. Карты этого уровня содержат следующую информацию: геологическое и структурно-тектоническое строение угольных объектов (стратиграфические подразделения и их индексы, тектонические нарушения, зоны дробления, оси складок), выходы угольных пластов, буровые скважины, разведочные профили, шахты и разрезы. Геологическая изученность показана по последней стадии проведения работ (геологическая съемка (масштаба 1:200 000, 1:50 000), поисковые работы, оценочные работы, поисково-оценочные работы, поисково-разведочные работы, предварительная разведка, детальная разведка, разведка, доразведка).

Созданы фреймы (сгруппированные информационные слои) – геологические разрезы и литолого-стратиграфические колонки.

Для создания ГИС-проектов на бумажных носителях предусмотрена компоновка карт с наиболее значимыми информационными слоями: топоосновой, степенью изученности и освоенности основных угольных объектов, результатами геолого-экономической оценки. Круговые диаграммы отражают общие кондиционные ресурсы углей категории А+В+С1, С2, прогнозных ресурсов категории Р1, Р2 и Р3. Гистограммы - балансовые запасы углей, запасы нераспределенного фонда недр по видам углей и по группам эффективности.

Данная технология построения ГИС-проектов обладает следующими функциональными возможностями:

- просмотр картографической информации в различных растровых и векторных форматах;
- распределённое хранение пространственных данных;
- ввод и редактирование пространственных данных;
- выполнение пространственных и атрибутивных запросов по картографическим слоям;
- наполнение фактографической базы данных;
- разграничение доступа к информации на основе прав пользователя;
- визуализация результатов расчётов в табличном и графическом форматах;
- возможность интеграции с системами, построенными по открытым стандартам.

Разработанные ГИС-проекты позволяют оперативно получать информацию о состоянии угольной сырьевой базы для определения направлений ее геологического изучения и промышленного освоения в современных экономических условиях [1, 2].

Литература

1. Алексеев К.Ю. Развитие угольной отрасли России // Ежемесячный научный журнал «Уголь». – Москва, 2011. – № 8. – С. 6–13.
2. Романов С.М. Развитие системы технического регулирования качества углей для повышения их конкурентоспособности на рынке // Энергетическая безопасность России. Новые подходы к развитию угольной промышленности: Труды XIV международной научно-практической конференции. – Кемерово, 2012. – С. 240–241.
3. Российская угольная энциклопедия / под ред. Е.А. Диколенко, Е.А. Козловского. – М. – СПб.: Санкт-Петербургская картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2004. – Т. 1. – 649 с.
4. Угольная база России. Угольные бассейны и месторождения европейской части России (Северный Кавказ, Восточный Донбасс, Подмосковный, Камский и Печорский бассейны, Урал) / под ред. В.Ф. Череповского. – М.: ЗАО «Геоинформмарк», 2000. – Т. 1. – 483 с.
5. Угольная база России. Основные закономерности углеобразования и размещения угленосности на территории России / под ред. В.Ф. Череповского. – М.: ООО «Геоинформмарк», 2004. – Т. VI. – 779 с.

ОСОБЕННОСТИ СОСТАВА ГРАНИТОИДОВ АНГАРО-ВИТИМСКОГО БАТОЛИТА

Е.С. Кузнецова

Научный руководитель доцент В.А. Домаренко

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Один из крупнейших в Центральной Азии Ангаро-Витимский гранитоидный батолит занимает ключевое положение в структуре Байкальской горной области. На современной поверхности он представляет собой сообщество многофазных плутонов и небольших массивов, площадью от 10 до 3400 км², которые распространены на огромной территории около 135000 км².

Состав гранитоидов меняется от монцонитов, кварцевых монцонитов и гранодиоритов ранней фазы до биотитовых гранитов и лейкогранитов поздних фаз. На обширной площади батолита предыдущими исследователями было выделено несколько гранитоидных комплексов - баргузинский, витимканский, чивыркуйский, зазинский. На сегодняшний день они сведены к двум - баргузинскому, в который объединены три первых, и зазинскому с повышенной лейкократовостью и щелочностью гранитоидов. Работами последних лет установлен позднекарбонный возраст пород Ангаро-Витимского батолита [1]. Петрохимический состав гранитоидов батолита детально изучен лишь для северо-восточной его половины Б.А. Литвиновским с коллегами [2]. В западной части помимо главных комплексов батолита развиты небольшие интрузии от габбро-диоритов до гранит-порфиров. При геолого-съёмочных работах они были условно отнесены к мезозойскому гуджирскому комплексу, выделяемому в Джидинской зоне Прибайкалья.

Целью моей работы является изучение вещественного состава гранитоидов Ангаро-Витимского батолита для определения его геохимической специализации и возможного источника рудного вещества.

Первым шагом моей работы было описание шлифов с помощью поляризационного микроскопа в количестве 10 штук, которые были разделены на 2 группы.

В первую группу входит шлиф под номером AV-150.

Породы первой группы имеют пегматитовую структуру, их строение характеризуется тесным взаимным прорастанием кварца и полевого шпата, возникающим при одновременной кристаллизации обоих минералов. Полевой шпат обычно образует крупные кристаллы, а кварц одинаково ориентированные многочисленные вростки в нём.

Микроклин присутствует с альбит-пертитовым замещением, также микроклин с развитием пелитизации. Наличие яркого примера плагиоклаза с полисинтетическими двойниками. Также присутствуют слюды биотит и в меньшей степени мусковит. Акцессорные минералы представлены титаномagnetитом, сфеном, цирконом и единичными зёрнами корунда.

Количественно-минералогический состав гранитов дает следующие результаты (шлиф AV-150):

- | | |
|-------------------------|---------|
| 1. Плагиоклаз | – 9 %. |
| 2. Микроклин | – 60 %. |
| 3. Кварц | – 20 %. |
| 4. Биотит, мусковит | – 6 %. |
| 5. Акцессорные минералы | – 5 %. |

Плагиоклаз проявляется в полисинтетических двойниках, иногда вытянутых кристалликов. Содержится в небольшом количестве.

Калиевый полевой шпат – микроклин является преобладающим минералом породы, чаще всего имеет правильную форму микроклиновой решетки, чаще всего представлен с развитием пелитизации.

Кварц встречается в виде ксеноморфных зёрен и повсеместно выполняет промежутки между зёрнами полевых шпатов. Изредка зёрна кварца, имеющие более крупные размеры, чем микроклин, образуют квадратные или прямоугольные разрезы. Минерал слабо трещиноватый с равномерным погасанием.

Биотит образует мелкие, правильные по форме, листочки, как правило, резко плеохроирует: Ng – коричневатозеленый, Np – желтый.

Мусковит встречается в области распространения биотита в небольших количествах. Форма мусковита чешуйчатая, цвет плеохроирует: Ng – светло-розовый, Np – ярко-зеленый, радужный.

Акцессорные минералы представлены монацитом, галенитом, малаконом (торий содержащий циркон); также четкие зёрна сфена имеющие форму ромба, Ng – светло-желтый, Np – серовато-коричневый, циркон с присущей ему яркой окраской, высоким рельефом, призматической формы с пирамидальным окончанием; единичные зёрна корунда и др.

Во вторую группу входят 9 шлифов (AV-33,34,35,41,42,76,89,104,109).

Сравнительно крупнозернистые породы, состоящие из кварца, наличие ясно решетчатого микроклина, с развитием пелитизации, а также плагиоклаза, биотита, мусковита, роговой обманки, хлорита. Гипидиоморфнозернистая структура глубинных горных пород, беспорядочно-зернистая, характеризующаяся различной степенью идиоморфизма минералов.

Также особенностью является тонкое прорастание кислого плагиоклаза червеобразными образованиями кварца, которые при скрещенных николях на некотором участке гаснут одновременно, т.е. наличие мирмекитов.

Минералогический состав гранитов довольно простой. Здесь, главным образом, присутствует плагиоклаз, микроклин и кварц. Цветные минералы представлены биотитом, а иногда роговой обманкой.

Количественно-минералогический состав гранитов дает следующие результаты:

- | | |
|---------------|-----------|
| 1. Плагиоклаз | – 21,4 %. |
| 2. Микроклин | – 23,6 %. |

3. Кварц – 30 %.
4. Биотит, мусковит и роговая обманка – 15 %.
5. Хлорит – 5 %.
6. Акцессорные минералы – 5 %.

Плагиоклаз проявляется в виде правильных форм таблитчатых кристаллов, иногда вытянутых кристалликов, в которых наблюдаются полисинтетические двойники.

Калиевый полевой шпат – микроклин является преобладающим минералом породы, чаще всего имеет правильную форму микроклиновой решетки.

Кварц наблюдается в виде ксеноморфных зерен и повсеместно выполняет промежутки между зернами полевых шпатов. Изредка зерна кварца, имеющие более крупные размеры, чем микроклин, образуют квадратные или прямоугольные разрезы. Минерал слабо трещиноватый с равномерным погасанием.

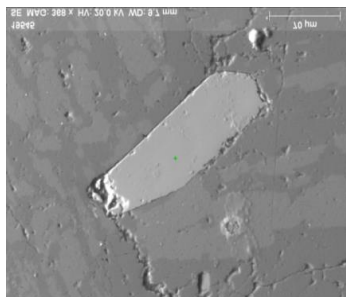


Рис.1. Зерно сфена

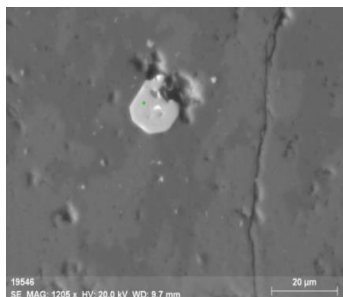


Рис.2. Зерно циркона

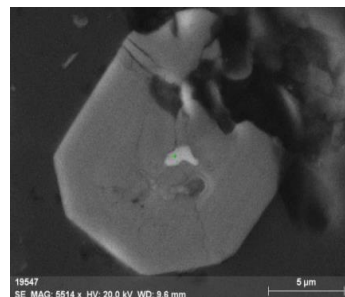


Рис. 3. Зерно малакона

Биотит образует мелкие и так же встречаются крупные, правильные по форме, листочки, как правило, резко плеохроирует: Ng –коричнево-зеленый, Np – желтый.

В некоторых шлифах встречается биотит замещенный мусковитом.

Мусковит встречается в области распространения биотита, а также в виде вкрапленностей. Форма мусковита чешуйчатая, цвет плеохроирует: Ng –светло-розовый, Np – ярко-зеленый, радужный.

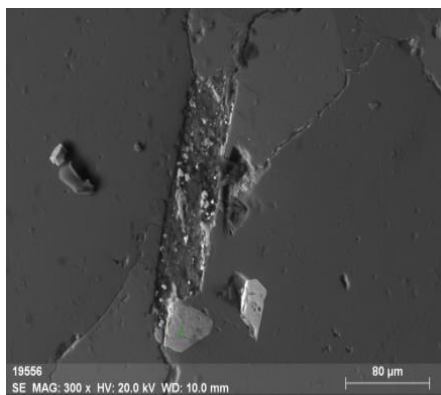


Рис. 4. Зерно ильменита

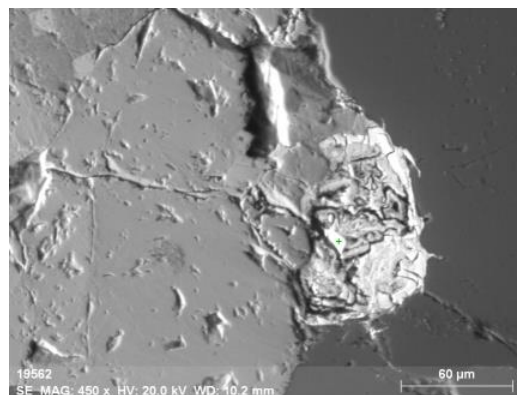


Рис. 5. Агрегат торита

Роговая обманка – крупные самостоятельные зерна образуют как бы вкрапленники. Встречается в области распространения биотита и других слюдистых образований. По своим оптическим свойствам с характерным плеохроизмом: Ng – коричневый, Np – светло-желтый, зеленоватый; имеет грубую поверхность.

Хлорит слюдоподобный минерал из подкласса листовых силикатов класса силикаты. Тонкие листочки пластинки агрегаты хлорита, Ng – коричневый, Np – желтовато-зеленый, в виде различных ограниченных форм

Акцессорные минералы титаномагнетит присутствует в форме октаэдра, квадрата, не прозрачен, в отраженном свете – стально-серый и черный; также наблюдаются четкие зерна сфена, имеющие форму ромба, Ng – светло-желтый, Np – желтовато-коричневый, циркон с присущей ему яркой окраской, высоким рельефом, призматической формы с пирамидальным окончатием.

Следующим шагом исследования была электронная микроскопия шлифов.

При изучении шлифов с помощью электронной микроскопии были получены результаты по вещественному составу рудных акцессорных минералов (рис. 1 – 5).

В первой группе присутствуют следующие акцессорные минералы: сфен, циркон, малакон, галенит.

Вторая группа шлифов характеризуется разнообразием акцессорных минералов с завышенным содержанием радиоактивных элементов.

Отмечено наличие следующих элементов: магнетит, циркон, ильменит, монацит, торит, ураноторит.

Литература

1. Ярмолюк В.В., Будников С.В., Коваленко В.И. и др. Геохронология и геодинамическая позиция Ангаро-Витимского батолита // Петрология. – Москва, 1997. – С. 451–466.
2. Литвиновский Б.А., Занвилевич АН. Палеозойский гранитоидный магматизм Западного Забайкалья. – Новосибирск: Наука, 1976. – С. 141.

**МОРФОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ТЕРРИТОРИИ ЛИСТА L-37-XVIII,
С ЦЕЛЬЮ ИЗУЧЕНИЯ НЕОТЕКТОНИЧЕСКИХ ДВИЖЕНИЙ****И.Р. Кулагина**

Научный руководитель профессор В.И. Щеглов

**Южно-Российский государственный политехнический университет им. М.И. Платова,
г. Новочеркасск, Россия**

В данной работе исследуются взаимосвязи элементов рельефа с неотектоническими движениями на территории листа L-37-XVIII геологической карты РФ (Ростовская область).

В геологическом строении листа принимают участие метаморфизованные породы палеозойского фундамента и мезокайнозойские отложения платформенного чехла [1].

Четвертичные отложения, которыми сложены элементы рельефа территории листа, имеют повсеместное распространение в районе работ. В возрастном отношении выделяются нижне-, средне-, верхнечетвертичные и современные образования. По генезису их можно подразделить на эолово-делювиальные, делювиальные, аллювиальные, аллювиально- и озёрно-морские отложения.

Нижне-, средне и верхнечетвертичные эолово-делювиальные и делювиальные отложения водоразделов и их склонов (vd, dQI-III) распространены на большей части территории (кроме речных долин) и представлены лессовидными суглинками.

Нижнечетвертичные аллювиальные морские отложения (am QI) развиты между устьями рек Большого и Среднего Егорлыков, где они слагают IV надпойменную террасу. Литологически они представлены желтовато- и светло-серыми разнотерными песками, желтовато-бурыми и серыми опесчаненными глинами и перекрываются сверху суглинками.

Среднечетвертичные озерно-морские отложения (Im QIII) прослеживаются по левому склону долины реки Западный Маньч, где они слагают III надпойменную террасу. Терраса здесь сложена древнеэвксинскими морскими и покрывающими их озерно-лиманскими отложениями. Литологически они представлены зеленовато-серыми разнотерными песками с прослоями глин, их перекрывают глины слоистые и суглинки.

Верхнечетвертичные озерно-морские отложения (Im QIII) развиты в долине Зап. Маньча и слагают II надпойменную террасу. Они представлены толщей карангатских и гирканских голубовато-серых сильноопесчаненных глин с прослоями тонкозернистого песка, гудиловскими пестроцветными глинами, обнажающимися в уступах террасы.

Средне-верхнечетвертичные и современные аллювиально-делювиальные и аллювиальные отложения (ad, QII-IV) распространены в долинах степных рек и балках, где слагают пойменную и I, II надпойменные террасы и только в долине Бол. Егорлыка и III надпойменную террасу. Представлены они глинами пестроцветными с прослоями и линзами глинистых песков, которые перекрываются супесями и суглинками.

В геоструктурном отношении изучаемая территория расположена в пределах эпигерцинской платформы, представленной здесь предкавказской частью Скифской плиты и Донецким прогибом. В строении территории принимают участие три структурные этажа: допалеозойский, палеозойский и мезозойско-кайнозойский [1].

Строение самого древнего этажа устанавливается по данным геофизических исследований лишь в северо-восточной части района. Поверхность допалеозойского фундамента выражена здесь Донецко-Каспийским грабеном, который представлен своей крайней юго-восточной частью. Строение платформенного чехла (мезозойско-кайнозойский этаж) в целом повторяет морфологию поверхностей палеозойского фундамента, только в более сглаженной форме.

При районировании данной территории по верхнеальпийскому структурному плану она относится к северо-восточному окончанию Азово-Кубанской впадины, имеющей общий уклон в юго-западном направлении испытывающей поднятие со скоростью до 2 мм в год. Строение самого древнего этажа устанавливается по данным геофизических исследований лишь в северо-восточной части района. Поверхность допалеозойского фундамента выражена здесь Донецко-Каспийским грабеном, который представлен своей крайней юго-восточной частью. Строение платформенного чехла (мезозойско-кайнозойский этаж) в целом повторяет морфологию поверхностей палеозойского фундамента, только в более сглаженной форме.

Для морфометрического анализа [2, 3] территории листа L-37-XVIII в данной работе с целью изучения неотектонических движений был выполнен ряд последовательно поставленных задач:

- 1) получены высотные отметки уреза воды в руслах рек;
- 2) в программе ArcGIS методом сплайн были построены карты базисных поверхностей и выделены эрозионные врезы рек;
- 3) выделены тектонические нарушения в пределах листа L-37-XVIII;
- 4) выделены зоны с максимальной разницей между базисной поверхностью и гипсометрической;
- 5) построена карта остаточного рельефа.

Исходными данными являлись карта рельефа и полученные с её помощью высотные отметки уреза воды в руслах рек.

В результате проведенных операций была получена карта остаточного рельефа. На ней отчетливо проявляются зоны максимальной разницы между уровнем базисной поверхности и современным рельефом – светлые участки на карте и зоны минимальной разницы – темные участки. Таким образом по карте остаточного рельефа можно выделить зоны, в которых предполагаемые неотектонические движения были проявлены с максимальной интенсивностью (рис. 1).

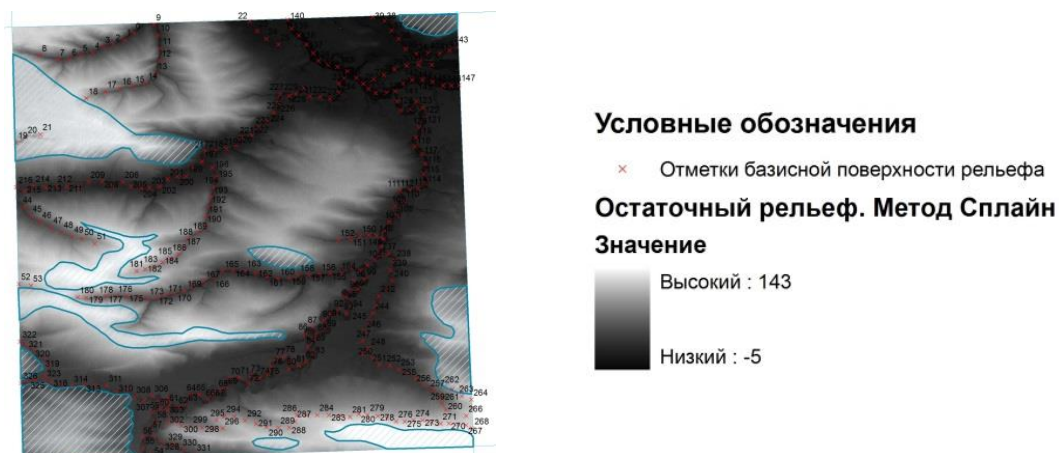


Рис. 1. Карта остаточного рельефа по листу L-37-XVIII

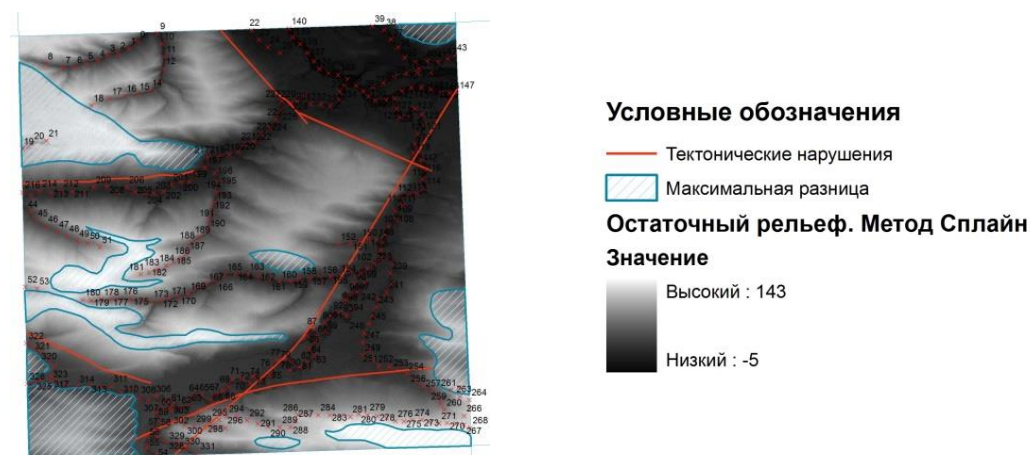


Рис. 2. Карта остаточного рельефа по листу L-37-XVIII с наложением тектонических нарушений на выделенные зоны с максимальной разницей между базисной поверхностью и современным рельефом

Участки с максимальной разницей в высотных отметках остаточного рельефа фиксируют блоки земной коры в пределах листа, испытавшие наиболее интенсивные тектонические движения, что позволяет условно провести границы тектонических блоков, причем наибольшая разница остаточного рельефа фиксирует восходящие движения.

Результатом проведенной работы является выявленное блоковое строение территории (рис. 2) и проведение линий предполагаемых тектонических нарушений вдоль границ этих блоков.

Литература

1. Белов Ю.Ф., Дейно Г.В. Геологическая карта СССР масштаба 1:200000, серия Кума-Маньчская. Лист L-37-XVIII. – Ессентуки, 1973.
2. Корчуганова И.И., Костенко Н.П., Межеловский И.Н.. Неотектонические методы поисков полезных ископаемых. – МПР РФ, Геокарт, МГГА. 2001. – 212 с.
3. Щеглов Математические методы моделирования в геологии: Учеб. пособие. Электронное издание. – Новочеркасск, ЮРГТУ (НПИ), 2012. – 197 с.

ПОТЕНЦИАЛЬНАЯ КОБАЛЬТОНОСНОСТЬ РУД БЫКОВСКОГО МЕДНОКОЛЧЕДАННОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (СЕВЕРНЫЙ КАВКАЗ)

А.А. Кушиев

Научный руководитель профессор И.А. Богуш

Южно-Российский государственный политехнический университет им. М.И. Платова,
г. Новочеркасск, Россия

Быковское медноколчеданное месторождение расположено на территории Лабинского рудного района (Карачаево-Черкесская Республика), в левом борту долины р. Б. Лаба, южнее пос. Азиатского. Этот объект в ближайшее время намечен для разработки Урупским ГОКом. В связи с этим представляет большой интерес выявление концентраций попутных компонентов, повышающих промышленную значимость месторождения. С этой целью выполнялось изучение разреза месторождения, его минералого-петрографических и геохимических характеристик.

Рудовмещающая пачка девонских вулканитов кизилкольской свиты сложена в верхней части разреза андезито-базальтами, а нижняя толща сложена метаморфизованными диабазами и метасоматически изменёнными риолитами. Структура участка в целом пологая моноклиальная [1].

Быковское месторождения стратифицировано и генетически относится месторождениям гидротермального-осадочного происхождения [1, 2]. Зональность рудной залежи приведена на примере скважины 81. На месторождении разведочными выработками вскрыто два пластовых рудных тела, которые залегают согласно со слоистостью и сланцеватостью вмещающих пород. Мощность тел достигает 30м и уменьшается от центра к периферии. Сплошные медно-колчеданные руды в лежачем боку сопровождаются пиритизированными околорудными метасоматитами. По минеральному составу руды разделяются на серно-колчеданные, медно-колчеданные, медно-цинковые и цинково-колчеданные. Руды, как и вмещающие их породы, динамометаморфизованы. Текстуры руд полосчатые, брекчвидные и массивные [1, 2].

В размещении охарактеризованных минеральных типов сплошных колчеданных руд намечается следующая вертикальная зональность (сверху вниз): 1) медно-колчеданные руды; 2) медно-цинковые и цинково-колчеданные; 3) серно-колчеданные руды. Среднее содержание металлов в медных рудах: Cu = 1,41, Zn = 0,43, S = 48,13, Co = 0,03 г/т; в медно-цинковых рудах Cu = 1,22, Zn = 2,98, S = 47,15, Co = 0,02 г/т; в цинковых рудах Cu = 0,88, Zn = 3,3. Можно отметить по результатам опробования в разведочных скважинах и горных выработках, что серно-колчеданные руды содержат максимальные концентрации кобальта, медно-колчеданные руды характеризуются несколько повышенным содержанием Вi, медно-цинковые руды содержат самые большие содержание Cd и Se, результаты обобщения приведены в таблице.

Таблица

Средние содержания металлов в рудах, вес. %

Типы руд	Cu	Zn	S	Co	Se	Te	Cd	Bi
Медные	1,41	0,43	48,13	0,03	0,006	0,003	0,002	0,002
Медно-цинковые	1,22	2,98	47,15	0,02	0,012	0,001	0,008	0,002
Цинковые	0,88	3,33	44,74	0,052	0,006	0,004	0,010	0,002
Серно-колчеданные	0,27	0,39	45,47	0,054	0,006	0,003	0,002	0,001

Серно-колчеданные руды слагают примерно четверть объема основной залежи. Они состоят из разнотельного агрегата пирита (75...90 %), в подчиненном количестве имеются халькопирит, сфалерит, кварц и хлорит. Текстура руд массивная, редкополосчатая, структура средне-грубозернистая.

Медно-цинковая разность колчеданных руд является ведущим типом на месторождении. Она имеет мелкозернистую структуру и состоит из пирита, халькопирита, сфалерита, кварца, хлорита и карбоната. Руды полосчатые.

Медные и цинковые руды играют подчиненную роль и отличаются от серно-колчеданных и медно-цинково-колчеданных исключительно содержанием в них халькопирита и сфалерита. Структуры и текстуры всех отмеченных типов руд аналогичны.

Пиритизированные метасоматиты наиболее широко развиты в лежачем боку основной залежи. Мощность их и интенсивность сульфидизации прямо коррелируются с мощностью сплошных колчеданных руд. Максимальная вскрытая мощность метасоматитов в центральной части рудной залежи достигает 40 м, по периферии рудного тела закономерно уменьшается до 2...4 м.

В кровле рудного тела метасоматиты развиты не повсеместно. Чаще в кровле рудного тела залегают более средние и кислые породы относительно его подошвы.

Быковское месторождения по геологическим характеристикам и минеральному составу руд является аналогом крупного Худесского медно-колчеданного месторождения, которое относится к медно-кобальтовому типу, серно-колчеданные руды обогащены кобальтом. В этом месторождении кобальт виды изоморфной примеси содержится в серноколчеданных рудах среднем 0,067 %. Такое содержание кобальта в рудах вполне сопоставимо с промышленными типами руд Норильского района и известных месторождений Зимбабве.

Однако химические анализы на кобальт для этих руд не проводились. Спектральные анализы пирита серно-колчеданных руд (табл. 1) показали относительное обогащение кобальтом. В связи с этим целесообразно проведение дополнительных геохимических исследований руд Быковского месторождения на Co, Se, Te.

Литература

1. Колчеданные месторождения Большого Кавказа // под ред. В.И. Смирнова. – М.: Недра, 1973. – 256 с.
2. Рябов Г.В., Богуш И.А. Типизация колчеданных месторождений Северного Кавказа // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. – Ростов-на-Дону, 2012. – № 5. – С. 88–91.

**ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ЗОНАЛЬНОСТЬ УЧАСТКА ЧЕРТОВА ЯМА ТОПОЛЬНИНСКОГО
ЗОЛОТОРУДНОГО ПОЛЯ (АЛТАЙСКИЙ КРАЙ)**

Д.С. Лавров

Научный руководитель доцент Т.В. Тимкин

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Топольнинское золоторудное поле находится в правобережье р. Ануй и р. Карама между селами Топольное и Степное на территории Солонешенского района Алтайского края.

В структурном плане рудное поле расположено в пределах Ануйского структурного блока, который по зонам крупных разломов – на западе Башчелакского, на востоке Куячинского, граничит соответственно с Талицким и Катунским блоками. По металлогеническому районированию Топольнинское золоторудное поле входит в состав Ануйского медно-золоторудно-россыпного узла Ануйского рудного района Северо-Алтайского золотоносного пояса.

Площадь рассматриваемого района сложена нижнесилурийскими отложениями существенно терригенной чинетинской, терригенно-карбонатной полатинской свитой, нерасчленённой карбонатно-терригенной громотухинской серией, существенно терригенной чесноковской, нижнедевонской карбонатно-терригенной камышенской и барагашской свитами (рис.).

Таблица

Фоновые и минимально-аномальные значения

Элемент	Фон \tilde{X} $n \cdot 10^{-3} \%$	Станд. множ. e	Минимально аномальное содержание для N коррелирующихся точек (в градациях спектрального анализа), в $n \cdot 10^{-3} \%$ (Au – в г/т)								
			N=1	N=2	N=3	N=4	N=5	N=6	N=7	N=8	N=9
Au	0,003	2,05	0,024	0,013	0,01	0,008	0,007	0,007	0,006	0,006	0,006
Ag	0,005	1,14	0,008	0,007	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006
Bi	0,05	1,07	0,063	0,059	0,058	0,057	0,056	0,056	0,055	0,055	0,05
Pb	1,4	1,46	4,4	3,2	2,7	2,5	2,3	2,2	2,2	2,1	2,1
Cu	3,04	1,3	6,9	5,4	4,9	4,6	4,4	4,24	4,14	4,06	3,99
Zn	4,03	1,7	21	13	10	9,2	8,4	7,9	7,5	7,2	7,0
Co	1,2	1,57	4,7	3,2	2,7	2,4	2,2	2,1	2,0	1,98	1,92
Ni	3,6	1,3	8,7	6,7	6,0	5,6	5,3	5,1	5,0	4,9	4,8
Cr	3,9	1,4	11	8,4	7,3	6,7	6,3	6,1	5,9	5,7	5,6
Mn	61,5	1,18	102	88	82	79	77	76	75	74	73
Sn	0,2	1,4	0,5	0,4	0,3	0,29	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2
W	0,5	1,1	0,71	0,66	0,63	0,62	0,61	0,6	0,6	0,6	0,6
Mo	0,09	1,4	0,26	0,19	0,16	0,15	0,14	0,14	0,13	0,13	0,13

Интрузивные образования занимают 30...35 % площади Топольнинского золоторудного поля, они представлены двумя массивами (Топольнинский, Караминский) и многочисленными дайками различного состава топольнинского габбро-гранодиорит-гранитового комплекса, штоками и линейными субвулканическими телами куяганского риолит-дацит-андезитового комплекса (рис.).

По данным [2] на большой площади поля в экзоконтактах массивов вмещающие породы ороговикованы и местами скарнированы. Скарнирование в пределах рудного поля носит рассеянный характер, наложенная рудная минерализация в наибольших концентрациях приурочена, по нашим данным, к апоскарновым пропилитам. Ведущие оруденение в рудном поле представлено золото-скарновым типом. Из сульфидов, количество которых варьирует 2...7%, развиты в основном, пирит, арсенопирит, пирротин и халькопирит, реже – сфалерит, молибденит, борнит, халькозин, галенит, блеклые руды, теллуриды и сульфотеллуриды Bi, Pb, Ag.

Оруденение сопровождается интенсивными первичными и вторичными ореолами широкого круга элементов. Набор их типичен для данного типа оруденения и региона, однако состав выявленных ассоциаций химических элементов и характера их пространственных взаимоотношений позволяет говорить о достаточно отчетливой специфике внутреннего строения аномальных геохимических полей.

В основу наших исследований положены результаты литогеохимической съемки масштаба 1: 25 000, 1: 10 000 по вторичным ореолам рассеяния в пределах Топольнинского золоторудного поля, выполненной ОАО «Горно-Алтайской экспедицией» 2012-2013 гг., и данных геохимического опробования керна скважин. Обработка материалов проводилась с использованием стандартных статистических программ, а геометризация результатов выполнена с применением ГИС-технологий, в соответствии с разработанной методикой [1].

В процессе исследований нами определены фоновые и минимально-аномальные концентрации золота и элементов-спутников во вторичных ореолах рассеяния; выявлены геохимические ассоциации и исследована зональность их размещения в пределах рассматриваемого участка; определена позиция золотого оруденения в структуре аномального геохимического поля и предложены геохимические критерии прогноза золотого оруденения в Топольнинском рудном поле.

Фоновые и минимально-аномальные содержания элементов рассчитаны по стандартной методике А.П. Соловова [3]. Поскольку на рассматриваемой площади распределение всех элементов не соответствует нормальному закону ($A/S_A > 3$ и $E/S_E > 3$), то при расчете фоновых и аномальных значений использована модель логнормального распределения (табл.).

Для выявления устойчивых ассоциаций элементов и анализа их пространственного размещения с целью расшифровки структуры геохимического поля, нами использовано группирование переменных методом факторного анализа.

Этим методом во вторичных геохимических ореолах изученной площади выявлено 3 фактора. Их интерпретация дана исходя из элементного состава, характера пространственного распределения и геологической ситуации. Фактор F2 (Au, Ag, Mn) соответствует собственно золоторудной минерализации, фактор F3 (Cu, Zn, Bi, W, Sn) пространственно приурочен к гранодиоритам Топольнинского массива и частично перекрываются с фактором F2, указывая на возможную температурную зональность оруденения и более глубокий уровень среза. Фактор F1 (Co, Ni, Cr, V) фиксирует области с рассеянной сульфидной минерализацией.

Указанные выше ассоциации элементов формируют аномальную структуру геохимического поля (АСГП) уровня месторождения.

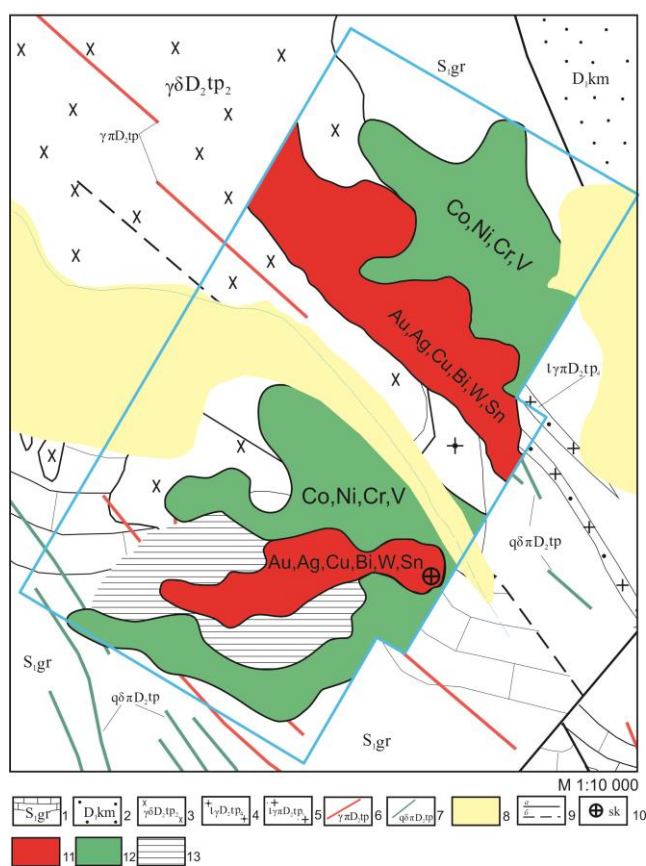


Рис. Модель геохимической зональности участка Чертова Яма

1 – Громотухинская серия нерасчлененная: глинистые сланцы алевролиты, песчаники, известняки; 2 – Камышенская свита: песчаники, алевролиты, известняки; 3–6 Топольнинский габбро-гранодиорит-гранитовый комплекс: 3 – вторая фаза: гранодиориты биотит-роговообманковые, 4 – четвёртая фаза: лейкограниты амфибол-биотитовые, 5 – четвёртая фаза: щелочные лейкограниты, 6 – дайки гранит-порфиров, 7 – дайки кварцевых диорит-порфиров; 8 – четвертичные отложения; 9 – геологические границы: а – достоверные, б – предполагаемые; 10 – скарны и скарнированные породы; 11 – ядерная зона концентрирования (Au-Ag-Cu-Bi-W-Sn); 12 – фронтальная зона концентрирования (Co-Ni-Cr-V); 13 – промежуточная зона

По геохимическим данным в пределах рассматриваемого участка выделяются внутренняя (ядерная), промежуточная и внешняя (фронтальная) зоны, которые имеют различные размеры, состав и степень концентрации главных и сопутствующих элементов. Для ядерной зоны концентрирования характерны ассоциации золота, серебра, меди, висмута, вольфрама, олова, в которых эти элементы достигают максимальных концентраций. Промежуточная зона АСГП не фиксируется повышенными значениями элементов, но четко отделяет ядерную зону от фронтальной. Во фронтальной зоне концентрируются кобальт, никель, хром и ванадий при некотором повышении содержания остальных элементов (рис.).

Результаты распределения ассоциаций элементов показали, что они образуют топологически замкнутую зональную геохимически ореольную систему, имеющую концентрически-зональную структуру на уровне месторождения. Зональность выражена в распределении высококонтрастных ореолов одних элементов в центральной части рудообразования, а других по периферии.

В целом, золото-скарновое оруденение на изучаемой площади сопровождается во вторичном геохимическом поле ассоциациями (Au,Ag,Mn), (Cu,Zn,Bi,W,Sn) и (Co,Ni,Cr,V). Наиболее благоприятны для поисков этого оруденения участки пространственного совмещения нескольких геохимических ассоциаций, которые формируют во вторичном геохимическом поле аномальную геохимическую структуру концентрического строения.

Литература

1. Ворошилов В.Г. Аномальные структуры геохимических полей гидротермальных месторождений золота: механизм формирования, методика геометризации, типовые модели, прогноз масштабности оруденения // Геология рудных месторождений. – 2009. – Т. 51, № 1. – С. 3 – 19.
2. Бедарев Н.П., Гусев А.И. Геология и золотоносность Топольнинского рудного поля Горного Алтая // Руды и металлы. – Москва, 1998. – № 2. – С. 100 – 109.
3. Соловов А.П. Геохимические методы поисков месторождений полезных ископаемых. – М.: Недра, 1985. – 294 с.

ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ДАННЫХ ИЗУЧЕНИЯ ФЛЮИДНЫХ ВКЛЮЧЕНИЙ В МИНЕРАЛАХ СКАРНОВ ТОПОЛЬНИНСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ (ГОРНЫЙ АЛТАЙ)

О.В. Логвиненко

Научный руководитель профессор В.Г. Ворошилов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Цель данной работы изучить физико-химические параметры рудообразующего флюида Топольнинского рудного поля, систематизировать полученные данные и соотнести их с результатами текстурно-структурного и минераграфического анализа, обобщить полученные результаты с опубликованными данными.

Краткая геологическая характеристика.

Топольнинское рудное поле находится на севере Горного Алтая и относится к перспективной золото-скарновой рудной формации. Рудопроявления локализованы в экзоконтактах одноименной гранитоидной интрузии, прорывающей терригенно-карбонатные толщи силура и девона. Золоторудная минерализация прослеживается по всему разрезу скарнированных пород.

В процессе изучения в скарновых рудах было установлено более 30 минералов. Основные породообразующие минералы это гранаты, пироксены, волластонит, скаполит, эпидот, кальцит, амфиболы и хлориты. Среди рудных отмечаются пирит, арсенопирит, пирротин, молибденит, халькопирит, сфалерит, галенит, борнит, халькозин и ковеллин. В виде мелких включений и просечек присутствуют разнообразные сульфиды, блеклые руды, сульфосоли и теллуриды. Рентгеноспектральным микроанализом нами впервые для рудного поля установлены: герсдорфит $(\text{Fe}_{0,17}\text{Ni}_{0,5}\text{Co}_{0,36})\text{As}_1\text{S}_{0,93}$, цумоит $\text{Bi}_{1,02}\text{Te}_1$, гессит $\text{Ag}_{1,81}\text{Te}_1$, кобальтин $\text{Co}_1\text{As}_{1,08}\text{S}_{1,19}$, скиннерит $\text{Cu}_{2,82}\text{Sb}_1\text{S}_{3,08}$, раклиджит $(\text{Bi}_{1,97}\text{Pb}_1)_{2,97}\text{Te}_{4,02}$, ульманит $\text{Ni}_1\text{Sb}_{1,35}\text{S}_{1,38}$, поубаит $\text{Pb}_1\text{Bi}_{1,71}(\text{Se}_{0,56}\text{Te}_{0,14}\text{S}_{3,85})_{4,55}$, невскит $\text{Bi}_{0,99}(\text{Se}_{0,44}\text{S}_{0,27})$, самородный висмут.

Золото зафиксировано в виде ультрамелких включений в молибдените, в борните и в ассоциации с теллуридными минералами. Размер включений варьирует от 5 до 20 мкм. Химический состав золотин изменяется в пределах: Au – 60,36...90,06 мас. %, Ag – 7,98...35,09 мас. %, Fe – 0,20...3,09 мас. %, Cu – 0,30...1,73 мас. %. Среднее значение микротвердости по 7 замерам – 92,845 кгс/мм².

По результатам минераграфического анализа в пределах рудного поля выявлено четыре продуктивных стадий минерализации: золото-молибденит-кварц-кальцитовая; кварц-арсенопирит-пиритовая-кальцитовая, кварц-хлорит-полиметаллическая-эпидот-амфибол-кальцитовая и золото-теллуридно-сульфотеллуридно-сульфидная.

На завершающих стадиях образовались кварц-карбонатные прожилки и гипергенные карбонаты (лимонит, малахит, азурит).

Методика и результаты исследований.

Методами термобарогеохимии изучались состав и температура минералообразующих флюидов Топольнинского рудного поля. Наибольшее количество газово-жидких включений было найдено в кальците, в подчиненном количестве включения исследовались в кварце, эпидоте, волластоните и гранате. Следует отметить, что в последних, включения встречаются крайне редко и имеют субмикронные размеры, что затрудняет их диагностику и проведение самого термобарогеохимического исследования.

Изучение флюидных включений проводилось в полированных пластинах с использованием термокриокамеры фирмы «Linsam» (Англия) по стандартной методике, предусматривающей регистрацию температур всех фазовых переходов в процессе замораживания и нагревания образца от -180 до $+500$ °С. Образцы для исследования отобраны на таких интервалах, где исключительным развитием пользуется минерализация только одной из стадий рудоотложения, что позволяет достаточно точно определить относительное время образования флюидных включений в истории формирования рудного поля. Таким образом, замеры температур фазовых переходов выполнялись в каждой пластинке для 3-13 одновозрастных включений (син – либо эпигенетических), отличающихся по размеру и соотношению фаз в вакуоли. Так как изученные включения не содержат минералов-узников, состоят из водных растворов солей слабой или умеренной концентрации, а в газовой фазе при охлаждении не проявили признаков низкокипящих газов (CO_2 , CH_4 и др.), то для них определялись следующие температуры: температура эвтектики (температура начала плавления льда для мелких включений) и температура полного плавления льда. По температуре эвтектики можно судить о фазовом составе основных солевых компонентов. Растворы, имеющие $T_{\text{эвт}}$ ($45-54$ °С), могут содержать преимущественно CaCl_2 с примесями хлоридов NaCl , KCl и MgCl_2 . $T_{\text{эвт}}$ ($32-37$ °С) соответствуют растворам с MgCl_2 , $\text{MgCl}_2+\text{NaCl}$, MgCl_2+KCl . Для растворов с NaCl характерны температуры эвтектики ($21,3 - 23,5$ °С). По температуре плавления льда рассчитывалась суммарная концентрация солей. Гомогенизация подавляющей части включений идет по первому типу, то есть в жидкую фазу.

Полученные данные показали, что формирование кальцитовых прожилков с вкрапленной сульфидной минерализацией происходило при температурах $310-150$ °С, при этом, как показано на гистограмме распределения температур гомогенизации, выделяются два интервала температур $310-200$ °С (кальцит с арсенопирит-пиритовой минерализацией) и $190-150$ °С (апоскарновые метасоматиты с пирротинном). Отмечено что, кальцитовые прожилки с молибденитом секутся прожилками выше описанных ассоциаций. Интервал температур гомогенизации для кальцит-молибденитовых прожилков – $250-150$ °С; для флюидных включений в кварцевой жиле в березитах – $240-187$ °С.

По результатам криометрических исследований установлено колебание солёности во включениях в широком диапазоне, при этом однозначно прослеживается тренд снижения солёности по мере уменьшения температуры. Так для включений из кальцита с арсенопиритом и пиритом солёность колеблется от 19 ... 11 масс. % NaCl -экв. Включения в кальцитах метасоматитов по солёности разделились на две области: метасоматиты с эпидотом и пирротинном имеют солёность – 18...8 масс. % NaCl -экв., хлорит-амфиболовые – 10...5 масс. % NaCl -экв. Солёность включений в кварце из березитов колеблется от 9 до 4,5 масс. % NaCl -экв. Солёность флюидных включений в кальците молибденосодержащих прожилков колеблется от 13...6 масс. % NaCl -экв. Для последних характерно увеличение солёности при понижении температуры.

Выводы.

Проведенные исследования позволяют сделать вывод о том, что кальцитовые прожилки с несущей сульфидной минерализацией формировались в несколько этапов:

- наиболее ранне образованные кальцитовые прожилки с молибденитом формировались при температурах $250...150$ °С и солёности 13...6 масс. % NaCl -экв. Кристаллизация осуществлялась из водно-хлоридных растворов, содержавших в своем составе растворенные соли Mg , Na и K .

- кварц-арсенопирит-пирит-кальцитовый комплекс образовался при температурах $310...150$ °С и солёности 19...11 масс. % NaCl -экв. Образующие его водно-солевые растворы содержали преимущественно Ca и Na .

- формирование кварц-полисульфидно-эпидот-амфибол-кальцитового комплекса происходило при температурах $190...150$ °С. По солёности, на фоне понижающейся температуры, разделяются две области метасоматитов: среднетемпературные пирротин-эпидот-кальцитовые с солёностью 18...8 масс. % NaCl -экв., и хлорит-амфиболовые с сульфидами с солёностью 10...5 масс. % NaCl -экв. В составе раствора отмечается присутствие хлоридов Mg , K и Na .

- березиты образовались при температурах $240...187$ °С и солёности включений 9...4,5 масс. % NaCl -экв.

Сравнивая полученные данные с результатами, изложенными в работах [1] по месторождению Синюхинское и золото-скарновым полям Горного Алтая и Горной Шории, рудообразующие флюиды имеют схожий состав и температуру образования флюидных включений. Таким образом, в пределах рудного поля можно ожидать схожий тип оруденения.

Литература

1. Гусев А.И. Металлогения золота Горного Алтая и юга Горной Шории. Автореферат дис. ... докт. геол.-минер. наук. – Томск, 2006 г.

**ОЦЕНКА ОСОБЕННОСТЕЙ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РУД ЗАРЕЧЕНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ
 МЕТОДОМ ТОПОМИНЕРАЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРИ СОСТАВЛЕНИИ
 МИНЕРАЛОГИЧЕСКОГО КАДАСТРА**

А.А. Мячин

Научный руководитель доцент Г.Б. Князев

Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия

Зареченское месторождение открыто в 1958 г. поисково-структурными скважинами на перспективных площадях, прилегающих с юга к разведанному к тому времени Среднему месторождению [1]. По своему составу является уникальным среди других полиметаллических месторождений Рудного Алтая в том плане, что оно состоит из шести промышленно значимых компонентов, извлекаемых из руд, среди которых благородные металлы представляют его основную ценность [2].

Целью работы является изучение распределения содержания золота и барита по типам руд.

Задача: создание минералогического кадастра.

Актуальность данной темы заключается в дальнейшем использовании топоминералогических методов исследования, в частности создание минералогического кадастра для получения информации о типах руд любых других месторождений, что является необходимым для переработки руды, и в целом для производства.

Началом анализа стало составление минералогического кадастра, данные для обработки взяты автором из журнала бороздового опробования, полученные на Зареченском руднике (табл. 1).

Таблица 1

Фрагмент геохимических анализов содержания золота и барита в рудах, г/т

Горизонт	Рудное тело	Тип руды	Главные рудные минералы	Золото	Барит
2	Л-за Нежданная	Барит полиметаллические руды	Сфалерит	2,21	1,22
2	Л-за Нежданная	Барит полиметаллические руды	Галенит	1,94	4,65
2	Л-за Нежданная	Барит полиметаллические руды	Блеклая руда	1,20	1,65
2	Л-за Нежданная	Барит полиметаллические руды	Халькопирит	0,35	3,55
2	Л-за Нежданная	Барит полиметаллические руды	Борнит	0,35	12,08
2	Л-за Нежданная	Барит полиметаллические руды	Халькозин	0,56	72,11
2	Л-за Нежданная	Барит полиметаллические руды	Серебро	1,40	50,26
2	Л-за Нежданная	Барит полиметаллические руды	Золото	1,69	3,53
2	Л-за Удачная р.т 17	Вкрапленная руда в кремнистых	Сфалерит	0,29	17,16
3	Л-за Удачная р.т 17	Вкрапленная руда в кремнистых	Галенит	40,42	12,71
3	Л-за Удачная р.т 17	Вкрапленная руда в кремнистых	Блеклая руда	1,27	1,50
3	Л-за Удачная р.т 17	Вкрапленная руда в кремнистых	Халькопирит	5,71	2,05
3	Л-за Удачная р.т 17	Вкрапленная руда в кремнистых	Борнит	0,47	0,19
4	Рудное тело 17	Барит полиметаллические руды	Сфалерит	0,50	4,68

Посчитано среднее содержание барита и золота в рудах Зареченского месторождения, для наглядности представления данных построили гистограммы (рис. 1, 2).

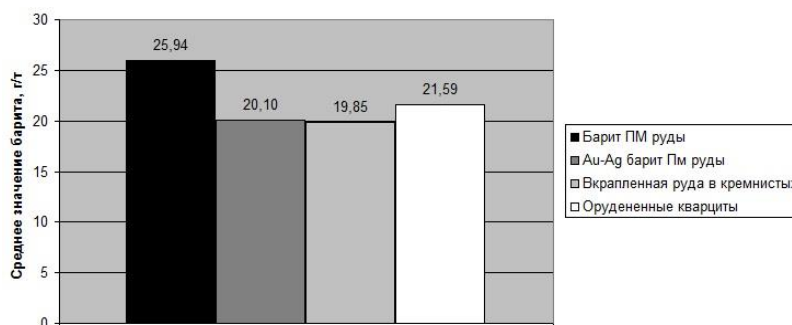


Рис. 1. Распределение барита по типам руд, г/т

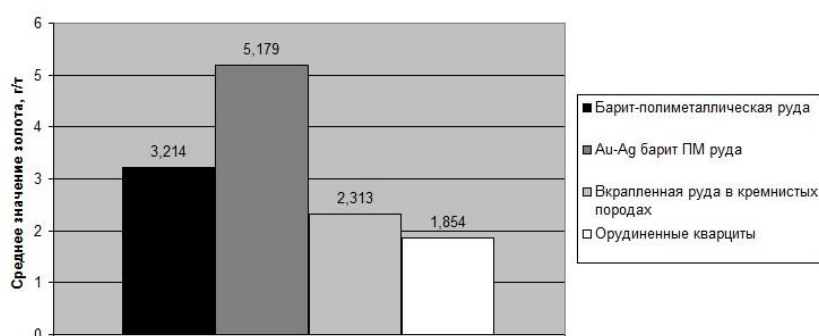


Рис. 2. Распределение золота по типам руд, г/т

Основными рудными телами на Зареченском месторождении являются линзы, их достаточно хорошая изученность позволяет соотнести тип руды с названием линзы.

Используя это соответствие, получаем новые сведения: руды линзы «Первенец» наиболее обогащены золотом, линзы «Нежданная» – баритом, а добычу полиметаллов лучше вести с линзы «Удачная». Зная протяженность линз по простиранию (табл. 2), мы можем предполагать необходимые объемы извлекаемых металлов по линзам и соответственно по типам руд. Эта информация в целом нужна для наиболее эффективной переработки руд и выбора соответствующей схемы обогащения.

Топоминералогические исследования, а в частности создание минералогического кадастра и дальнейший его анализ дают разнообразные данные о минералах, которые формируют основную фактурную базу. Эти особенности позволяют строить различные теории и представления о конкретном месторождении или их группах [4].

Таблица 2

Сведения о параметрах рудных тел [3]

Наименование и № рудных тел	Протяженность по простиранию, м	Протяженность по падению в профилях от...до	Мощность истинная, м	
			От...до, м	Средняя, м
Первенец (1)	190	145...260	1,0...13,0	5,0
Нежданная (2)	60	145...160	1,0...12,0	6,6
Удачная (3)	185	135...260	1,0...14,0	4,5

Достаточно большая база данных соответствует хорошей изученности Зареченского месторождения. Выявленное размещение важных компонентов говорит не только о их размещении по типам руд, но и о тех минералах с которыми они связаны. Результатом этой работы стало предположение об объемах извлекаемых металлов по линзам и соответственно по типам руд. Эта информация в целом нужна для наиболее эффективной переработки руд и выбора соответствующей схемы обогащения.

Обозначив дополнительный круг исследования, можно выявить некоторые вопросы генезиса или геохимические особенности месторождения, что может явиться прогнозным аспектом аналогичных месторождений.

Литература

1. Шатагин Н.Н. Статистическая оценка факторов рудообразования. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1972. – 206 с.
2. Чекалин В.М. К вопросу о зональности и генезисе Зареченского барит-полиметаллического месторождения на Рудном Алтае / Геология рудных месторождений. – Москва, 1985. – № 5. – С. 90–94.
3. Технично-экономическое обоснование постоянных разведочных кондиций для пересчета запасов Зареченского месторождения золото-полиметаллических руд в Алтайском крае. – Новокузнецк, 2006. – 267 с.
4. Юшкин Н.П. Топоминералогия. – М.: Недра, 1982. – 288 с.

ВАРИАЦИИ СОСТАВА ПИРРОТИНА В МИНЕРАЛИЗОВАННОЙ ЗОНЕ ОЛИМПИАДИНСКОГО ЗОЛОТОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Н.А. Некрасова

Научный руководитель профессор А.М. Сазонов
Сибирский федеральный университет, г. Красноярск, Россия

Пирротин является наиболее широко распространенным минералом в рудоносной минерализованной зоне Олимпиадинского месторождения. Исследование минералогии руд свидетельствует о неоднозначной парагенетической связи золота и пирротина. Минеральные ассоциации, содержащие пирротин, в ряде случаев

содержат золото и характеризуют богатые руды. В то же время, отмечаются пирротинсодержащие гидротермальные образования не несущие промышленных золотоконцентраций.

Гидротермальное рудообразование на месторождении формируется, по нашим представлениям, в 6 стадий, которые характеризуются отложением, либо переотложением пирротина. Метазернистые агрегаты минерала отлагаются в ассоциации с ранней золотонесущей арсенопиритовой минерализацией, но наиболее широко минерал распространен в поздних продуктивных ассоциациях – галенит-сфалеритовой и ульманит-герсдорфитовой стадий минералообразования. Здесь он образует эвгедральные выделения в полиминеральных агрегатах, сложенных многочисленными минеральными видами сульфидов, арсенидов и антимонидов меди, цинка, свинца, кобальта, никеля. Образование пирротина в полиметаллические стадии сопровождало последовательное отложение практически всех сульфидов. Пирротин здесь отмечается в виде идиоморфных зерен по отношению ко всем минералам стадий, встречается в симплектитовых сростках с пиритом, гудмундитом, ульманитом, халькопиритом и тетраэдритом, а также в виде секущих агрегатов в этих минералах. В незначительных количествах пирротин отмечается в брекчиевых бертьерит-антимонитовых рудах и кальцитовых прожилках, завершающих гидротермальное минералообразование на месторождении. Золото встречается в виде включений в пирротине; в агрегатах арсенопирита и пирротина; пирита, пирротина и халькопирита; в симплектитовых сростках гудмундита с пирротинитом и хедллейтом.

Пирротин кристаллизуется в гексагональной и моноклинной сингониях в зависимости от РТ – условий образования. Моноклинный пирротин обладает магнитностью. Химический состав определяется вариациями железа (60...63,6 мас. %) и серы (40...36,4 мас. %), из примесей, наиболее типичными являются Co, Ni, Cu, Mn, Zn, которые присутствуют в концентрациях 0,п...0,00п мас. %. Рентгеноспектральное определение главных и примесных минералообразующих элементов пирротина месторождения (n = 332) показывает значительное разнообразие его состава, иногда даже в пределах одного зерна. Концентрации минералообразующих элементов в пирротине месторождения изменяются в пределах (мас. %): Fe – 59,52...64,08; S – 35,919...40,44. В качестве типоморфного показателя изменчивости состава минерала, проявляющегося в различных геологических обстановках нами используется отношение S/Fe, которое в нашем случае варьирует от 0,99 до 1,19. Главные закономерности распределения минерала различного состава заключаются в следующем.

Ранний, гексагональный, немагнитный пирротин – S/Fe ≤ 1,08, в виде реликтовых зерен отмечается на флангах минерализованной зоны в безрудных участках. Он ассоциирует с рекристаллизованным немагнитным, также гексагональным пирротинитом (S/Fe = 1,08...1,13). В случае проявления арсенопирита в безрудных участках, на флангах минерализованной зоны отмечаются совместно с ним разнообразные химические типы пирротина, с отношением S/Fe = 0,99...1,19, обладающими ферро-, ферри-, антиферромагнитными и парамагнитными свойствами, гексагональной, орторомбической и моноклинной симметрии. Импрегнации пирротина распространены в тектонизированных гранат-хлоритовидных сланцах и их карбонатизированных разностях.

Пирротин полиметаллических стадий имеет однородный химический состав, моноклинную симметрию, обладает сильными магнитными свойствами и распространен в центральных участках рудных тел. Руды представляют собой окварцованные силикатно-карбонатные сланцы с импрегнациями арсенопирита, пирротина, халькопирита, кубанита, борнита, сфалерита, галенита, ульманита, герсдорфита, кобальтина, тетраэдрита, джемсонита, цинкенина, плагионита и теллуридами ртути, висмута и сурьмы. Самородное золото образует сростания практически со всеми перечисленными минералами и содержит примесь ртути от 6 до 12 мас.%. Руды в этих участках характеризуются метабластовыми, гетеро-гипидиобластовыми, симплектитовыми, рекристаллизованными и катакластическими типами структур. Обращает на себя внимание, что несмотря на длительность кристаллизации минерала, сростания с многочисленными разнообразными по составу минералами (сульфидами, арсенидами, антимонидами, теллуридами), состав пирротина находится в очень узком интервале отношения S/Fe = 1,13...1,15.

Пирротин из окварцованных силикатно-карбонатных руд, распространенных на флангах тел, характеризующихся развитием преимущественно арсенопирита, имеет значительные вариации состава (S/Fe = 1,11...1,18), но наиболее широко распространены пирротины состава (S/Fe = 1,11...1,15). В рудах этих участков, пирротин представлен магнитными (моноклинными) и немагнитными (гексагональными) разностями. Золото содержит примесь серебра (до 5 мас. %) и ртути (до 6 мас. %).

К ВОПРОСУ О ГЕОЛОГИЧЕСКОМ СТРОЕНИИ СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ОЛЕНЕГОРСКОЙ СТРУКТУРЫ

Е.В. Персиянов, Ю.Н. Нерадовский

Научный руководитель ведущий научный сотрудник Ю.Н. Нерадовский
Геологический институт Кольского научного центра РАН, г. Апатиты, Россия

Оленегорская железорудная структура расположена центральной части Кольского региона и приурочена к юго-западному флангу Центрально-Кольского геоблока (Кольско-Норвежского мегаблока) Балтийского щита, структура и тектоника которого отражена во многих работах [1, 2, 5, 6]. В пределах Кольского геоблока преобладает отраженный тип структур с купольно-блоковым строением в глубокоэродированных подзонах карельских структур, переходящий в блоково-глыбовый в направлении к югу от Имандра-Варзугской зоны [4]. В Центрально-Кольском районе Кольско-Норвежской зоны лопиды наблюдаются в линейных северо-западных структурах. Тип структурной организации – чешуйчато-надвиговой, линзовый с элементами складчатых структур, с зонами ярко проявленных пластических сдвигов и надвигов. В юго-западной части блока

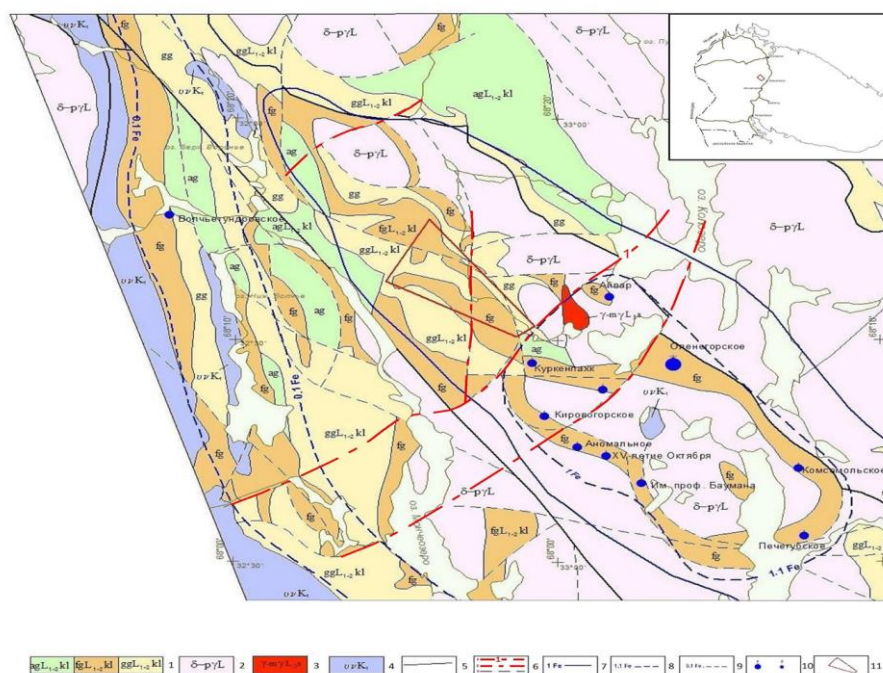
широко проявлена разномасштабная блокировка вторичных структур в раннем протерозое на пластинообразные тела с соотношением ширины к длине до 1:20, в которых хорошо сохраняются ранние структуры средних и мелких масштабов.

В геологическом строении структуры принимают участие саамско-раннелопийские метаморфические образования, среди которых выделяются породы фундамента саамско-беломорского комплекса и кольского комплекса супракrustальных пород, сложенных гранодиоритами и плагигранитами для первого комплекса и железистыми кварцитами, амфиболитами и гнейсами различного состава – второго соответственно. Интрузивные породы раннего лопия и раннего карелия представлены эндебритами Вежетундровского комплекса, гранитами Симбозерского комплекса, гранит-пегматитами Западно-Лицинского комплекса, а также Баренцевоморским гипабиссальным комплексом долеритов. Все докембрийские породы перекрыты четвертичными образованиями (в основном моренными отложениями верхнего отдела).

Оленегорская структура выявляет как характерные особенности строения Кольско-Норвежского мегаблока, так и те черты последнего, которые обусловлены положением структур района на его тектонической окраине, прежде всего близостью к одному из крупнейших на Кольском полуострове разломов, который проходит несколько западнее площади работ, вдоль тектонизированных метабазитов Главного хребта [2].

Северо-западная часть структуры находится под влиянием региональной зоны разломов север-северо-восточного простирания, с которыми связаны крупные вертикальные подвижки (рис. 1).

Особое влияние на строение этого участка Оленегорской структуры оказала Колозерско-Кировогорская группа разломов, по которым наблюдаются вертикальные перемещения. Данной системой разломов структура делится на две структуры с разным эрозионным срезом: Главную Примандровскую и Ровквунскую. Первая смещена относительно второй на 500м. Главная Примандровская структура характеризуется наличием овальных в плане участков (блоков), сложенных плагигранитами, между которыми в виде полос северо-западного и северо-восточного направлений расположены супракrustальные образования кольской серии. Ровквунская структура заметно отличается от Главной структуры и характеризуется подчиненным положением пород фундамента среди полей супракrustальных пород и появлением глиноземистых гнейсов. По последним и установлена амплитуда смещения структур относительно друг друга.



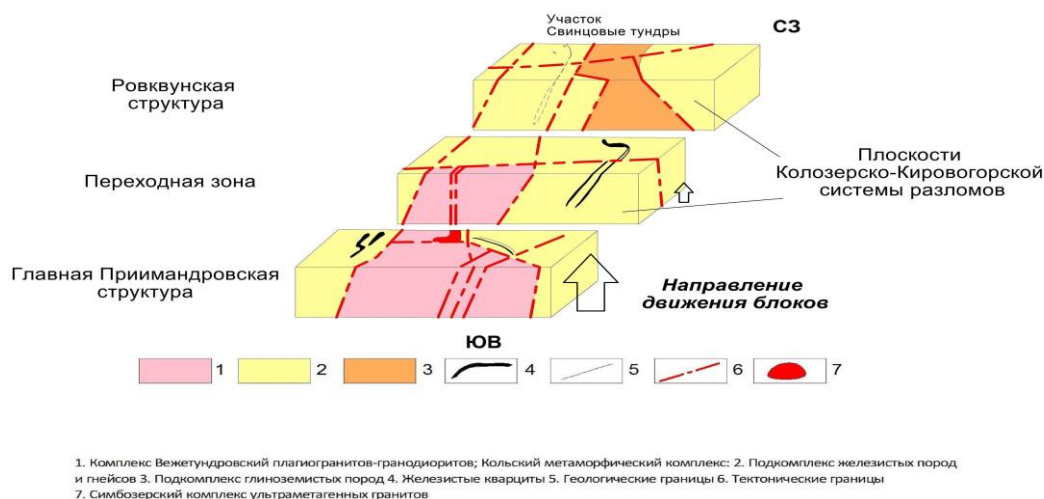
1) Кольский метаморфический комплекс. Подкомплексы: амфиболит-гнейсовый (ag), железистых пород и гнейсов (fg), глиноземистых гнейсов (gg) 2) Комплекс эндебритов-плагиири
3) Симбозерский комплекс мигматит-гранитов 4) Дифференцированные и расслоенные интрузивные комплексы мафит-ультрамафитов 5) Геологические границы 6) Тектонические нарушения: Колозерско-Кировогорский разлом (а), оперяющие (б), II-порядка (в) 7) Оленегорский железорудный район. Рудные узлы: 8) Оленегорский золото-железорудный 9) Волчьетундровский железорудный 10) Месторождения: крупные (а), мелкие (б) 11) Площадь участка Свинцовые Тундры

Рис. 1. Схема крупных нарушений Оленегорской структуры
1 – Кольский метаморфический комплекс. Подкомплексы: амфиболит-гнейсовые (ag), железистых пород и гнейсов (fg), глиноземистых гнейсов (gg).
2 – Комплекс эндебритов-плагииригранитов; 3 – Симбозерский комплекс мигматит-гранитов;
4 – Дифференцированные и расслоенные интрузивные комплексы мафит-ультрамафитов;
5 – Геологические границы; 6 – Тектонические нарушения: Колозерско-Кировогорский разлом (а), оперяющие (б), II-порядка (в); 7 – Оленегорский железорудный район. Рудные узлы: 8) Оленегорский золото-железорудный; 9 – Волчьетундровский железорудный; 10 – Месторождения: крупные (а), мелкие (б); 11 – Площадь участка Свинцовые Тундры

Участок Свинцовые тундры характеризуется весьма сложным строением [3], обусловленным развитием многочисленных мелких тел железистых кварцитов, которые формируют две зоны: северо-восточную, тяготеющую к г. Медвежья тундра, и юго-западную, расположенную на г. Свинцовые тундры. В структурном отношении участок Свинцовые тундры представляет собой серию изоклинальных складок с падением на юго-запад, осложненных дизъюнктивными тектоническими нарушениями. Главные их направления: субширотное, меридиональное и северо-западное, в меньшей степени северо-восточное. Основную роль играют нарушения, связанные с Колозерско-Кировогорским разломом.

Структурно участок относится к Ровквунской структуре. Благодаря ступенчатому характеру нарушений участок Свинцовые тундры является более опущенным на значительную глубину относительно восточной части Оленегорской структуры, что позволяет построить новую прогностическую перспективу участка, согласно которой авторы предполагают развитие рудных тел на участке Свинцовые Тундры на глубину, что повышает перспективность участка (рис. 2).

Система более мелких нарушений участка представлена разломами второй группы. Они весьма многочисленны, обычно сопряжены с зонами структурных швов и имеют различную ориентировку. Наиболее отчетливо на данной площади фиксируются те разрывные нарушения, которые связаны с последними по времени тектоническими процессами карельской и палеозойской активизации соответственно, разломы северо-западного и северо-восточного направлений. Нарушения никакой геохимической нагрузки не несли, что подтверждается отсутствием и слабым развитием какой либо минерализации на участке. Повсеместное развитие наблюдается только медной минерализации и слабое развитие полиметаллической.



1. Комплекс Вежетундровский плагиогранитов-гранодиоритов; Кольский метаморфический комплекс; 2. Подкомплекс железистых пород и гнейсов 3. Подкомплекс глиноземистых пород 4. Железистые кварциты 5. Геологические границы 6. Тектонические границы 7. Симбозерский комплекс ультраметабазитов

Рис. 2. Схема движения блоков Оленегорской структуры
1 – Комплекс Вежетундровский плагиогранит-гранитоидов;
Кольский метаморфический комплекс:
2 – подкомплекс железистых пород и гнейсов; 3 – подкомплекс глиноземистых пород;
4 – железистые кварциты; 5 – геологические границы; 6 – тектонические границы;
7. – Симбозерский комплекс ультраметабазитов

Выводы:

1) В истории развития Оленегорской железорудной структуры наблюдался период блоковой тектонической активности, имевший пострудный характер. Нарушения, приведшие к дислокации отдельных фрагментов участка Свинцовые тундры произошли после формирования железистых кварцитов.

2) Благодаря ступенчатому характеру сдвиговых нарушений предполагается, что восточная часть Оленегорской структуры поднята на значительную высоту и эродирована, а западная часть опущена и сохранена. Это позволяет предполагать, что рудные тела железистых кварцитов на участке Свинцовые тундры не полностью вскрыты на поверхности и в значительной мере находятся на глубине.

Литература

1. Региональная тектоника раннего докембрия СССР / под ред. И.В. Белькова. – Ленинград: Наука, 1980. – 128с.;
2. Геология архея Балтийского щита / под ред. Н.Е. Козлова. – СПб.: Наука, 2006. – 301с.
3. Персиянов Е.В. Железистые кварциты Свинцовых тундр и перспективы расширения Оленегорского железорудного района (Кольский полуостров) // Литосфера. – Екатеринбург, 2013. – № 6. – С. 93-97.
4. Вулканизм и седиментогенез докембрия северо-востока Балтийского щита / под ред. А.А. Предовского. – Ленинград: Наука, 1987. – 184 с.
5. Докембрийская тектоника северо-восточной части Балтийского щита (объяснительная записка к тектонической карте масштаба 1:500 000) / под ред. А.Т. Радченко. – СПб.: Наука, 1992. – 110 с.

6. Шарков Е.В., Чистяков А.В. Мончегорский расслоенный мафит-ультрамафитовый комплекс в Кольском регионе: геология, петрология и рудоносность // Геология и геохронология породообразующих и рудных процессов в кристаллических щитах: Материалы Всероссийской (с международным участием) конференции. – Апатиты: Изд-во К & М, 2013. – С. 187–190.

МИНЕРАЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РУД КОРБОЗЕРСКОГО УЧАСТКА (КАРЕЛИЯ)

А.И. Поспелов

Научный руководитель профессор В.Г. Ворошилов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Перспективная на выявление золотого оруденения Семченская площадь располагается на территории Медвежьего и Кондопожского районов Республики Карелия. Площадь работ представляет собой слабо всхолмленную равнину с относительными превышениями до 40...130 м, с многочисленными реками, ручьями и озерами. Корбозерский поисковый участок сложен зеленокаменными породами лопийского комплекса (возраст более 2650–2700 млн. лет) и интрузивными образованиями сайозерского габбро-диорит-плагиогранитного комплекса (2937–2980 млн. лет). Лопийский комплекс на территории Корбозерского участка представлен бергаульской свитой. Свита сложена туфами, лавами дацитов, риолитов, метатуфопесчаниками с прослоями серицитолитов, углеродсодержащих сланцев, колчеданных руд. Мощность образований 1000...1200 м [1].

Поисковыми канавами на участке вскрыты зоны углеродсодержащих сланцев с прожилково-вкрапленной сульфидной минерализацией.

Нами исследовались образцы из канавы 602, вскрывающей вкост простирания зону сульфидной минерализации с кварцево-карбонатной жилой мощностью 20 см среди углистых сланцев. Цель работы – дать характеристику химического и минералогического состава зоны прожилково-вкрапленной минерализации.

Анализировалась петрография пород, распределение элементов вкост простирания зоны минерализации и распределение элементов в пирите.

Под микроскопом в шлифах-шлифах были выявлены следующие минералы: рудные – пирит, пирротин, халькопирит, сфалерит; нерудные – серицит, хлорит, кварц, карбонаты. Зерна сульфидов распространены в виде вкрапленников. В процентном соотношении на долю сульфидов по отношению к минералам вмещающих пород приходится до 10...15 %. В висячем боку наблюдается хлоритизация, ближе к жиле она сменяется карбонатизацией и серицитизацией, что указывает на березитовый тип метасоматоза. Здесь же развита тонкая вкрапленность сульфидов, по мере приближения к жиле размеры сульфидных вкрапленников увеличиваются. Жила сложена кварцем с вкраплениями сульфидов до 15 %. В лежащем боку, в отличие от висячего, не наблюдается хлоритизации, что говорит, видимо, о тектоническом срыве, лишь местами в шлифах обнаруживается серицит, однако вкрапления сульфидов развиты до 8 % по массе.

Для изучения валового химического состава минерализованных пород выполнен рентгено-флуоресцентный анализ на приборе Innov-X50. Результаты показывают, что распределение элементов зональное и определяется положением пробы относительно рудной зоны (висячий, лежащий бок, зона в контакте с жилой, жила) (рис. 1).

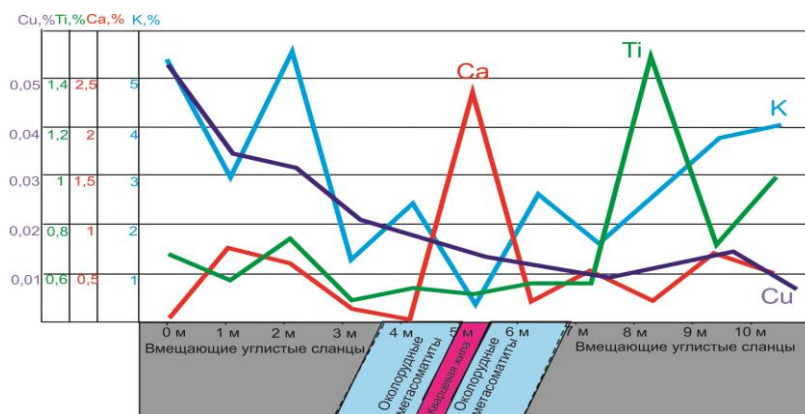


Рис. 2. Распределение химических элементов вкост простирания рудной зоны

С помощью рентгено-флуоресцентного микроанализатора XGT-7200 детально был изучен элементный состав пирита, взятого из прожилковой зоны.

Основными химическими элементами являются Fe, S. Пересчет на формульные коэффициенты показал, что стехиометрия пирита колеблется в пределах от $Fe_{0,92}S_2$ до $Fe_{1,44}S_2$. В последнем случае возможно наличие в кристалле пирита механических микропримесей пирротина.

Кроме того, в пирите были установлены Ti, Mn, Co, Ni, Cu, Zn, Pb, As. По результатам анализов были рассчитаны средние содержания элементов (таблица) и построены карты их распределения в исследуемых зернах.

По характеру распределения выделено 3 группы элементов (рис. 2): 1) накапливающиеся в центральных частях зерен – As; 2) накапливающиеся по периферии зерен – Mn; 3) имеющие секущие взаимоотношения с зерном пирита – Co, Ni, Cu, Zn, Pb. Эти взаимоотношения отражают эволюцию состава рудообразующего флюида в процессе минералообразования.

Таблица

Параметры распределения элементов в зерне пирита

Показатели	Al	Si	S	K	Ca	Ti	Mn	Fe
\bar{X}	0,40	1,96	50,76	0,19	0,13	0,08	0,37	45,56
S	1,38	6,73	5,87	0,62	0,86	0,65	0,06	3,09
	Co	Ni	Cu	Zn	As	Ag	La	Pb
\bar{X}	0,01	0,05	0,02	0,04	0,09	0,00	0,14	0,04
S	0,02	0,02	0,01	0,01	0,04	0,01	0,22	0,08

Примечание: \bar{X} – среднее арифметическое; S – стандартное отклонение.

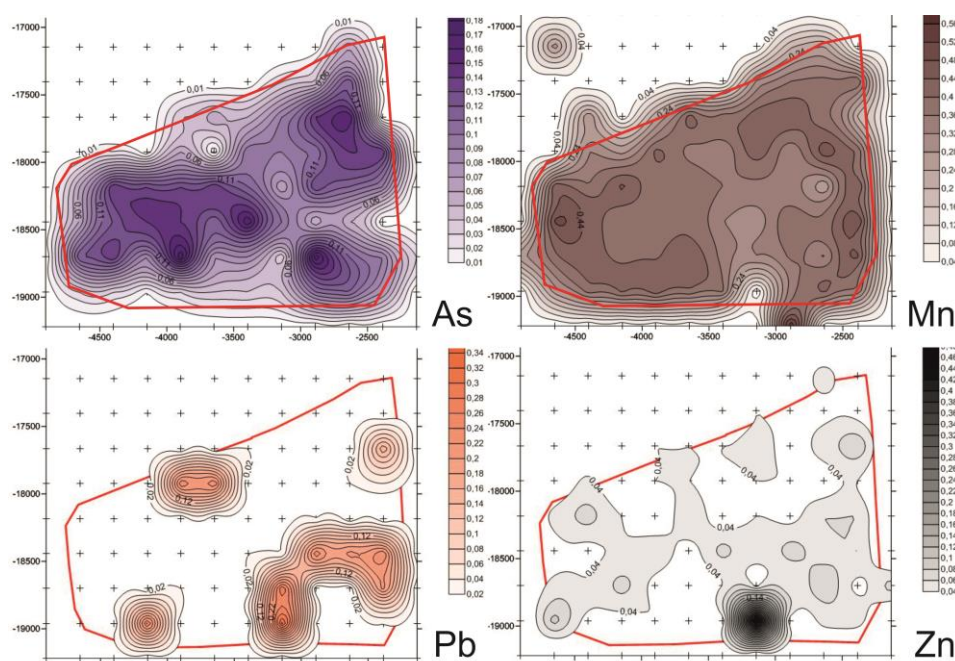


Рис. 3. Распределение мышьяка и марганца в зерне пирита

Выводы.

В составе минерализованной зоны выявлены следующие минералы: пирит, пирротин, халькопирит, сфалерит. Околорудные изменения проявлены в виде хлоритизации, карбонатизации и серицитизации, пространственное соотношение которых указывает на березитовый тип метасоматоза.

Прослеживается зональность в распределении химических элементов относительно прожилковой зоны. Элементы, содержание которых в жиле высокое, таких как Ca, Cr, Pb, Fe, Sb, Ni, As, имеют пониженные концентрации в приконтактной зоне, что говорит о выносе данных элементов из внутренней зоны метасоматитов и перетолжении их в жиле. K, Rb, Sr в целом выносятся из зоны метасоматоза, с небольшим накоплением K во внутренней зоне метасоматической колонки (серицитизация). Кроме того, отмечается вертикальная дифференциация элементов: в висячем боку накапливаются Ba, Zn, Cu, в лежащем – Mn, Ti, Cr, Sb, Ni, As.

Характер распределения элементов в пирите указывает на то, что в начале сульфидообразования растворы были обогащены мышьяком, а к концу кристаллизации пирита – марганцем. Завершающий этап минералообразования характеризовался привнесом Co, Ni, Cu, Zn, Pb, которые проникали в зерна пирита по секущим трещинам.

Литература

1. Кулешевич Л.В. Педролампи – золото-сульфидное месторождение в докембрии Карелии // Карелнедра, 2009. – С. 30–53.

**СОСТАВ И ФОРМЫ ВХОЖДЕНИЯ ПОТЕНЦИАЛЬНО ЭКОЛОГИЧЕСКИ ОПАСНЫХ
ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В ГИПОГЕННЫХ МИНЕРАЛАХ РУД
КАВАЛЕРОВСКОГО РАЙОНА**

С.В. Прокопьева

Научный руководитель доцент Р.А. Кемкина

Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток, Россия

Рудно-породная масса, изъятая из недр и перемещенная на поверхность, находится в неравновесном состоянии по отношению друг к другу и к внешней среде. Поэтому под действием экзогенных факторов претерпевает закономерные преобразования, мигрирует воздушным и водным путем в окружающую среду прилегающей территории, нанося тем самым непоправимый ущерб. Исследование минерального и вещественного состава руд может уже на ранних стадиях изучения месторождений способствовать определению круга потенциальных токсичных элементов, содержащихся в них.

Детальное изучение вещественного состава руд месторождений Кавалеровского района показало, что они характеризуются большим разнообразием рудных минералов, таких как арсенопирит, пирротин, пирит, халькопирит, галенит, сфалерит, станнин, сульфосоли и др, которые содержат широкий спектр химических элементов с различным уровнем их концентрации, большая часть из которых относятся к 1 и 2 классам опасности, согласно ГОСТ 17.4.1.02-83 [1].

Ниже приводятся данные по распространенности и содержанию химических элементов в основных рудных минералах месторождений Кавалеровского района.

Таблица

Формы вхождения экологически опасных элементов в рудах

Элементы	Форма	
	Собственная минеральная	Изоморфная и микропримесная
Fe	Арсенопирит, пирротин, станнин, пирит, марказит, мельниквит	Сфалерит, халькопирит, менегинит, джемсонит, касситерит, самородный висмут, висмутин, икунолит, канницарит, минералы лиллианит-густавитового ряда, павонит, козалит
As	Арсенопирит	Пирит
Pb	Галенит, менегинит, джемсонит, буланжерит, галеновисмутин, козалит, хейровскит, минералы лиллианит-густавитового ряда	Пирит, халькопирит, самородный висмут, висмутин, икунолит, канницарит, павонит
Zn	Сфалерит	Пирит, халькопирит, станнин
Bi	Самородный висмут, висмутин, икунолит, галеновисмутин, козалит, канницарит, хейровскит, минералы лиллианит-густавитового ряда, павонит, ширмерит, лайтакариит	Арсенопирит, пирротин, пирит, халькопирит, галенит, станнин, менегинит, джемсонит, буланжерит
Sb	Менегинит, джемсонит, буланжерит,	Арсенопирит, пирротин, пирит, халькопирит, галенит, станнин, висмутин, галеновисмутин, канницарит, хейровскит, минералы лиллианит-густавитового ряда, ширмерит, лайтакариит, козалит
Cu	Халькопирит, станнин,	Пирротин, пирит, галенит, менегинит, козалит, арсенопирит, висмутин, минералы лиллианит-густавитового ряда, павонит, лайтакариит
Ni		Арсенопирит, пирротин, пирит, халькопирит
Co		Арсенопирит, пирротин, пирит, халькопирит
Sr		Шеелит
In		Арсенопирит, пирротин, пирит, халькопирит, сфалерит, касситерит
Ti		Арсенопирит, пирротин, касситерит
Se	Лайтакариит	Халькопирит, галенит, станнин, висмутин, икунолит, галеновисмутин, канницарит, минералы лиллианит-густавитового ряда, хейровскит, ширмерит, козалит
Cd		Пирротин, сфалерит, халькопирит
Te		Галенит, буланжерит, икунолит, канницарит, минералы лиллианит-густавитового ряда, хейровскит, ширмерит

Сурьма присутствует как основной минералообразующий элемент многих минералов, так и в виде элементов-примесей почти во всех рудных минералах района. Содержания ее меняются в широких пределах. Наибольшие количества сурьмы отмечаются в хейровските (до 1 %), козалите и каннищарите (до 0,7 %). Невысокие ее содержания, составляющие тысячные доли процента характерны для халькопирита (0,014 %) и станнина (0,005 %).

Висмут, так же как и сурьма, широко распространен в минералах, в которых встречается как в виде примесей, так и элементов, составляющих основу минерала (самородный висмут, висмутин, лайтакариит и др.). Существенные значения висмута (до 8,3 %) обнаружены в джемсоните. Вместе с тем, висмут присутствует в достаточно большом количестве в менегените (до 5,7 %), галените (до 6,4 %), халькопирите (до 0,91 %) и буланжерите (до 0,8 %). В меньших количествах висмут отмечается в арсенопирите (до 0,25 %) и пирротине (0,11 %). Кроме этого, следы висмута обнаружены в пирите и станнине.

Мышьяк, помимо основного минерала-арсенопирита, концентратором которого он является, присутствует в виде примеси только в пирите, где его содержание составляет в среднем 0,25 %.

Свинец широко представлен в рудах, в основном, в виде минералообразующего элемента большинства минералов, таких как галенит, менегинит, джемсонит, буланжерит и др. Вместе с тем, его присутствие в виде примеси отмечается в висмутине (до 4,1 %), самородном висмуте (до 1 %), пирите (до 0,1 %) и халькопирите (до 0,02 %). Высокие содержания свинца (до 11,4 %) обнаружены в икунолите, что вероятно обусловлено механической примесью.

Цинк в качестве примеси встречается в пирите, халькопирите и станнине, где его содержание, в среднем, составляет 0,4 %. Обнаруженные высокие количества (5 %) цинка в халькопирите связаны, по всей вероятности, с механическими примесями сфалерита в нем, с которым у него наблюдаются тесные сростания.

Железо является характерной примесью всех минералов района, но количество его существенно меняется. Наиболее высокие его значения, в среднем 22,0 %, характерны для сфалерита, относящегося к марматовой разности. Существенные содержания железа отмечаются в джемсоните (2,5 %) и самородном висмуте (1,0 %). В небольшом количестве, в среднем от 0,1 до 0,4 % железо присутствует в менегините, висмутине, икунолите, каннищарите, козалите и минералах лиллианит-густавитового ряда.

Медь в виде элемента-примеси, по сравнению с железом, менее распространена в минералах месторождений, где ее содержание изменяется от 0,002 до 1,6 %. В количествах превышающих 1 % она присутствует в пирите, менегините, висмутине и минералах лиллианит-густавитового ряда. Невысокие ее содержания отмечаются в козалите (0,13...0,4 %) и пирротине (0,02...0,3 %). Кроме этого, следы меди обнаружены в арсенопирите и галените.

Кобальт и никель собственных минералов на месторождении не образует и встречается только в виде элементов-примесей в сульфидах. Большая их масса (до 0,45 %) концентрируется преимущественно в арсенопирите и пирротине. В небольшом количестве (от 0,003 до 0,03 %) эти элементы установлены в халькопирите, а также в пирите, образованном при дисульфидизации.

Кадмий обнаружен в виде примеси сравнительно высоких содержаний (0,46 %) в сфалерите. Кроме этого он встречается (среднее его значение) в пирротине (0,04 %) и халькопирите (0,0012 %), что вероятно обусловлено механической примесью.

Теллур самостоятельных минералов не образует, но встречается в виде примесей в большинстве рудных минералов месторождений. Наибольшие его значения, до 3 %, отмечаются в икунолите. В целом же, содержание этого элемента в галените, буланжерите, каннищарите и других минералах находится в пределах 0,1...0,3 %.

Селен, так же как и теллур, является постоянным элементом, который встречается в виде примеси во многих минералах месторождений. Преимущественно это сульфосоли, где его содержание в среднем составляет 0,3...1,1 %. На месторождении Искра обнаружен сульфоселенид меди – лайтакариит, содержание селена в котором превышает 11 %.

Титан встречается крайне редко и обнаружен в арсенопирите (0,003–0,05 %), пирротине (0,001–0,07) и касситерите (0,004–0,07). Как и многие другие касситерит-сульфидные месторождения, минерализованные зоны Кавалеровского района отличаются повышенной индиеносностью. Минералами-концентраторами индия здесь являются касситерит (от 0,0004 до 0,05 %), пирротин (от 0,02 до 0,03 %), пирит (от 0,026 до 0,11 %), сфалерит (от 0,004 до 0,8 %) и халькопирит (от 0,02 до 4,0 %). В незначительных количествах, до 0,073 % индий присутствует в арсенопирите.

Помимо указанных выше элементов, в рудах месторождений Кавалеровского района присутствуют и другие элементы-примеси, такие как, хром (0,0006 - 0,002 %), ниобий (до 0,002 %), ванадий (0,0008...0,002 %), галлий (0,0008...0,006 %), скандий (0,004...0,06 %), цирконий (0,003...0,02 %), а также иттрий (до 0,001).

Выполненные рентгеноспектральные анализы рудных минералов позволили выявить особенности их химических составов, а также пределы содержаний в них вышеуказанных элементов. Основываясь на этих данных, были рассчитаны кристаллохимические формулы минералов и определены формы вхождения химических элементов в кристаллические структуры, которые показаны в таблице.

Часть из них является основными минералообразующими компонентами минеральных фаз, а другие являются изоморфными, входящими в кристаллические решетки минералов в виде примесей. Следовательно, при отработке месторождения, учитывая высокую степень экологической опасности руд, необходимо применять такие технологии отработки и обогащения, чтобы снизить риск экологической угрозы окружающей среде.

Литература

1. ГОСТ 17.4.1.02-83. Охрана природы. Почвы. – М.: Изд-во стандартов, 1985. – 383 с.

СЕРЕБРО В РУДАХ МЕСТОРОЖДЕНИЯ КУПОЛ (СЕВЕРО-ВОСТОК РОССИИ)**С.В. Прокопьева**

Научный руководитель доцент Р.А. Кемкина

Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток, Россия

Месторождение Купол расположено в Анадырском районе Чукотского автономного округа в пределах северного фланга Мечкеревской вулканотектонической депрессии, приуроченной к верхнемеловым вулканитам среднего состава, прорванным небольшими интрузиями, субвулканическими телами и дайками габбро, диоритов, диоритовых порфириров, андезитов, базальтов, дацитов и риолитов [2]. Рудные тела представлены малосульфидными кварцевыми и адуляр-кварцевыми жилами и зонами прожилкования, которые образуют прожилково-жильную зону субмеридионального простирания протяженностью более 3800 м и шириной в плане до 50, реже 100 м.

Руды месторождения относятся к золото-сульфосольному минеральному типу золотосеребряной формации. Их формирование осуществлялось в пять стадий [1]: допродуктивную пирит-адуляр-кварцевую, продуктивные золото-пирит-адуляр-кварцевую и золото-полисульфидно-адуляр-кварцевую, пострудную антимонит-марказит-кварцевую и гипергенную акантит-ярозитовую.

Выполненные исследования показывают, что в составе руд месторождения Купол отмечаются высокие содержания серебра. Исследования форм нахождения серебра в различных минералах месторождения проводилось на электронном сканирующем микроанализаторе JXA-8100. Серебро на месторождении Купол обнаружено в трех самостоятельных минеральных формах: электрум, самородные серебро и другие минералы серебра.

Электрум – минерал изоморфной серии (Au, Ag) с непостоянным соотношением золота и серебра. Содержание серебра в нем на данном месторождении изменяется от 18,41 до 38,68 %. Он широко развит в рудах месторождения. Электрум образует как мелкую рассеянную вкрапленность в кварце, так и сростания со многими рудными минералами, в том числе и с самородным серебром, в котором встречается в виде включений округлой формы. Также в виде включений изометричной и линзовидной формы размером от 0,005 до 0,02 мм содержится в акантите и сульфосолях серебра - прустите, фрейбергите и пирсците (рис. 1). В сростаниях с агвиларитом и науманнитом (рис. 2), образующих тесные взаимные прорастания, отмечаются коррозионные границы. В виде каемки по минералу развивается селен-содержащий стефанит, а также вторичный (гипергенный) акантит.

Самородное серебро относительно редко встречается на месторождении. Содержание серебра в нем изменяется от 83,94 до 92,9 %. В виде примеси самородное серебро содержит медь, селен и реже мышьяк. Оно встречается в виде вкрапленности неправильной вытянутой формы размером 0,03*0,2 мм и округлой формы размером 0,02 мм в кварце. Содержит мелкие включения электрума. Часты сростания серебра с фрейбергитом, реже науманнитом, при этом отмечаются коррозионные границы.

На месторождении Купол серебро накапливается главным образом в сульфидах (акантит), сульфосолях (фрейбергит, стефанит, полибазит, пирсцит, пираргирит, прустит), а также селенидах (агвиларит, науманнит), где его концентрация достигает многих процентов.

Пирсцит встречается как в виде редких обособленных минеральных выделений аллотриоморфной формы размером от 0,02 до 0,40 мм, так и в виде сростаний с фрейбергитом, электрумом и пруститом (рис. 1). Пирсцит содержит включения размером до 0,005 мм науманнита, а также по границам зерен интенсивно замещается им. Сам, в свою очередь, замещает халькопирит и теннантит.

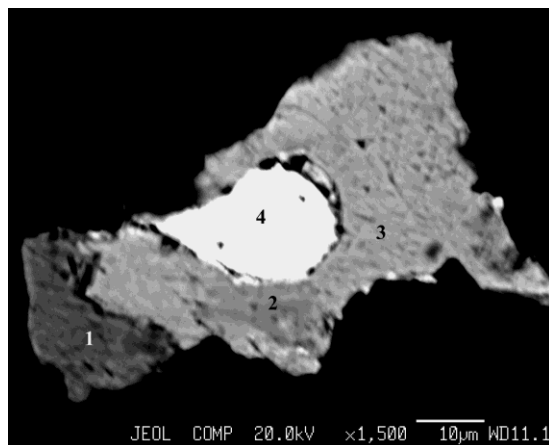


Рис. 1. Фрейбергит (1), прустит (2) и пирсцит (3) с включением электрума (4)

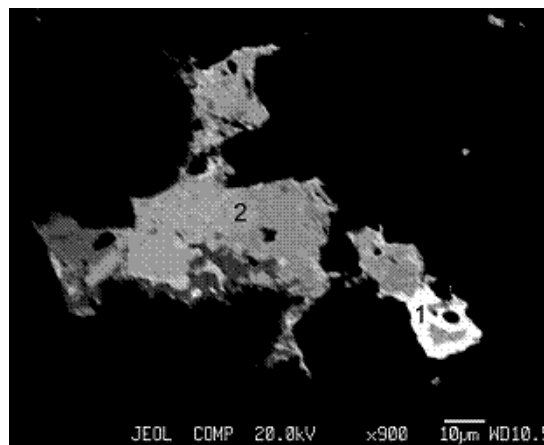


Рис. 2. Сростание электрума (1) с науманнитом и агвиларитом (2)

Полибазит встречается в виде неправильных амебообразных форм размером от субмикроскопических до 0,02 мм. Интенсивно замещает фрейбергит, встречаясь в нем в виде включений и образуя по нему каемки. Аналогичные взаимоотношения установлены и для полибазита с галенитом и халькопиритом, которые он также интенсивно замещает. Местами по полибазиту развиваются науманнит и фишессерит, а также ютенбогаардит и акантит. В сростаниях с электрумом полибазит имеет прямолинейные границы, не обнаруживающие признаков замещения.

Пираргирит образует преимущественно интерстициальные и аллотриоморфные, реже ажурные, извилистые, каплевидные формы выделений, размер которых изменяется от 0,005 до 0,2 мм. В виде включений содержит реликты блеклых руд. Совместно со стефанитом образует каемки замещения вокруг изометричных довольно крупных выделений галенита. Отмечается тесная ассоциация пираргирита с электрумом и пруститом.

Прустит встречается в виде аллотриоморфных выделений размером до 0,02 мм в сростаниях с фрейбергитом и пирсеитом. При этом, следует отметить некоррозионность границ подобных сростаний. По границам зерен прустит интенсивно замещает пирит, халькопирит, блеклые руды и электрум. Сам, в свою очередь, по периферии и изнутри замещается серебром, акантитом и фишессеритом. По границам сростания электрума и прустита развивается ютенбогаардит.

Стефанит встречается в виде мелкой (до 0,01 мм) рассеянной вкрапленности аллотриоморфной и пластинчатой формы в кварце, а также в сростаниях с рудными минералами. Замещает фрейбергит, сфалерит и галенит, в связи с чем, включает в себе реликты различной размерности этих минералов. В виде каемок развивается по неправильным выделениям электрума. Стефанит ассоциирует с науманнитом, ютенбогаардитом, петровскаитом и акантитом. На границе сростания стефанита с пираргиритом зачастую образуются линзовидные скопления золота.

Фрейбергит образует разнообразные по форме (от изометричных до удлиненных и ксеноморфных) выделения в кварце, размер которых изменяется от 0,12 до 0,2 мм. Он встречается также в сростаниях с акантитом, пруститом, халькопиритом и пирсеитом. В виде включений содержит галенит, науманнит. Часто образует неправильные включения в агиларите и более позднем халькопирите.

Науманнит и агиларит образуют тесные мирмецитовые сростания. Встречаются в виде выделений неправильной формы размером до 0,01 мм в халькопирите, акантите, пирсеите, а также кварце. Замещаются ютенбогаардитом, самородным серебром. Содержат редкие каплевидные включения электрума, а также более крупные выделения неправильной формы.

Акантит присутствует как в гипогенных так и в гипергенных ассоциациях. Образует зерна неправильной формы размером от 0,012 до 0,3 мм. Для пластинчатых форм характерны размеры 0,01...0,1 мм. Встречается в виде обособленных слегка корродированных выделений в кварце, а также в сростаниях с халькопиритом, блеклыми рудами, сфалеритом, галенитом и др. Замещает интерстициальные лапчатые выделения самородного золота. В виде мелких линзовидных включений содержит самородное серебро и электрум. Гипергенный акантит встречается в тесной ассоциации с ковеллином, совместно с которым в виде каймы развивается по галениту.

Литература

1. Вартянян С.С., Лоренц Д.А., Сергиевский А.П., Щепотьев Ю. М. Золотосеребряные руды Кайемравеемского узла Чукотского автономного округа // Отечественная геология. – 2005. – № 4. – С. 10–16.
2. Глухов А.Н. Региональная геологическая позиция, структура и минералого-геохимическая зональность золотосеребряного месторождения Купол // Вестник СВНЦ ДВО РАН. – Магадан, 2008. – № 3. – С. 34–45.

ОСОБЕННОСТИ МИНЕРАЛЬНОГО И ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА «РЫХЛЫХ» ООЛИТОВЫХ РУД БАКЧАРСКОГО ЖЕЛЕЗОРУДНОГО УЗЛА (ТОМСКАЯ ОБЛАСТЬ)

М.А. Рудмин

Научный руководитель профессор А.К. Мазуров

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

С момента открытия Бакчарского рудного узла до настоящего времени изучением минерального и химического состава железных руд Западно-Сибирского бассейна занимались многие ученые, такие как А.А. Бабин, И.В. Николаева, Н.Х. Белоус, А.Н.Кондаков, Ю.П. Казанский, В.А. Домаренко, А.Я. Пшеничкин, Л.П. Рихванов, Е.М. Асочакова и др. [1]. Тем не менее, накопление нового фактического материала и промышленный интерес, проявляемый в последнее время к Бакчарскому рудному узлу, подтверждают актуальность изучения его руд с использованием современных методов исследований. При этом особое внимание необходимо уделить «рыхлым» рудам, так как они являются перспективными для освоения методом скважинной гидродобычи.

Бакчарский рудный узел расположен в юго-восточной части Западно-Сибирского железорудного бассейна, в 200 км от г. Томска на северо-запад. Общая площадь узла составляет 1200 км², суммарные прогнозные ресурсы были оценены в 28 млрд тонн, что позволяет считать данный объект уникальным. Железоносные отложения являются типичными осадками прибрежно-морских фаций – гравелитами, оолитовыми рудами, песчаниками, алевролитами и глинами. Руды представлены оолитами гетит-гидрогетитового, хлорит-гидрогетитового состава и локализуются в трёх горизонтах (вверх по разрезу): нарымском, колпашевском и

бакчарском [1]. «Рыхлый» тип руд формировался в условиях фации оолитовых песков и приурочен к подошве бакчарского горизонта [2].

В данной работе описываются особенности минерального и химического состава «рыхлых» оолитовых руд, выявленные по результатам оптических наблюдений, рентгенофлуоресцентной, электронной микроскопии, инфракрасной спектроскопии (ИК-спектроскопия) и масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (ИСП-МС). Все анализы выполнялись для проб, отобранных из 9 скважин с нижней части бакчарского горизонта (залежи «рыхлой» руды) из западного и восточного участков рудного узла. Пробы делились на гранулометрические классы (более 1 мм; 1...0,5 мм; 0,5...0,2 мм; 0,2...0,1 мм; менее 0,1 мм) с помощью стандартного набора сит методом «мокрого» ситования, после чего каждый из классов изучался на рудном микроскопе. Далее из выделенных фракций изготавливались полированные брикет-шашки, которые исследовались в отраженном свете, на рентгенофлуоресцентном (HORIBA XGT-7200) и электронном (Hitachi S-3400N) микроскопе. Минеральный состав фракции менее 0,1 мм изучался методом инфракрасной спектроскопии (ИК-Фурье IR Prestige-21). Химический состав проб определялся методом ИСП-МС на базе кафедры ГИГЭ ТПУ.

В результате было установлено, что гранулометрический состав «рыхлого» типа руд на площади рудного узла постоянный. Выход фракции более 1 мм составляет 6,3 %; 1...0,5 мм – 13,6 %; 0,5...0,2 мм – 60,7 %; 0,2...0,1 мм – 12 %; менее 0,1 мм – 7,3 %. Наибольший выход имеет фракция 0,5...0,2 мм, где и концентрируется основной объем рудных компонентов.

После проведенных оптических и микроскопических исследований оолиты Бакчарского узла можно описать как хлорит-гидрогетитовые, гидрогетитовые зерна относительно выдержанного минерального состава. На рентгенофлуоресцентном микроскопе был определен средний элементный состав хлорит-гидрогетитовых и гидрогетитовых зёрен. В связи с преобладанием алюмосиликатных минералов первые отличаются пониженным содержанием железа, фосфора, но повышенными содержаниями кремния, алюминия, калия. Гидрогетитовые зерна характеризуются следующим примерным элементным составом (по данным РФА): Fe – 58,59 %, Si – 2,73 %, P – 1,17 %, Al – 3,17 %, K – 0,15 %, Mg – 0,15 %, Ca – 0,16 %, Ti – 0,09 %, V – 0,16 %, O – 33,23 % и др.

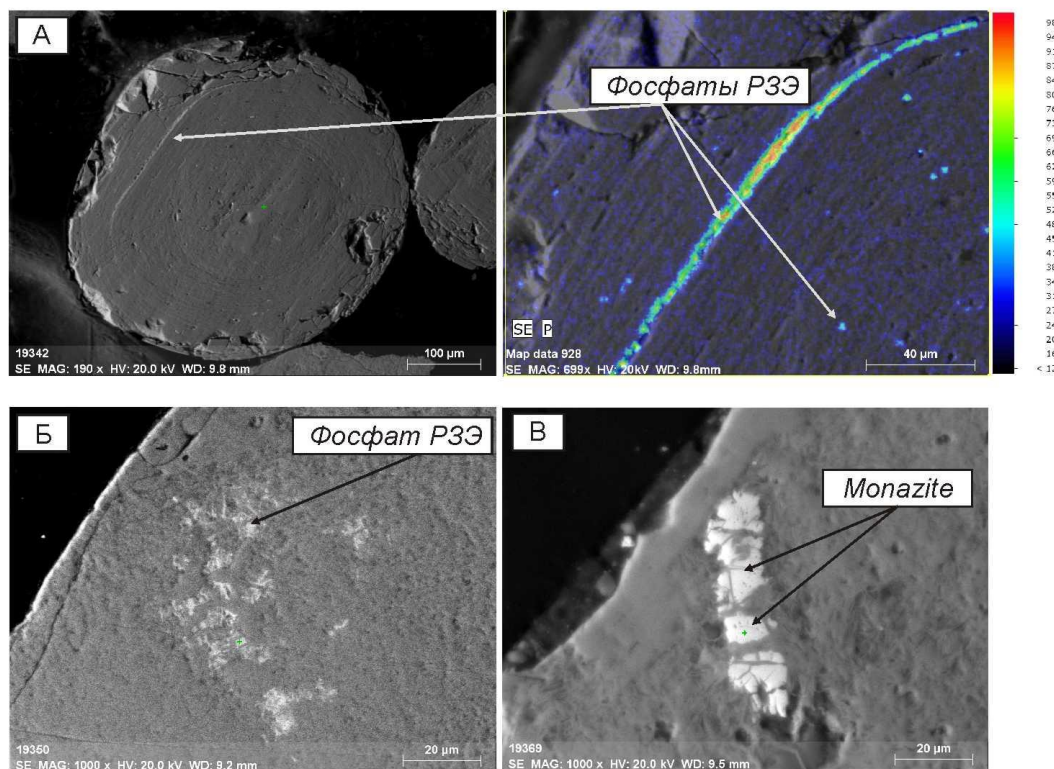


Рис. Минеральные включения в оолитах редкоземельных фосфатов (монацит) в виде отдельных вкраплений (А), концентрической зоны в рудном оолите (А), дендритовидных агрегатов (Б), зёрен призматической формы (В)

Наиболее разнообразный минеральный состав имеют оолиты и бобовины хлорит-гидрогетитового состава размером более 0,5 мм. В таких зёрнах постоянно присутствуют включения ильменита, фосфатных минералов, в редких случаях и циркона. Размер включений титанистых минералов составляет от 1 до 80-100 мкм, которые представлены ильменитом и, предположительно, псевдобрукитом (TiO_2 – 20...30 %, Fe_2O_3 – 65...70 %). Иногда отмечается до десятка титанистых включений в одном рудном зерне. Также в хлорит-гидрогетитовых бобовинах фиксируются вкрапления циркона размером 30...100 мкм. По химическому составу вкрапления титанистых и цирконийстых минералов в оолитах и бобовинах, схожи с рудными минералами Туганского

ильменит-цирконового россыпного месторождения (40 км от г. Томска на северо-восток), что позволяет судить о едином источнике сноса этих компонентов.

В железистых оолитах и бобовинах постоянно присутствуют фосфатные минералы, размером от 1...2 до 50 мкм. Встречаются разнообразные по составу фосфаты: апатит, вивианит, монацит. При этом только вкрапления апатита имеют размеры 20...50 мкм, остальные фосфаты распространены в рудных компонентах в виде микровключений (рис. А), концентрических зон (рис. А), дендритовидных агрегатов (рис. Б), последние отмечаются только в бобовинах хлорит-гидрогетитового состава. В гидрогетитовых оолитах с ритмично-зональным строением преобладают редкоземельные фосфаты (группа монацита), которые образуют микровключения, либо отдельные прерывистые кольцевые зоны (рис. А). В единичных случаях встречаются в значительной степени дезинтегрированные зерна призматического габитуса (рис. В), по составу отвечающие монациту с повышенным содержанием La, Ce (18...20 % каждого). Подобные зёрна однозначно являются привнесенными.

Среди остальных минеральных включений в рудных оолитах фиксируется кварц, полевой шпат, глауконит, лептохлорит, магнетит. В качестве «затравок» слагающих ядерную часть оолитов могут выступать различные терригенные обломки: кварц, полевые шпаты, гетит, гидрогетит, магнетит, глауконит, слуски глинистых минералов.

По результатам ИК-спектроскопии образцов были получены характеристические волновые частоты образцов для минерального состава фракции менее 0,1 мм (табл.). Минеральный состав алевро-пелитовой фракции «рыхлого» типа руд по данным ИК-спектроскопии имеет выдержанный характер на площади рудного узла. Явное расхождение отмечается лишь в пробе, которая приурочена к колпашевскому горизонту. Это расхождение объясняется присутствием карбонатного минерала в образце, судя по характеристическим пикам частот 1420 и 877 см^{-1} . Характеризуя в целом фракцию менее 0,1 мм рыхлых руд бакчарского горизонта необходимо понимать, что образцы имели гетерогенный состав, что в значительной мере затрудняет точную и детальную диагностику минеральных фаз. Однако все образцы имеют примерно одинаковый минеральный состав: гидроокислы железа (гидрогетит), глинистые минералы группы нонтронита-бейделлита, пурпурит и гизингерит.

Таблица

*Характеристические волновые частоты
для гранулометрического класса менее 0,1 мм «рыхлых» оолитовых руд*

$\nu, \text{см}^{-1}$	$\nu, \text{см}^{-1}$	$\nu, \text{см}^{-1}$	$\nu, \text{см}^{-1}$	$\nu, \text{см}^{-1}$	$\nu, \text{см}^{-1}$	$\nu, \text{см}^{-1}$	$\nu, \text{см}^{-1}$	$\nu, \text{см}^{-1}$
1628	1424	1032	1008	916	796	780	696	468

Таким образом, в рамках работы по исследованию «рыхлого» типа бакчарских руд был выполнен гранулометрический анализ, изучен минеральный состав с применением рентгенофлуоресцентной и электронной микроскопии, инфракрасной спектроскопии, определен химический состав при помощи метода масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой и рентгенофлуоресцентной спектрометрии. Наличие описанных минеральных форм объясняют повышенные содержания в рудах фосфора, титана, РЗЭ и т.д. Полученные результаты рекомендуется использовать при составлении технологической схемы обогащения оолитовых руд Бакчарского рудного узла.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, проект № 13-05-98045.

Литература

1. Западно-Сибирский железорудный бассейн / Под ред. Ф.Н. Шахова. – Новосибирск: СО РАН СССР, 1964.
2. Рудмин М. А. Фациальные особенности и магнитная восприимчивость рудовмещающих отложений Бакчарского железорудного проявления (Томская область) // Известия Томского политехнического университета. – Томск, 2014 – Т. 324 – №. 1. – С. 48–55.

КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ СИ-МО-ПОРФИРОВОГО ОРУДЕНЕНИЯ ПО ВТОРИЧНЫМ ОРЕОЛАМ РАССЕЯНИЯ (НА ПРИМЕРЕ БАИМСКОГО РУДНОГО РАЙОНА, ЧУКОТКА)

Ю.Н. Сидорина

Научный руководитель доцент Ю.Н. Николаев

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, г. Москва, Россия

Баимский меднорудный район расположен в Билибинском районе Чукотского автономного округа и включает крупнейшие по запасам в России Си-Мо-порфировые месторождение Песчанка и проявления Находкинского рудного поля. В 2009 году на объектах Баимского района ООО «ГДК Баимская» возобновила геологоразведочные работы, в том числе здесь проводились опережающие геологические и геохимические поиски по вторичным ореолам, которые позволили уточнить границы ранее выявленных штокверков и обнаружить и спрогнозировать новые потенциальные рудные тела.

В геологическом строении района принимают участие стратифицированные вулканогенно-терригенные и терригенные отложения верхней юры и нижнего мела, интрузивные и субвулканические породы позднемезозойского возраста различного состава. Формирование порфировых систем рассматриваемых объектов

приурочено к раннемеловому этапу магматизма, связанному с внедрением Егдыгкического массива и штоков монзонитов и кварцевых монзонит-порфи́ров. Рудные тела представлены штокверками сульфидно-кварцевых жил и прожилков в метасоматически измененных порфи́ровых интрузивах и вмещающих их породах. Главным рудным минералом является халькопирит, присутствуют борнит, пирит, блеклые руды ряда теннантит-тетраэдрит и молибденит.

В ландшафтном отношении территория представляет собой лесотундровое низкогорье с абсолютными высотами до 800...850 м и превышениями в среднем 300 м. Мощность элювио-делювия на плоских водоразделах, верхних приводораздельных частях склона и в верхних и средних частях склонов с крутизной 10...15° составляет 1.5...2.5 м. Для нижних пологих (3...10°) частей склона и сопряжений с долинами характерен делювиально-солифлюкционный генетический тип рыхлых образований переменной мощности 2...5 м. В тальвегах долин формируются смешанные аллювиальные, водно-ледниковые и озерные рыхлые образования. По условиям миграции химических элементов ландшафты относятся к кислому (на водоразделах и склонах, покрытых элювио-делювием) и кислому глеевому (нижние части пологих задернованных склонов и долины рек) типам.

По проявленности вторичных ореолов Баимский район относится к типу открытых территорий с полузакрытыми участками, приуроченными к нижним частям солифлюкционных склонов и долинам мелких водотоков, и закрытыми участками в долинах крупных рек.

Задача по локализации Cu-Мо-порфи́ровых объектов в пределах перспективных площадей эффективно решается на основе технологии поисков по вторичным ореолам рассеяния с использованием полевых рентгенофлуоресцентных спектрометров. Обладая большими размерами, медно-порфи́ровые месторождения проявляются на уровне современного эрозионного среза в виде крупных высокоинтенсивных геохимических аномалий Cu, Мо и Au в рыхлом элювио-делювии. По результатам детальных геохимических съемок в Баимском рудном районе Cu-Мо-порфи́ровые штокверки выделяются в контуре вторичных ореолов $Cu \geq 0.03 \%$, $Mo \geq 30$ г/т и $Au \geq 0.1$ г/т, образуя систему линейных кластеров и изометричных геохимических структур.

Образующиеся в результате выветривания и денудации вторичные ореолы характеризуются обеднением или накоплением отдельных элементов относительно коренного оруденения, в зависимости от индивидуальных свойств элементов, минерального состава, местных ландшафтно-геохимических условий. Это находит свое отражение в значении коэффициента пропорциональности (остаточной продуктивности) k , рассчитываемом как отношение среднего содержания элемента в рыхлых образованиях к его содержанию в рудах, вскрываемых канавами.

Полотно канав, пересекающих рудные штокверки, было опробовано геологической службой «Сибгео консалтинг» сплошной бороздой секциями длиной 0.6...2 м. Опробование рыхлых образований проводилось из верхнего слоя бортов канав (почвенный горизонт «В») с глубины 20...30 см с шагом 20 м. Отобранные из канав бороздовые и рыхлые пробы были проанализированы методом ICP-OES в лаборатории «Стюарт Геокемикл энд Эссей». Изучалось распределение элементов по бортам и полотну двух канав на месторождении Песчанка и пяти канав на участках Находкинского рудного поля, пройденных в различных ландшафтных обстановках. Средние значения коэффициентов k главных элементов для различных ландшафтов приведены ниже в таблице.

Таблица

Коэффициенты пропорциональности k для главных рудных элементов Cu-Мо-порфи́рового оруденения на участках Баимского рудного района

Ландшафтные условия	Cu			Mo			Au		
	k	k'	$k \cdot k'$	k	k'	$k \cdot k'$	k	k'	$k \cdot k'$
Подножие склонов с тенденцией к образованию погребенных ореолов	0.17	0.67	0.11	0.41	0.79	0.33	0.33	0.82	0.27
Подножие склонов с тенденцией к образованию наложенных ореолов	3.82	0.67	2.58	0.90	0.79	0.71	1.76	0.82	1.45
Плоские водоразделы	0.59	0.67	0.40	1.36	0.79	1.08	0.68	0.82	0.56
Пологие склоны	0.77	0.67	0.52	1.09	0.79	0.86	1.40	0.82	1.15
Склоны средней крутизны	1.01	0.67	0.68	1.14	0.79	0.90	1.21	0.82	0.99

Над медно-порфи́ровыми штокверками практически во всех обстановках, за исключением индивидуальных обстановок, обсуждаемых ниже, происходит вынос Cu и Zn ($k < 1$) из профиля выветривания и накопление в нем Au, Ag, Mo, Pb, Sb ($k \geq 1$).

Минимальное значение коэффициента пропорциональности меди соответствует условиям нижних частей пологих склонов с повышенной мощностью рыхлых образований и частично погребенными вторичными ореолами. В условиях плоских водоразделов происходит интенсивный вынос меди из профиля выветривания. На пологих склонах участков Находкинского рудного поля с крутизной 4...7° выщелачивание из вторичных ореолов меди менее интенсивно. На склонах средней крутизны (7...12°) существенного перераспределения меди в рыхлых образованиях не происходит, хотя наблюдается разброс значений коэффициента $k = 0.77...1.27$. Существенное накопление меди является редким исключением и происходит в условиях заболоченного подножия склонов и в поймах мелких ручьев, где протекает ее аккумуляция на биогенном и сорбционном барьерах.

Коэффициенты остаточной продуктивности золота имеют сильный разброс, при этом большое число определений характеризуются значениями $k > 1$, что свидетельствует о его накоплении в рыхлых образованиях в большинстве из рассмотренных ландшафтных обстановок. Минимальное значение (за исключением погребенных ореолов) наблюдается в условиях низких водоразделов, седловин и пологих склонов, где идет активное выщелачивание металлов из сульфидных прожилков в кислой среде.

Для молибдена установлено слабое накопление во вторичных ореолах. На заболоченных участках у подножия склонов и в поймах небольших водотоков накопления молибдена по механизму сорбции и биогенной аккумуляции не происходит.

По данным опробования керн скважин, произведенным «Сибгеоконсалтинг» в 2010-2011 гг. на месторождении Песчанка и участках Находкинского рудного поля, было изучено распределение рудных элементов на глубину. В основу расчетов легли результаты ICP-OES анализа, проведенного в лаборатории «Стюарт Геокемикл энд Эссей», а также геологическое описание керн 236 скважин.

В распределении содержаний меди по скважинам, вскрывающим рудные штокверки, отмечается наличие в верхних частях подзоны гипергенного выщелачивания мощностью до 20 м. На графиках распределений подзона выщелачивания выражается в минимуме содержаний Cu, в минералогическом отношении она характеризуется широким распространением азурита, малахита, хризоколлы, а также окисленных сульфидов и сульфатов меди (рис.).

В разведенных штокверках фрагментарно присутствует слабо развитая подзона вторичного сульфидного обогащения, представленная ковеллином, халькозином, идаитом, гиритом, самородной медью. Совместно подзоны выщелачивания и обогащения, неравномерно проявленные на обсуждаемых объектах, рассматриваются как зона окисления. Глубже зоны окисления по скважинам наблюдаются сравнительно равномерные содержания меди, соответствующие первичным рудам.

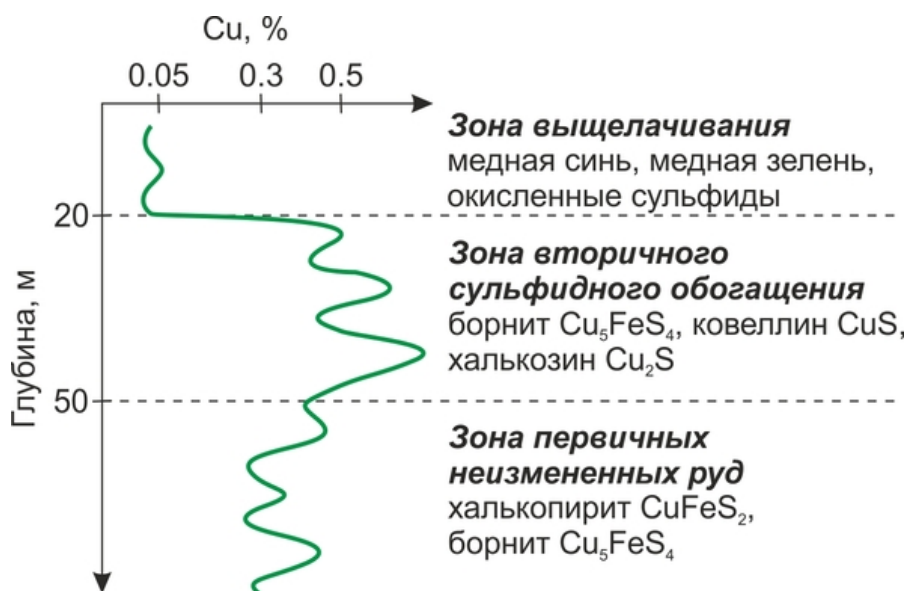


Рис. Обобщенная схема минералого-геохимической зональности верхней части
Cu-Mo-порфировых штокверков
Баимского рудного района

При оценке ресурсов Cu-Mo-порфирового оруденения Баимского меднорудного района, таким образом, должен использоваться еще один коэффициент пропорциональности k' , представляющий собой отношение содержаний элемента в гипергенно измененных руд зоны окисления (которые фактически наблюдаются в полотно канав) к содержаниям в первичных рудах на глубине. Средние значения k' приведены выше в таблице.

Значения коэффициента k' для меди отражают общую для участков развития медно-порфирового оруденения тенденцию к формированию зон выщелачивания с выносом 30 % меди из медных руд, вскрываемых на поверхности канавами. Аналогичные расчеты для золота, которое по минералогическим описаниям находится в рудах в сростках с борнитом, реже пиритом и халькопиритом, а также для молибдена, свидетельствуют о менее значительном, но все же существенном выносе их в процессе кислотного выщелачивания из Cu-Mo-порфировых руд в зоне гипергенеза.

Значения произведения коэффициентов $k \cdot k' < 1$ (за исключением экзотической обстановки наложенных ореолов) указывают на «двойное» ослабление вторичных ореолов и должны быть использованы для оценки прогнозных ресурсов главных элементов во избежание их занижения в конкретных ландшафтно-геохимических обстановках.

УСТАНОВЛЕНИЕ НЕОТЕКТОНИЧЕСКИХ ДВИЖЕНИЙ В ПРИДЕЛАХ ЛИСТА L-37-XXIX, ПУТЕМ МОРФОМЕТРИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ТЕРРИТОРИИ

И.П. Сорокин

Научный руководитель доцент Г.С. Январев

Южно-Российский государственный политехнический университет им. М.И. Платова,
г. Новочеркасск, Россия

В работе рассматривается взаимосвязь рельефа с неотектоническими движениями в пределах листа L-37-XXIX (Краснодарский край, Республика Адыгея). Объект соответствует приоритетным направлениям по региональным геологосъемочным работам масштаба 1:200 000 по углеводородному сырью. Также на данной территории проявляется выход сарматских отложений, вмещающих титано-циркониевые россыпи.

В геоморфологическом отношении территория листа является частью Кубанской предгорной наклонной равнины, образованной серией высоких (верхнеплиоценовых и ниже- и среднечетвертичных) террас и серией низких (верхнечетвертичных) террас.

В долине р. Кубани эрозионные процессы, вызвавшие формирование террасовых уровней, происходили более равномерно с постепенным уменьшением их интенсивности по мере приближения к современной эпохе. Решающее значение при этом играют тектонические движения, интенсивность и направление менялись как во времени, так и в пространстве. В течение всего времени формирования речных террас (начиная с верхнего плиоцена) в горной области Северо-Западного Кавказа преобладал процесс поднятия и нарастания высот местности, тогда как в пределах Кубанской впадины происходили периодические опускания. В дочетвертичное время на данной территории преобладали опускания, о чем свидетельствует погружение отложений верхнеплиоценовых террас и залегание их в нормальной стратиграфической последовательности.

Для подтверждения наличия рассматриваемых современных неотектонических движений (НД), в программе ArcGIS были построены карты базисной поверхности. Это было осуществлено тремя методами: кригинг, сплайн и ОВР (обратно взвешенные расстояния). Каждая полученная карта, в последующем, анализировалась с целью выбрать только ту, которая наиболее информативно и детально несет информацию об изменении рельефа на данной территории, в данном случае наиболее подходящей являлась карта, построенная методом ОВР.

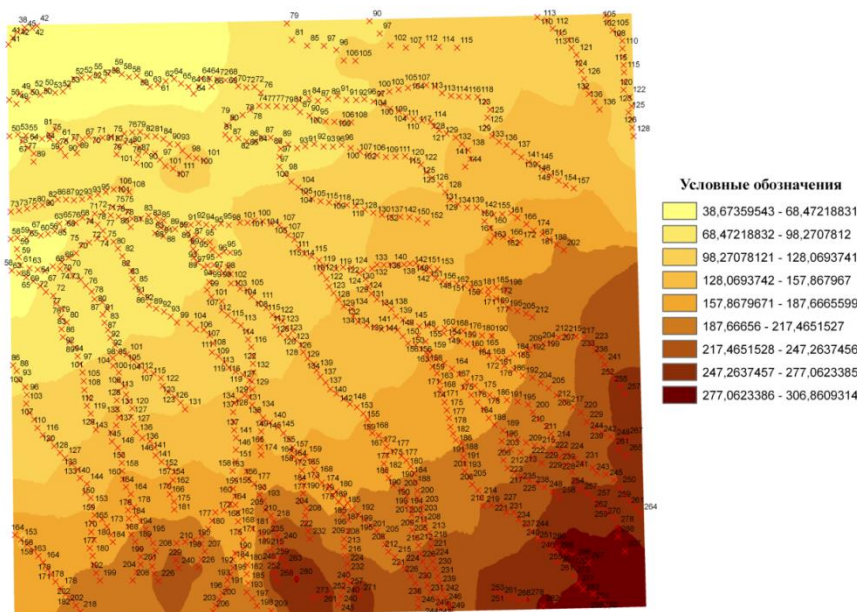


Рис. 1. Полученный результат интерпретации методом ОВР

Следующим шагом являлось построение и анализ карт остаточного рельефа. Такие карты получаются путем вычитания базисной поверхности из современного рельефа. На полученной карте стали отчетливо проявляются зоны максимальной разницы между поверхностями – светлые участки на и зоны минимальной разницы – темные участки, следовательно, на карте остаточного рельефа можно выделить зоны максимальных амплитуд предполагаемых НД. Участки максимального остаточного рельефа фиксируют блоки земной коры, испытавшие наиболее интенсивные движения, следовательно, можно условно провести границу блоков, причем наибольшая разница остаточного рельефа фиксирует восходящие движения. Для уточнения границ блоков карта остаточного рельефа сопоставляется со схемой дешифрирования тектонических нарушений, а также эрозионными врезами рек.

Анализ полученной карты показывает, что территория листа в целом имеет блоковое строение, причем границы выделенных блоков практически полностью совпадают с линиями предполагаемых НД. Так, северо-

восточная часть карты соответствует западному окончанию Ставропольского поднятия (СП), центральная часть – Восточно-Кубанской впадине (ВКВ), юго-западная часть – Адыгейскому выступу (АВ), который имеет субмеридиональное направление. Осевая часть его при погружении в северо-западном направлении образует ряд небольших брахиантиклинальных складок с амплитудой ≈ 60 м. Блоки СП и АВ подняты относительно блока ВКВ.

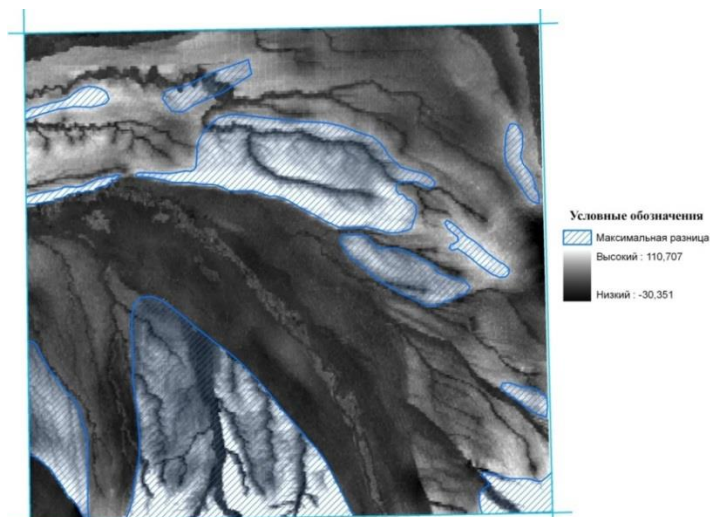


Рис. 2. Выделение зон с максимальной разницей между базисной поверхностью и современным рельефом

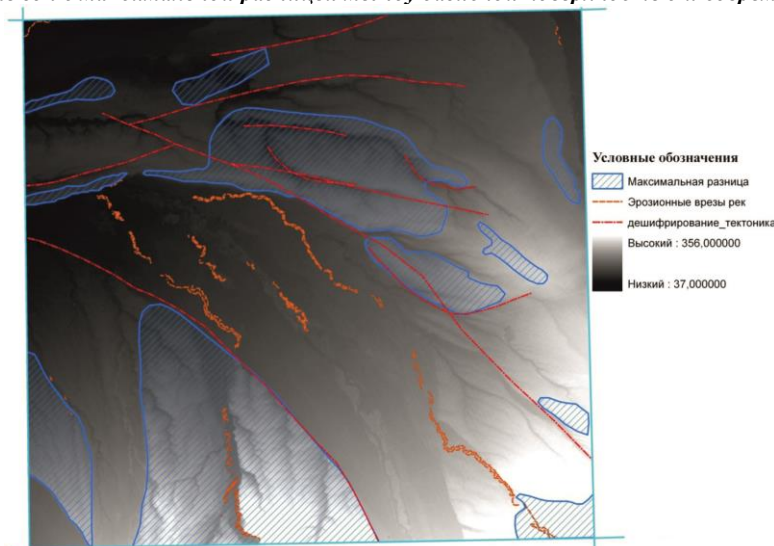


Рис. 3. Результат наложения тектонических нарушений на выделенные зоны с максимальной разницей между базисной поверхностью и современным рельефом

В то же время, наличие эрозионных уступов внутри блока ВКВ впадины указывает на то, что этот блок также испытывает восходящие движения, но с наименьшей скоростью, чем два других.

В результате можно предположить подвиг блока ВКВ под СП по Армавирско-Невиномысскому региональному разлому и надвиг АВ на указанные структуры.

Литература

1. Белов Ю.Ф., Дейно Г.В. Геологическая карта СССР масштаба 1:200000, серия Кума-Маньчская. Лист L-37-XXIX. – Ессентуки, 1973.
2. Корчуганова И.И., Костенко Н.П., Межеловский И.Н.. Неотектонические методы поисков полезных ископаемых. – МПР РФ, Геокарт, МГГА. 2001. – 212 с.
3. Кутейников Е.С., Кутейникова Н.С., Паталаха Е.И., Смирнов А.В. Структурный анализ при палеогеодинамических реконструкциях. М., 1994. – 256 с.
4. Щеглов Математические методы моделирования в геологии: Учеб. пособие. Электронное издание. – Новочеркасск, ЮРГТУ (НПИ), 2012. – 197 с.

УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ РУДОПРОЯВЛЕНИЯ СОПКА «КВАРЦЕВАЯ»

И.И. Урсу

Научный руководитель доцент Л.И. Полуфунтикова

Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова, г. Якутск, Россия

Рудопроявление Сопка Кварцевая входит в состав Жданинского рудного узла Адыча-Тарынской металлогенической зоны и расположено в северо-восточном крыле Адыча-Тарынского глубинного разлома – главной рудоконтролирующей структуры региона. Территория сложена юрскими и верхнетриасовыми терригенными отложениями, представленными алевrolитами с прослоями песчаников [3].

Рудные тела представлены золотоносными кварцевыми жилами, локализующимися в зонах разрывных нарушений и в трещинах скола. По морфологии выделяются три типа рудных тел: 1 – простые лестничные жилы; 2 – линзовидные жилы в зонах секущих разрывных нарушений; 3 – межпластовые жилы в трещинах срыва. Главный жильный минерал – кварц, представлен несколькими генерациями. Макроскопически выделяется кварц первой генерации: массивный, молочно-белый, крупнозернистый. С ним связана рудная минерализация, представленная пиритом, арсенопиритом, галенитом и золотом. Более поздний водяно-прозрачный кварц второй генерации характеризуется идиоморфной формой кристаллов, которые составляют друзовидные агрегаты. Часто кварц цементирует брекчированный песчаник, образуя крустификационную текстуру, образовавшуюся в результате заполнения пустот и трещин отрыва.

Формирование рудопроявления связано с многостадийными деформационными процессами, происходящими на данной территории в раннеюрское время. Анализ кинематических условий и реконструкции полей локальных тектонических напряжений рудопроявления Сопка Кварцевая проводились с использованием метода М.В. Гзовского [1].

Были проведены массовые замеры линейных структурных элементов: слоистость, кливаж, трещины, кварцевые жилы и прожилки, борозды скольжения. В результате нанесения на стереографическую проекцию полюсов кварцевых жил, выделены две системы кварцевых жил (рис.).

Первая система $S_1 - 230...240 \angle 80$ – кварцевые жилы этой системы северо-западного простирания. Простирание жил данной системы совпадает с простиранием слоистости, жилы – межслоевые или секут слоистость под острым углом. В данную систему объединены наиболее мощные (до 1,0 м) кварцевые жилы, сложенные кварцем первой генерации. В плане они образуют извилисто-неровные полосы, фланги которых ограничены субширотными сбросо-сдвигами с амплитудой смещения первые метры. Жилы раздроблены при поздних дислокационных процессах однонаправленными трещинами. В результате реконструкции палеотектонических напряжений по методу М.В. Гзовского получилось: ось сжатия (δ_3) – $244 \angle 10$, ось растяжения (δ_1) – $338 \angle 76$, направление сжатия – северо-восточное. В соответствии с положением главных векторов (вектор сжатия – близгоризонтальный, вектор растяжения – близвертикальный) локальное поле напряжений относится к взбросовому типу, что подтверждается значением угла наклона динамокинематической плоскости $S_{dk1} - 78$ [2].

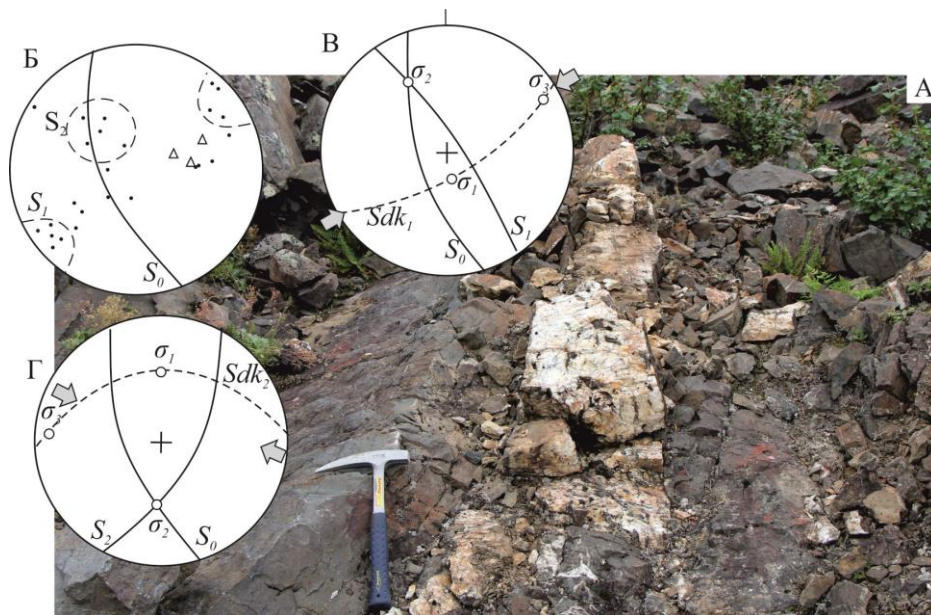


Рис. Межслоевая кварцевая жила (А) и реконструкции полей напряжений.

Б – полюса кварцевых жил (точки) и слоистости (треугольники). Дугой большого круга показана слоистость (S_0 , S_1 и S_2 – максимумы распределения кварцевых жил; В, Г – реконструкция полей напряжения кварцевых жил. S_{dk} – динамокинематическая плоскость, δ_1 – ось растяжения, δ_3 – ось сжатия, δ_2 – средняя ось. Стрелками показано направление сжатия

Вторая система $S_2 - 312 - 320 \angle 60$ – маломощные кварцевые жилы и прожилки, сложенные кварцем второй генерации располагаются перпендикулярно рудной зоне. Часто наблюдаются в виде оперяющих прожилков более мощных кварцевых жил. Далее была проведена реконструкция палеотектонических полей напряжения, методом сопряженных трещин М.В. Гзовского [1]. Вторая система жил S_2 по отношению к первой перпендикулярна по падению. В итоге: ось сжатия (δ_3) – $98 \angle 4$, ось растяжения (δ_1) – $200 \angle 38$. Наблюдается смена направления сжатия на субширотное. По типам полей напряжения в зависимости от положения главных векторов это сдвиговый тип, угол динамокинематической плоскости – 30° говорит о комбинированном характере деформации.

Таким образом, в результате проведенного геолого-структурного анализа, можно сделать вывод, что на данной территории широко проявлены два этапа структурообразования: этап D1 – надвиговый и этап D2 – сдвиговый (сбросо-сдвиговый). Золотоосуродение связано с мощными кварцевыми жилами, сформировавшимися при надвиговых дислокациях, тип оруденения – золото-кварцевое малосульфидное.

Литература

1. Бурмистров А.А., Старостин В.И., Дергачев А.Л., Петров В.А. Структурно-петрофизический анализ месторождений полезных ископаемых. – Московский Государственный университет имени М.В. Ломоносова. – Москва, 2009 – 408 с.
2. Гусев Г.С., Фридовский В.Ю. и др. Металлогения рядов коллизионных геодинамических обстановок. – Москва ГЕОС, 2002 – 409 с.
3. Тектоника, геодинамика и металлогения территории Республики Саха (Якутия) / Под ред. Л.М. Парфенова, М.И. Кузьмина. – М.: МАИК «Наука / Интерпериодика», 2001– 571 с.

ВЫЯСНЕНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ РАЗМЕЩЕНИЯ И ФАКТОРОВ ЛОКАЛИЗАЦИИ ТИ-ZR РОССЫПЕЙ ЛИСТА КАРТЫ L-37-XXX

В.Н. Усенко

Научный руководитель профессор В.И. Щеглов

*Южно-Российский государственный технический университет им. М.И. Платова,
г. Новочеркасск, Россия*

Целью проведения исследований является выяснение закономерностей размещения богатых титан-циркониевых россыпей, а также прогнозная оценка развития продуктивных отложений.

Основная задача данной работы - определение взаимоотношений между факторами накопления и сохранения россыпей и установление критериев, определяющих размещение промышленно значимых объектов.

Исходными данными для исследований являются результаты спектрального анализа (на 34 элемента) металлотрического, коренного и донного опробований листа геологической карты L-37-XXX [1]. Методика исследований включала в себя статистическую обработку результатов спектрального анализа, а также построение и анализ карт распределения элементов [3] с выделением аномальных зон, которые предположительно являются перспективными для обнаружения россыпей.

Исследуемая площадь (лист карты L-37-XXX) располагается в центральной части Предкавказской россыпной провинции, охватывая северо-западную часть Ставропольского россыпного района [2], для которого характерна высокая насыщенность россыпями и россыпными проявлениями (рис. 1).

В результате исследований было установлено, что Ставропольский свод оказывает наибольшее влияние на закономерности размещения богатых титан-циркониевых россыпей. Он обусловил изменение литологического состава и мощностей осадочного чехла в осевой части и по своему обрамлению. Так по мере удаления от свода увеличивается количество глинистого материала и уменьшается количество песчаного материала, который является потенциально продуктивным для обнаружения россыпей. Можно сделать вывод, что Ставропольский свод, бронированный известняками-один из факторов накопления и сохранения продуктивных песков (тектонический фактор) как на самом своде, так и по его обрамлению.

Накопление продуктивных песков находится в прямой зависимости от палеогеографической обстановки. Она характеризуется тем, что накопление песков происходило в условиях относительно спокойной седиментации в мелководной обстановке, позволяющей накапливать титан-циркониевые минералы [2]. Палеогеографический фактор проявлен во всех уровнях, содержащих песчаные отложения.

При анализе карт было выявлена связь стратиграфических подразделений с размещением аномальных зон содержания титан-циркониевых минералов (стратиграфический фактор размещения россыпей). Было выяснено, что продуктивным предположительно являются чокракские, караган-конкские, средне- и верхнесарматские отложения, представленные в большей части песками, иногда с прослоями глин. Россыпи данных уровней локализованы прежде всего в центральной части Ставропольского свода, а также по его периферии.

В результате анализа факторов, определяющих размещение промышленно значимых объектов можно предположить генетическую модель формирования титан-циркониевых россыпей листа карты L-37-XXX [2]. В данной модели формирование обогащенных караган-конкских и особенно средне- и верхнесарматских отложений связано с перемывом ранее накопившихся россыпей чокракского возраста. Этому свидетельствует смена фациальных условий накопления отложений. Следовательно, в качестве первично продуктивных

рассматриваются чокракские песчаные отложения. С учетом фактором, влияющих на локализацию россыпей, мною были выделены наиболее перспективные россыпные районы: 1)

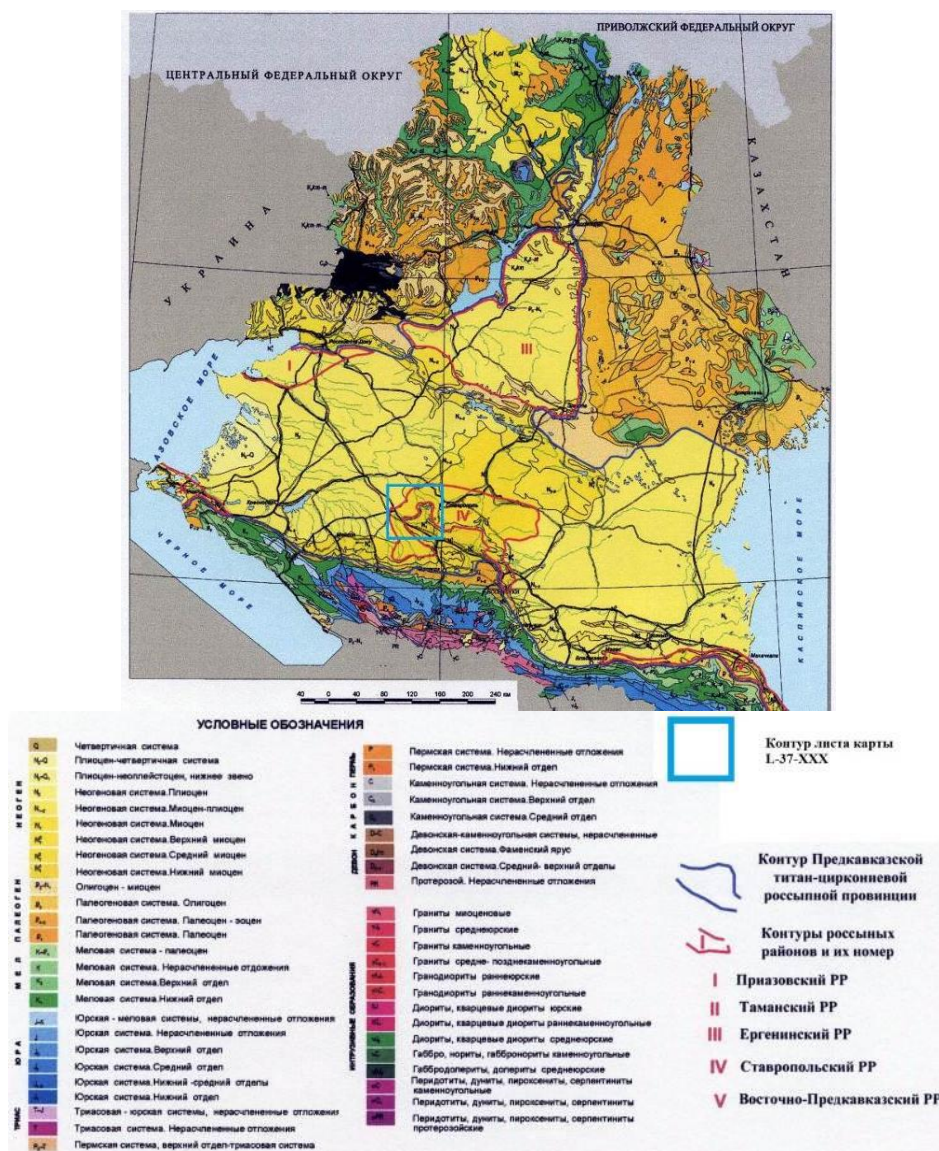


Рис. Геологическое строение и металлогенетическое районирование Предкавказской титан-цирконовой россыпной провинции

Ставропольский россыпной район, расположенный непосредственно на Ставропольском своде и по его обрамлению, 2) Староизобильный, 3) Каменнобродский, расположенный западнее станицы Каменнобродской. Контур выделяемых районов определяются полями развития продуктивных отложений, прежде всего чокракского, среднесарматского и верхнесарматского возрастов. Вышеперечисленные районы могут являться промышленно значимыми и требуют постановки детальных поисковых работ, которые позволят оконтурить участки и установить истинные параметры россыпи.

Литература

1. Гамаса Ю.Н., Геологическая карта масштаба 1:200000, Скифская серия. Лист I-37-XXX. – Ессентуки, 1995.
2. Рудянов И.Ф. Характеристика титан-циркониевых россыпей Ставропольского россыпного района, закономерности их формирования и прогнозная оценка // Региональная геология и металлогения, 2005. – № 25. – С. 127–133.
3. Щеглов В.И. Математические методы моделирования в геологии: Учеб. пособие. Электронное издание. – Новочеркасск, ЮРГТУ (НПИ), 2012. – 170 с.

**ХЛОРИТОЛИТЫ УРУПСКОГО МЕДНОКОЛЧЕДАННОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ
(СЕВЕРНЫЙ КAVKAZ)**

С.Д. Шапошникова

Научный руководитель доцент В.С. Исаев

*Южно-Российский государственный политехнический университет им. М.И. Платова,
г. Новочеркасск, Россия*

Золотоносность руд одного из крупнейших северокавказских колчеданных месторождений – Урупского медноколчеданного месторождения – известна с момента его открытия. Установлено, что золото связано с медистыми рудами, т.е. с халькопиритом [1]. Однако на глубоких горизонтах (XIV-XVI-е) золото в заметных количествах установлено и в существенно пиритных (серноколчеданных рудах). Кроме этого золотоносность установлена и в породах, непосредственно подстилающих колчеданную залежь. Среди них – существенно хлоритовые породы, которые по аналогии с описанными Р.И. Костиной [2] из колчеданных месторождений Урала образованиями, названы хлоритолитами. Нами проведено петрографическое исследование двух образцов хлоритолитов, один из которых (№5) отобран в 10 м выше XVI горизонта, а второй (№1) отобран из полевого штрека № 1402 (XIV-й горизонт). Оба образца отобраны из непосредственно подстилающих колчеданную залежь хлоритолитов, мощность которых не превышает 2...3 м. Для более полного понимания условий образования Урупских хлоритолитов нами проведено их сравнение с подобными образованиями из медноколчеданных месторождений Урала.

По данным Р.И. Костиной [2] хлоритолиты на исследованных ею Уральских колчеданных месторождениях также в основе своей залегают непосредственно под рудными телами, но отмечаются и над рудными телами, среди них и на удалении от них – в породах расслоенного типа. Хлоритолиты, залегающие в виде самостоятельных тел, большинство исследователей [2] склонны относить к осадочным образованиям типа озерных илов, на которых, как на подстилке, формируются рудные залежи. Однако Р.И. Костина отмечает, что хлоритолиты зачастую имеют микротекстуру хлоритизированных стекол, аналогичную той, что имеют хлоритовые обособления магматогенных брекчий [2]. Это позволило ей предположить первично магматогенную природу хлоритолитов. То есть она рассматривает их в качестве продуктов расслоения (ликвации) магматического расплава, при которой хлоритолиты обособляются в виде самостоятельной меланократовой фазы и затем застывают в виде стекла. В дальнейшем при палеотипном перерождении пород стекло подвергается хлоритизации. О том, что так называемые хлоритолиты прошли стадию расплава, свидетельствуют в частности, по мнению Р.И. Костиной, реликты в них вкрапленников или микролитов плагиоклаза.

Хлоритолиты Урупского месторождения макроскопически представляют собой темно-зелёные рассланцованные породы. Хлоритолит, представленный в образце № 1, по макроскопическому виду сложен как будто только одним хлоритом, а порода, представленная в образце № 5, заметно окварцована и пиритизирована.

Хлоритолит № 1 примерно на 65 % сложен хлоритом. Хлорит имеет зеленоватую окраску и ясно плеохроирует. Представлен он достаточно крупными чешуйками, достигающими 0,045 мм по удлинению. Хлорит встречается в качестве реликтов, включенных в массу халцедона (в статье Р.И. Костиной упоминается о реликтах хлорита в массе хлорита же, но другой генерации). Содержание халцедона в породе приблизительно 13 %.

Помимо хлорита и халцедона, отмечаются карбонат (около 8 %), серицит (4 %), кварц (11 %) и пирит (4 %). Карбонат в породе представлен относительно крупными зёрнами кальцита. На границе с кальцитом наблюдается перекристаллизация халцедона в кварц. Местами встречаются группы кристаллов серицита. Пирит присутствует как в виде больших кристаллов правильной формы, так и в виде мелких включений. Скорее всего, карбонатизация и пиритизация являются наложенными. Поэтому, породу, представленную в шлифе №1, можно назвать кварц-халцедон-хлоритовой.

Хлоритолит № 5 (второй образец) является более однородным и более пиритизированным, чем хлоритолит № 1. Основную ткань породы, около 85%, составляет хлорит. Он представляет собой удлиненно-волокнистые агрегаты, которые практически мономинеральны, ориентировка кристаллов преимущественно одинаковая – отрицательная, цвет – бледно-зеленоватый. Приблизительно 8 % породы составляют чешуйки серицита, которые иногда заполняют мелкие трещинки. Около 6 % породы представлено кристаллами пирита. В незначительном количестве присутствуют включения карбоната (1,0...0,5 %). Присутствует серицит, выделяющийся среди хлоритового агрегата, в виде мелкочешуйчатых агрегатов, которыми выполнены мелкие трещинки. Также он наблюдается в виде ободков вокруг кристаллов пирита. Сам же пирит представлен идиоморфными кристаллами.

Результаты петрографических исследований образцы хлоритолитов Урупского медноколчеданного месторождения позволяют проследить их аналогию с хлоритолитами Уральских колчеданных месторождений [2], и сделать предположение относительно первично-магматогенной природы их образования. Т.е. при участии ликвации, на стадии полного отделения «ликвата» с обособлением «хлоритовой» фазы.

Проведенный рентгено-спектральный анализ урупских хлоритолитов показал, что хлориты обоих образцов магнезиальные, что указывает на высокую степень метаморфизма пород.

Литература

1. Колчеданные месторождения Большого Кавказа. М.: Недра, 1973. – 256 с.

2. Костина Р.И., Роль ликвации в генезисе вулканогенных колчеданосных формаций Урала. Вестн. Моск. ун-та. Сер. 4. – Геология, 1988. – № 6.

**ПАРАМЕТРИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ ГЕНЕТИЧЕСКИХ ТИПОВ КОЛЧЕДАННЫХ РУД,
ВЫРАЖЕННЫЕ ЧЕРЕЗ МИКРОТВЕРДОСТЬ
(НА ПРИМЕРЕ УРУПСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ СЕВЕРНОГО КАВКАЗА)**

Т.А. Ярцева

Научный руководитель профессор И.А. Богуш
**Южно-Российский государственный политехнический университет им. М.И. Платова,
г. Новочеркасск, Россия**

Пирит – самый распространенный минерал, образующийся в анаэробной сфере в различных геологических обстановках. В рудах медноколчеданных месторождений содержание пирита достигает 95...98 % общего объема.

В медноколчеданных месторождениях, производных гидротермально-осадочного рудогенеза в настоящее время выделены следующие генетические разновидности пирита: осадочный (осадочно-диагенетический), аутометасоматический сплошных руд и околорудных метасоматитов. Для выделенных типов пирита устанавливается отчетливый типоморфизм их микротвердости. В настоящее время микротвердость является надежным диагностическим показателем минералов. Микротвердость позволяет оценивать этот показатель как параметрический, то есть выраженный в конкретных показателях мерой и числом. Разброс показателя для минерала пирита очень большой (4,20...20,04 ГПа). В этом ряду как показали исследования И.А. Богуша, каждому генетическому типу пирита соответствует определенный интервал показателя микротвердости. Микротвердость пирита, оцениваемая по типоморфным модальным значениям гистограмм для каждого образца, выявляет генетическую принадлежность пирита и, варьируя в широком диапазоне, позволяет корректно выделять генетические типы пирита; при этом вся шкала значений микротвердости разделена И.А. Богушем (И.А. Богуш, 1985) на типоморфные интервалы: H_0 – осадочный, со значениями микротвердости 4,2...9,8 ГПа; H_1 – диагенетический: 7,8...10,1 ГПа; H_2 – аутобластический: 12,0...15,9 ГПа; H_3 – гидротермально-метасоматический: 12,4...14,5 МПа; H_4 – регионального метаморфизма: 13,8...17,2 ГПа; H_5 – локального метаморфизма: 17,0...21,9 ГПа.

В качестве объекта исследований было выбрано Урупское медноколчеданное месторождение – крупнейший промышленный объект, эксплуатируемый в настоящее время. Вулканогенно-осадочные породы (спилиты, кератофиты, туфы), непосредственно вмещающие рудное тело, выделяются как горизонты пород, выполняющие главным образом блюдцеобразную депрессию глубиной до 100м в центральной части месторождения. Тела сплошных колчеданных руд пластовой формы стратифицированы, морфологически и подстилаются пиритизированными метасоматитами. Главное рудное тело сложено сплошными и прожилково-вкрапленными медными и медно-цинковыми рудами.

Урупское месторождение является эталонным объектом колчеданных месторождений гидротермально-осадочного генезиса. Это доказано многочисленными работами В.И. Смирновым и Н.С. Скрипченко.

Стратиформное тело сплошных гидротермально-осадочных руд со стороны лежащего бока подстилается прожилково-вкрапленными рудами, переходящими в пиритизированные метасоматиты кварц-серцитового состава.

Нами исследовался пирит как сплошных руд (рис. 1), так и околорудных метасоматитов (рис. 2). Замеры микротвердости проводились по известной методике С.И. Лебедевой [4] в десятках образцах колчеданных руд (рис. 1). Результаты замеров оценивались статистически, и типичные параметрические показатели приведены на гистограммах (рис. 1, 2) для гидротермально-осадочных пиритов.

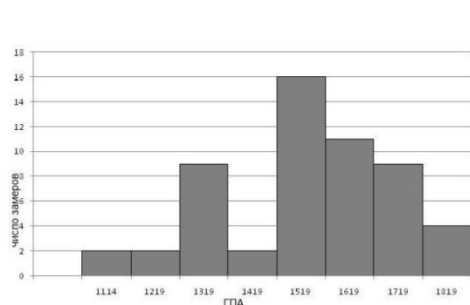


Рис. 1. Сводная гистограмма показателей микротвердости пиритов скважины

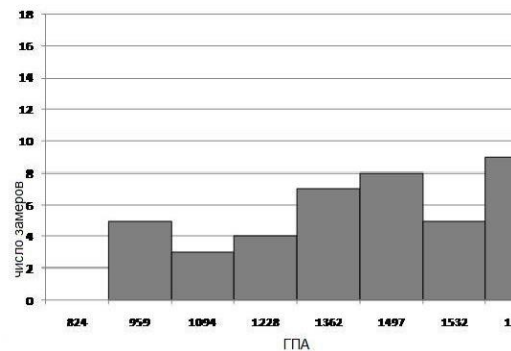


Рис. 2. Сводная гистограмма показателей микротвердости пиритов скважины

На сводной гистограмме микротвердости пиритов сплошных руд отчетливо выделяются 3 пика значений, свидетельствующих о генетической сложности этих руд.

Первый пик, с минимальным значением микротвердости 959 соответствует осадочно-диагенетическому реликтовому пириту.

Второй пик 1362...1497 корреспондирует автотермическому пириту, который образуется при перекристаллизации осадочных пиритов.

Третий массив микротвердости на гистограмме, растянутый от 1497 до 1802, отражает содержание метаморфизованного пирита, который образуется в зонах повышенного смятия и расщепления руд.

На сводной гистограмме (рис. 2) отражены типоморфные показатели только двух типов пирита, присутствующих в околорудных метасоматитах.

Четко выраженный пик со средним значением 1319ГПа соответствует гидротермальному метасоматическому пириту. Массив значений микротвердости от 1519 до 1819 на гистограмме отражает содержание метаморфизованного метасоматического пирита, переходящего в метаморфогенный.

Исходя из этого, в образцах руды нескольких генетических типов пирита позволяет подчеркивать полигенный характер руды с участием гидротермально-осадочного происхождения. Именно этот тип оруденения на Кавказе имеют все промышленные месторождения. Метасоматическое оруденение, минерализация, самостоятельно выраженная, не образуют скопления. Таким образом, через параметрический показатель микротвердости пирита мы можем устанавливать не только генетический тип оруденения, но и рекомендовать этот показатель в качестве поискового критерия для выделения промышленных типов на общем фоне сульфидной минерализации.

Для Северного Кавказа известно 11 залежей промышленных гидротермально-осадочных руд и более 360 зон сульфитизированных метасоматитов.

Литература

1. Богуш И.А. Генетические типы и онтогенез дисульфидов железа колчеданной формации Северного Кавказа. В сб. «Проблемы онтогении минералов» под ред. Д.П.Григорьева. – Л.: Наука, 1985. – С. 67–71.
2. Богуш И.А., Бурцев А.А. Онтогенетический атлас морфогенетических микроструктур колчеданных руд. – Ростов-на-Дону: Изд-во СКНЦ ВШ, 2004. – 200 с.
3. Колчеданные месторождения Большого Кавказа. – М.: Недра, 1973. – 225 с.
4. Лебедева С.И. Определение микротвердости минералов. – М., 1963. – 113 с.

Секция 4

ГЕОЛОГИЯ НЕФТИ И ГАЗА. СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В РАЗВЕДКЕ И ДОБЫЧЕ НЕФТИ

Н.П. Запивалов, профессор

Институт нефтегазовой геологии и геофизики СО РАН, г. Новосибирск, Россия

1. Геофлюидодинамические аспекты; критический порог возмущения

Любое скопление углеводородов (флюидонасыщенная система) является неустойчивым. Оно может быть равновесным и неравновесным в зависимости от различных флуктуаций и бифуркаций. Природные скопления углеводородов могут увеличиваться либо уменьшаться и даже полностью разрушаться в относительно короткие геологические отрезки времени. По существу, это самоорганизующаяся система [1, 2].

Активные техногенные воздействия являются, по существу, сильным возмущением квазиравновесной системы и существенно искажают ее природные параметры.

Особенно это важно на поздних стадиях жизни месторождения. Длительное или интенсивное возмущение, значительно превышающее пороговое, уничтожает систему. Как следствие, падает пластовое давление, резко уменьшается дебит, обводняется пласт и даже изменяется его минералогический состав.

Пороговое возмущение можно оценить через депрессию на пласт. Автором установлено, что оптимальная депрессия на пласт ($P_{пл} - P_{заб}$) не должна превышать 5 МПа [1, 3, 8]. Эта величина является почти универсальной для всех типов коллекторов и многих месторождений. Это четко видно на рис. 1.

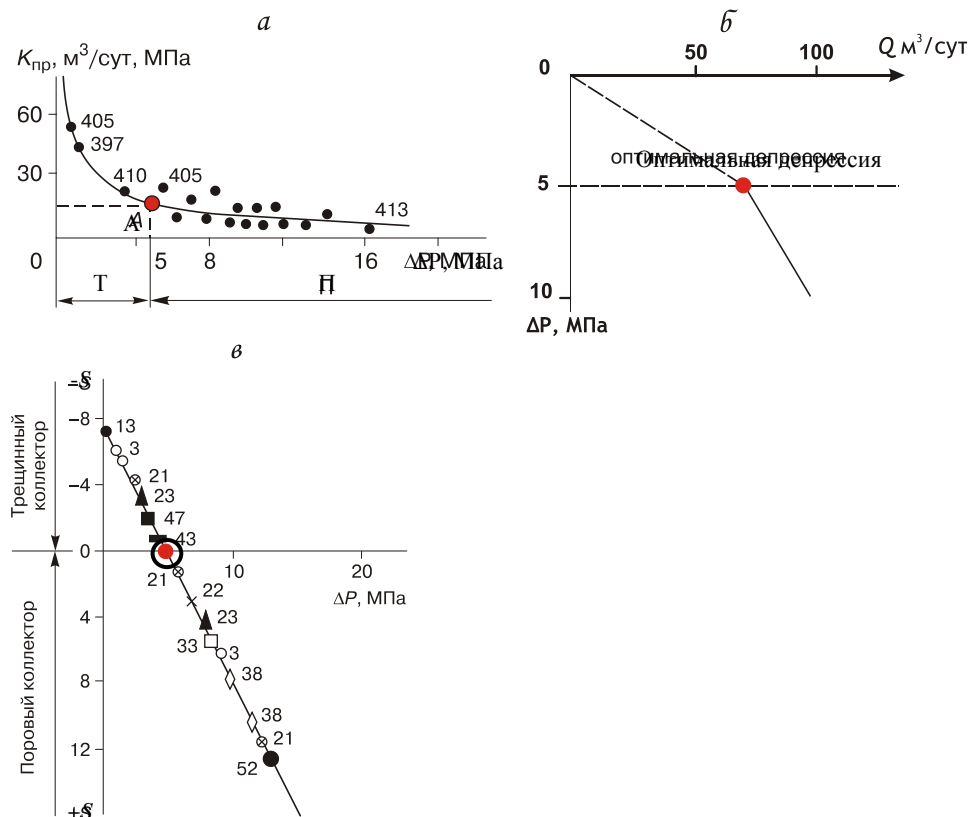


Рис. 1 Индикаторные диаграммы и характеристика флюидодинамических параметров

а) Индикаторная диаграмма и зависимость коэффициента продуктивности от депрессии по скважинам (цифры). Месторождение Южное, Нижневартровский свод. Западная Сибирь.

б) Индикаторная диаграмма по скв. 43 Барсуковского месторождения (Республика Беларусь).

в) Характеристика флюидодинамических параметров карбонатных коллекторов порово-трещинного типа. Связь показателей скин-эффекта и депрессии по скважинам (цифры) месторождения Бештеняк (Киргизия)

Главной особенностью любой живой системы является ее энергетический потенциал и работоспособность.

Залежь нефти – это открытая геофлюидодинамическая система с переменной эксергией, непостоянными градиентами массо-энерготензии, пороговые значения которых определяют граничные параметры системы на определенный момент времени [1].

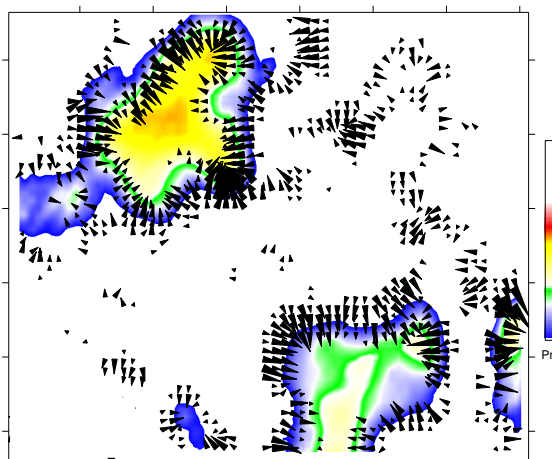
Запасы нефти и газа могут восполняться и в процессе разработки нефтегазовых месторождений. Это возможно в двух случаях: а) подпитка месторождения вновь образованными порциями углеводородов как внутри системы, так и за её пределами; б) индивидуально-щадящая разработка и периодическая реабилитация, вследствие чего происходит сбалансированный обмен флюидами между матрицей (блоком) и фильтрационными каналами в пласте, а также соблюдается равновесие между горным и пластовым давлениями [1, 3].

Имеется много примеров в мировой и отечественной практике восстановления активной работы скважин после некоторого периода реабилитации (отдыха) в целом всего месторождения или отдельных его блоков.

2. Сейсмогеологическая технология

Параметры флюидонасыщенной среды с дискретной структурой по своей физической природе являются функциями упругих модулей и текущего напряженного состояния, поэтому наиболее приемлемый метод оценки градиентного давления в пласте может быть основан на комплексном анализе сейсмических параметров и других геолого-геофизических данных [4].

Опыт применения ДФМ-технологий (ДФМ – динамико-флюидная модель) интерпретации сейсмических данных в различных бассейнах мира показал возможность достаточно уверенно прогнозировать области (очаги) максимального флюидонасыщения. Применение ДФМ-технологии показано на рис. 2.



*Цветом раstra показано изменение градиентов давления флюидов.
Стрелками показаны процифференцированные векторы флюидных потоков
Рис. 2 Карта изменений флюидодинамических параметров [4, 5]*

ДФМ-технология в полной мере может эффективно применяться на всех стадиях разведки и разработки месторождений нефти и газа, включая процесс мониторинга, и уже находит применение в различных регионах. Ее основная цель и результат – картирование продуктивных зон (очагов) с активными флюидными перетоками.

3. Метод направленной разгрузки пласта (георыхление)

Идея метода георыхления [6, 7] состоит в том, что за счет неравномерной направленной разгрузки породы от горного давления, осуществляемой путем понижения давления и выбора определенной конструкции забоя, в окрестности скважины создаются напряжения, приводящие к образованию в пласте множественных новых микро- и макротрещин. Эта система трещин играет роль новой сетки фильтрационных каналов с проницаемостью, значительно превышающую природную.

Важно отметить, что метод георыхления является способом воздействия на призабойную зону размером до десяти радиусов скважины. Этим объясняется высокая эффективность метода георыхления.

Установлено явление, касающееся изменения проницаемости породы в окрестности скважины при увеличении депрессии на забое скважины. Оказалось, что депрессия в диапазоне 6–9 МПа приводит к уменьшению проницаемости породы. Это подтверждает указанный выше критический порог возмущения – 5 МПа [3, 8].

Следствием такого ухудшения проницаемости породы в окрестности скважин является резкое уменьшение их продуктивности. Кстати, факт значительного уменьшения дебита скважины при создании больших депрессий неоднократно наблюдался на практике. Нефтяники называют это «схлопыванием пласта».

Метод направленной разгрузки пласта (НРП) по своему механизму – это гидроразрыв пласта (ГРП) наоборот. При этом не требуются дополнительная техника и дополнительные спуско-подъемные операции. В результате существенно сокращаются затраты и время на освоение скважин при более высоком качестве работ.

Метод георыхления применим для любых глубин залегания пластов. Использование метода может дать большой экономический эффект на месторождениях с высокой себестоимостью бурения, освоения и эксплуатации скважин, особенно на шельфе морей и океанов. Можно полагать, что это достаточно щадящий и эффективный метод.

4. Скважинная технология горения (Gasgun®)

Необходимость оптимизации методов воздействия на призабойную зону пласта привела к созданию эффективной технологии Gasgun® с применением твердых пропеллентов. Эта технология разработана группой американских исследователей компании «The GasGun Inc.» под руководством Ричарда Шмидта [9]. На рис. 3а показано сопоставление трех вариантов стимулирующего воздействия на нефтеносный пласт: взрыв, гидроразрыв и метод Gasgun®. Экспериментальные и натурные исследования показали, что метод Gasgun® является наиболее эффективным. На рис. 3б показан эффект образования трещиноватости в призабойной части продуктивного пласта. Главной особенностью технологии Gasgun® является применение твердого пропеллента, который создает пульсационные струи газа в перфорированной колонне или даже в открытом стволе.

Использование твердых пропеллентов дает возможность в больших количествах получать газ с высоким давлением. Характеристики горения твердых пропеллентов могут варьироваться в широком диапазоне. За последние 10 лет метод Gasgun® применялся более 4000 раз на территории США, Канады, Европы, Африки и Ближнего Востока. Получены хорошие результаты в различных породах: песчаники, известняки, доломиты, сланцы, уголь, кремнистый сланец, мел, мергель, диатомит.

По утверждению разработчиков, эта технология дает следующие преимущества по сравнению с гидроразрывом: сведение к минимуму вертикальных трещин роста за пределами продуктивного пласта; создание в пласте многочисленных кольцевых и радиальных трещин; возможность стимулировать отдельные зоны без необходимости спускать пакеры; минимизация ущерба для продуктивного пласта от несовместимости флюидов; однородная проницаемость для нагнетательных скважин; минимизация оборудования, необходимого непосредственно на месте скважины; снижение затрат.

Безусловно, эту технологию надо опробовать в Западной Сибири в мезозойских терригенных пластах, а также в карбонатном палеозое.

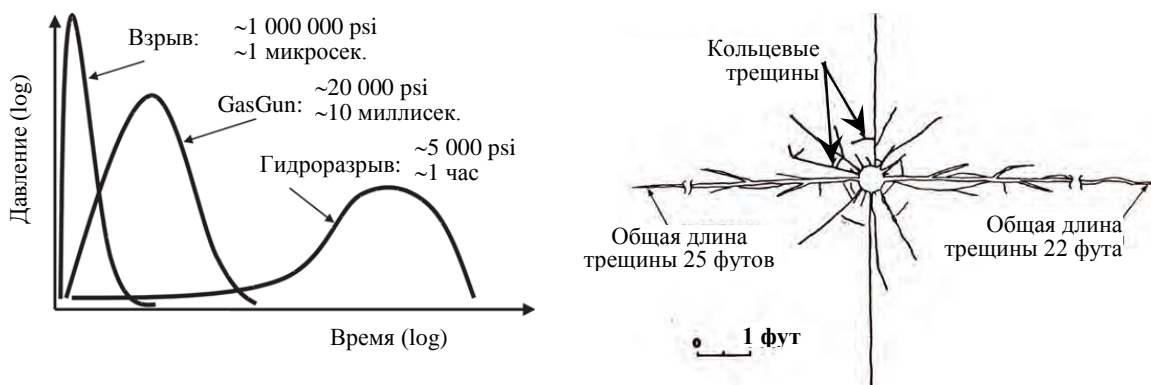


Рис. 3 Обобщенная зависимость давления от времени для трех различных методов стимулирования (а) и трещиноватость пласта в результате применения технологии GasGun® в подземном эксперименте (б)

5. Новые, пока не реализованные идеи и проекты

А. Метасоматическая доломитизация. Возможность применения нанотехнологий для формирования высокопродуктивных резервуаров (искусственный метасоматоз).

Нефть и газ содержатся в разнообразных природных резервуарах, в том числе в доломитах. Такие породы содержат 40% мировых запасов нефти. Доломитизация приводит к увеличению объема пор в плотных известняках за счет изменения архитектуры пустотного пространства. Увеличивается не только пористость, но и проницаемость.

Известно, что радиус иона кальция (Ca^{++}) равняется 0,099 нм, а у иона магния (Mg^{++}) – 0,066 нм. В процессе замещения кальция магнием образуется дополнительное пустотное пространство (трещины, каверны и т.д.). Таким образом, природные наноразмерные метасоматические процессы способствуют образованию хороших и часто высокодебитных коллекторов, особенно в карбонатных породах фанерозоя.

Наиболее изученным является Малоичское месторождение (Новосибирская область), которое было открыто в 1974 году. Основной продуктивный горизонт залегает на глубинах 2794–2850 м, сложен карбонатными породами: известняками и доломитами. На этом месторождении четко обозначается очаговая доломитизация, что в конечном счете определяет продуктивность скважин. Такие очаги в западной и юго-западной части месторождения (скв. 9, 6, 117, 2) характеризуются активной вторичной доломитизацией по среднедевонскому рифу. Участки с высокопродуктивными скважинами четко приурочены к западной фациально-тектонической зоне (рис. 4).

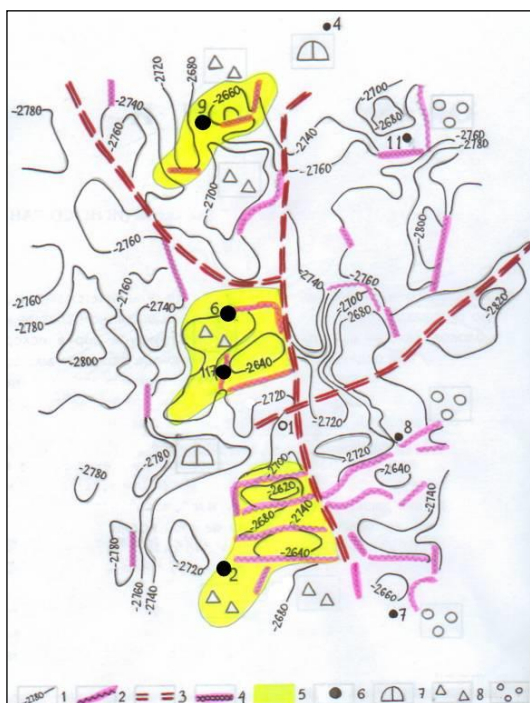
Следует отметить, что метасоматические очаги не имеют четкой стратиграфической привязки, их морфология обычно не может рассматриваться с позиции анализа складчатых форм и закона суперпозиции.

Можно инициировать ускоренный техногенный процесс метасоматической доломитизации и создавать (обновлять) высокопродуктивные очаги на месторождении. Фактически это позволит управлять процессом разработки месторождений и увеличить нефтеотдачу. Технология закачки в пласт магнийсодержащего флюида или гранулярного магния в размере наночастиц, вероятно, не представит особой трудности. В результате увеличится удельная поверхность пустотного пространства, активизируется переток флюидной массы из блочной матрицы в трещины и даже новообразование углеводородных масс. В значительной степени стимулируются перколяционные процессы, возрастут продуктивность скважин и текущий коэффициент нефтеизвлечения.

В отдельных случаях процесс принудительной и ускоренной доломитизации (метасоматоза) можно сопровождать волновым и тепловым воздействием.

Успешное использование предлагаемой нанотехнологии может оказать существенное влияние на длительность разработки месторождений и конечную нефтеотдачу.

Промышленную отработку этой технологии предлагается осуществить в пределах натурального полигона на Малоичском нефтяном месторождении (Новосибирская область), где установлена промышленная нефтеносность в доломитизированных известняках среднего девона за счет погребенных рифогенных массивов. В случае удачных экспериментов такая нанотехнология откроет путь к интенсивному освоению палеозоя Западной Сибири и древних карбонатных массивов Восточной Сибири. Это один из ключевых моментов, который может увеличить нефтегазовый потенциал Сибири, а также других регионов.



- 1 – изогипсы поверхности карбонатных палеозойских пород, м;
- 2 – субвертикальные зоны эрозионно-тектонических выступов;
- 3 – предполагаемые глубинные разломы;
- 4 – тектонические нарушения;
- 5 – очаги вторичной доломитизации;
- 6 – скважины, давшие приток нефти;
- 7 – литофации;
- 8 – органических рифов;
- 9 – передового шлейфа;
- 9 – зарифовой лагуны.

Рис. 4 Обзорная карта Малоичского месторождения (Новосибирская область) с учетом результатов трехмерной сейсморазведки

Б. Лазерные технологии

В последнее время активно пропагандируется революционный технологический рывок в изучении недр, геологических исследованиях, добыче нефти и газа. Предполагается, что лазерная технология в перспективе позволит добывать почти всю нефть на месторождении и избежать загрязнения окружающей среды [10].

Директор научно-производственной фирмы «Берег» А. Ленецкий полагает, что данный метод является принципиально новым и не имеет мировых аналогов. Вместо бура предлагается использовать лазер, который не разрушает породу, а «плавит» ее и к тому же способен проходить через пласт под углом, а значит, и проникать в труднодоступные места. Это позволит восстановить старые месторождения, нефть из которых невозможно добыть прежними способами.

Американская компания FogoEnergy в 2012 г также анонсировала лазерную технологию в нефтегазодобыче. Технология FogoEnergy состоит в быстром растрескивании мощными лазерами поверхностей твердых пород. Представители Fogo сообщают, что на испытаниях своей системы они смогли отправить лазерный пучок мощностью 20 кВт по оптоволокну на расстояние 1,5 км. Интенсивный удар лазера Fogo разрушает твердую породу таким образом, что дальнейшее бурение механическим сверлом уже не вызовет проблем, и может повысить эффективность буровых работ в 10 раз. В промышленных условиях технология будет опробована уже в 2014 г. Поддержку проекту оказывает Минэнерго США.

Выводы:

Предлагаются принципиально новые научно-технологические методы освоения, сохранения и восполнения нефтегазовых ресурсов, учитывающие критический порог устойчивости системы с целью обеспечения флюидодинамического баланса. Это позволит сохранить на длительный период активные запасы нефти, восполнение которых возможно за счет новообразованных объемов углеводородной массы и щадящих методов увеличения нефтеотдачи, не нарушающих состав и свойства флюидонасыщенных продуктивных пластов.

Для успешного прогноза, эффективной разведки и длительного освоения нефтегазовых месторождений необходимо учитывать новейшую (современную) геодинамику земной коры, изучая ее поведение в градиентных параметрах. Для этого можно использовать космические съемки в разных модификациях.

Оптимизация новейших методов и технологий зависит от индивидуальных особенностей объекта.

Литература

1. Запывалов Н.П., Попов И.П. Флюидодинамические модели залежей нефти и газа. – Новосибирск: Изд-во Гео, 2003. – 198 с.
2. Резников А.Н. Геосинергетика нефти и газа. – Ростов-на-Дону: Изд-во «ЦВВР», 2008. – 303 с.
3. Запывалов Н.П., Лобов В.И. Геофлюидодинамические методы управления напряженно-деформированным состоянием нефтенасыщенных резервуаров и продуктивностью скважин // Геодинамика и напряженное состояние недр земли: Тр. Междунар. конф. – Новосибирск, 6–9 окт. 2003 г. – Новосибирск: Ин-т горного дела, 2004. – С. 447 – 454.
4. Писецкий В.Б. Прогноз флюидодинамических параметров бассейна по сейсмическим данным. – Екатеринбург: УГГГА, 2011. – С. 12.
5. Zapivalov N.P., Pisetski V.B. New geo-fluid dynamics method for mapping active fluids in oil-and-gas saturated strata // DEW: Drilling and Exploration World. – India, 2012. – Vol. 21. – No 10. – P. 55 – 60.
6. Христианович С.А., Коваленко Ю.Ф., Кулинич Ю.В., Карев В.И. Увеличение продуктивности нефтяных скважин с помощью метода георыхления // Oil&GasEURASIA, 2000. – № 2. – С. 90 – 94.
7. Карев В.И., Коваленко Ю.Ф. Управление напряженным состоянием – как способ строительства идеальной скважины // Oil&GasEURASIA, 2012. – №11. – С. 16 – 19.
8. Запывалов Н.П. Динамика жизни нефтяного месторождения // Известия Томского политехнического университета. – Томск, 2012. – Т. 321. – № 1. – С. 206 – 211.

СОСТАВ И ГЕНЕЗИС ГОРИЗОНТОВ А₄ И АВ₁₋₂ МАЛОКЛЮЧЕВОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (ЗАПАДНАЯ СИБИРЬ)

Е.А. Аверьянова, А.А. Красноперова

Научный руководитель профессор В.П. Алексеев

Уральский государственный горный университет, г. Екатеринбург, Россия

Для изучения осадочных пород используется множество методов, из которых наиболее важным является изучение керна. Объектом исследования явилась скважина 4581 Малоключевого месторождения, расположенного на территории Ханты-Мансийского автономного округа (ХМАО). Скважина пробурена на западном крыле Восточно-Кечимовского поднятия [2]. Колонка скважины представлена на рисунке.

Цель исследований заключалась в изучении литологического состава пород, установлении условий формирования и закономерностей распространения песчаных пород-коллекторов. При проведении фациального анализа применялся комплексный подход, включающий детальное исследование керна материала, а также методики, основанные на анализе геофизических данных (ГИС).

При изучении керна особое внимание уделялось изучению седиментационных признаков, возникающих одновременно с образованием осадка. К ним относятся первичная слоистость и различные ее нарушения (деформации, вызванные деятельностью животных и растений), диагенетические образования. Одновременно с детальным исследованием керна выполнена его привязка к каротажным диаграммам.

Объектами исследования являются пласты А₄ (ачимовская свита) и АВ₁₋₂ (ванденская свита). Отложения данных горизонтов, вскрытых в интервалах 1888–1910 и 2736–2742 м, представлены аргиллитами от серых до буровато-черных, алевролитами светло-серыми, серыми, темно-серыми до черных за счет сильного обогащения углисто-растительным детритом, а также песчаными пластами, отличающимися друг от друга по толщине и выдержанности по площади.

Характеристика образцов

В скважине керном охарактеризовано 76 м осадочных пород (см. рисунок). В данной статье рассмотрены горизонты А₄ и АВ₁₋₂.

В целом отложения представлены нижеописанными образцами (цифры соответствуют номерам образцов; размерность указана в шкале ф):

Образец №1. От мелкого алевролита до тонкозернистого песчаника. Переслаивание достаточно тонкое и ритмичное. Сортировка средняя до хорошей.

Образец №5. Мелкозернистый песчаник, в конце слоя с примесью среднезернистого. Плохо выраженное переслаивание за счет гранулометрического состава. Сортировка средняя.

Образец №8. От крупнозернистого до мелкозернистого алевролита. Плохо выраженное переслаивание. Сортировка средняя. Слоистость линзовидно-волнистая.

Образец №37. От мелкозернистого песчаника до крупнозернистого алевролита. Неясно выраженное переслаивание. Сортировка хорошая.

Образец №39. Тонкозернистый песчаник с неокатанными линзами алевролитов (внутренняя слоистость).

Образец №41. Тонкозернистый песчаник. «Пуддинговая» текстура. АРБ (аномальный разрез баженовской свиты).

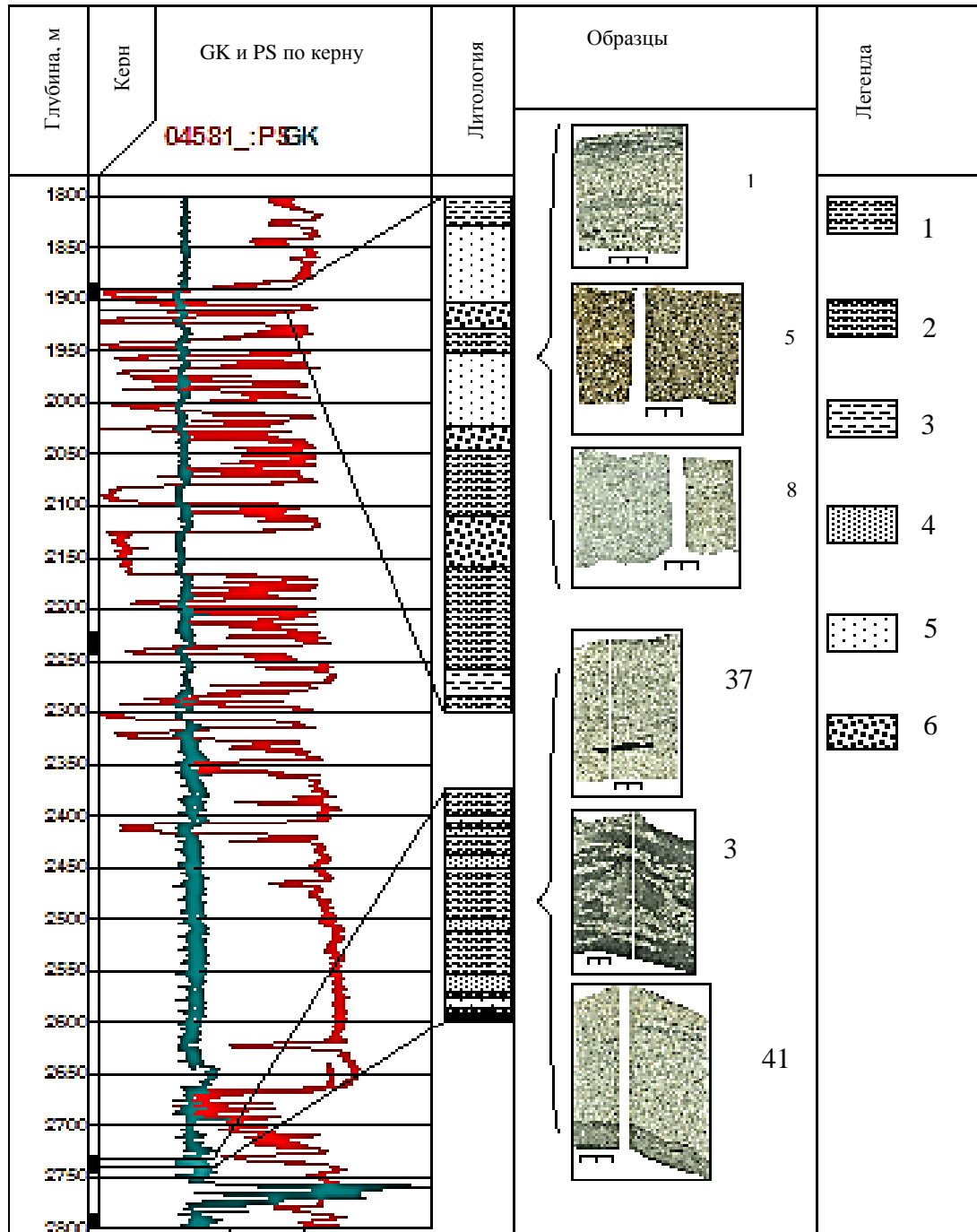


Рис. Геолого-геофизический разрез скважины 4581

Гранулометрические типы: 1 – аргиллит, 2 – мелкозернистый алевролит, 3 – крупнозернистый алевролит, 4 – тонкозернистый песчаник, 5 – мелкозернистый песчаник, 6 – среднезернистый песчаник

В целом отложения характеризуются частой сменой пород с разным гранулометрическим составом (песчаников, алевролитов, аргиллитов), что свидетельствует о постоянной смене гидродинамической активности среды. В алевроаргиллитовых породах сформировалась мелкая пологоволнистая слоистость, характерная для обстановок с неактивной волновой деятельностью. Следы жизнедеятельности морских донных животных указывают на относительно низкую гидродинамику, хорошую аэрацию и близость береговой линии. Можно сделать вывод, что осадконакопление происходило в условиях лагун, частично отделенных от открытого моря вдольбереговыми барами.

В соответствии с характеристикой стандартных фаций [1] рассмотрены обстановки осадконакопления пород. Так, переслаивание мелких алевролитов и тонкозернистых песчаников свидетельствует об условиях постоянного действия волн активной гидродинамической среды. Такие условия могут создаваться в приливно-отливных зонах. Чередование мелкозернистых песчаников и крупнозернистых алевролитов говорит о малоподвижном мелководье. Аргиллиты образовывались в спокойной обстановке изолированной лагуны шельфа, где нет влияния штормов и течений. Песчаники являются результатом наличия баров и отчасти подводной зоны дельты.

Распределение фаций по площади отражает морфологию рельефа поверхности осадконакопления древнего бассейна. При этом области устойчивого накопления морских осадков, как правило, являются зонами прогибаний; области суши – зонами относительных поднятий. Таким образом, анализ фаций дает качественное представление о распределении областей тектонического поднятия и прогиба для данного времени.

Стоит заметить, что разница между литологическим составом пород ачимовской и ванденской свит незначительна. Но, тем не менее, некоторые различия имеются: породы Ач горизонта активны, в то время как отложения пласта АВ₁₋₂ более стабильны и однообразны.

Проведенная работа дает необходимый материал для оценки изменения состава и строения горизонтов Ач и АВ₁₋₂ Малоключевого месторождения.

Литература

1. Атлас «Геологическое строение и нефтегазоносность неокотского комплекса Ханты-Мансийского автономного округа – Югры». – Тюмень: Изд-во ГП НАЦ РН им. В.И.Шпилемана, 2007. – 191 с.
2. Строение и корреляция отложений тюменской свиты Шаимского нефтегазоносного района (Западная Сибирь). – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2009. – 227 с.

ВИЗУАЛЬНОЕ ДЕШИФРИРОВАНИЕ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ПРИ НЕФТЕПОИСКОВЫХ РАБОТАХ

И.А. Аль-Зекри

Научный руководитель ассистент И.И. Шишкова

Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины, г. Гомель, Беларусь

Структурно-геологическое дешифрирование представляет собой процесс распознавания глубинных объектов, их свойств и взаимосвязей по их изображению на снимке через видимые элементы и компоненты ландшафта, служащие индикаторами этих объектов.

Кроме того, учитывая, что формирование характера распределения элементов рельефа, структуры и состава поверхностных отложений и растительности над нефтяными залежами происходит под влиянием неотектонических движений блоков, уплотнения, проседания, трещинообразования пород, перекрывающих нефтегазовые резервуары, а также под воздействием мигрирующих от залежей флюидов и аномалий геофизических полей, можно считать, что такая информация постоянно «обновляется». Значительную роль в этом процессе играют экзогенные процессы и антропогенная деятельность.

При исследовании природных ресурсов, в частности возможных ловушек нефти и газа, дешифрирование выполняется в несколько этапов. Такая многоэтапная схема связана с необходимостью детализации по мере исследования региона, необходимостью маршрутной проверки и контроля результатов дешифрирования и структурно-геоморфологических построений, позволяющих выделить активные в неотектонический этап структурные элементы.

Определение структурного облика территории является одной из основных задач при нефтепоисковых работах.

Данные дистанционного зондирования дают возможность выявлять почти все структурно-тектонические элементы. Большая обзорность и достаточно высокая разрешающая способность, высокая степень оптической и геометрической многоступенчатой генерализации элементов природной среды на ДДЗ, а также способность распознавать на них погребенные структурные формы позволяют выделять значительное количество структурных элементов посредством дешифрирования исходных изображений в различных спектральных диапазонах (рисунок).

На дешифрируемость структурных элементов накладывают ряд ограничений природные и геологические условия проведения работ, а также технические факторы (главным образом тип съемочных систем). Тем не менее ДДЗ дают такую информацию, которая не может быть получена другими методами или требует для этого больших затрат времени и средств.

Техника геолого-структурного дешифрирования заключается в опознавании и рисовке структурных линий, под которыми, как это принято в специальной литературе, понимаются любые линии, отвечающие

простирацию геологических элементов, сланцеватости, стратиграфических или тектонических контактов, разрывных нарушений, элементов трещиноватости, а также линейных элементов изображения, являющихся отражением проявления на них индикаторов геологического строения.

Из всех структурных элементов по ДДЗ наиболее легко и уверенно выявляются разрывные нарушения, дешифрируемые по линейным элементам изображения (линеаментам).

Линеаменты выделяются по геоморфологическим элементам, представленным аномальными формами речных долин, их спрямленными и протяженными участками, местами резкого изменения направления русел, прямолинейными и, как правило, ориентированными в одном направлении скульптурными формами рельефа, включая уступы, гряды, валы, узкие вытянутые котловины и т.д. К линеаментам следует отнести и резкую линейную смену почвенно-растительных сообществ и прямолинейно-пятнистое аномальное развитие растительности.

Большой интерес в наших исследованиях представляют складчатые (пликативные) структуры платформенных областей, возможные ловушки углеводородов.

Пликативные (кольцевые) структуры разнообразны по генезису, возрасту, форме, сложности своего строения, размерам и др.

Понятие «кольцевые структуры» обобщающее и несколько условное. Большинство таких структур имеют приближающуюся к округлой форму. Они могут быть оконтурены одной или несколькими линиями, не всегда замкнутыми, в совокупности образующими объект, близкий по строению к кольцевой структуре.

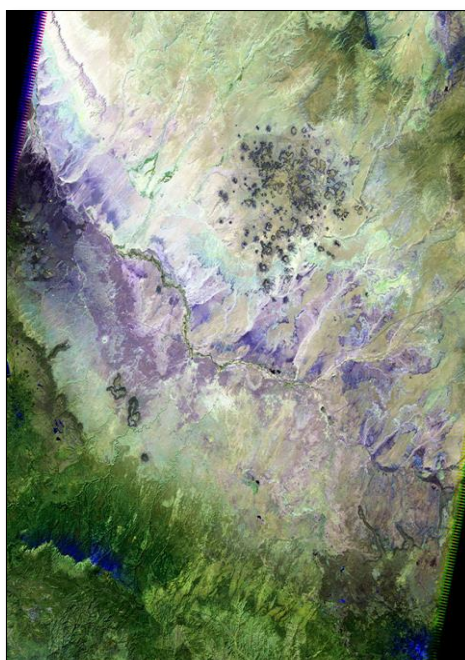


Рис. Синтезированный фрагмент космического изображения (территория Республики Йемен) в каналах 6h-2q-4h (в естественных цветах), обработанный в программе ENVI 4.8

Крупные кольцевые структуры имеют сложное строение и включают в себя относительно мелкие. Еще более сложное строение имеют кольцевые структуры, приуроченные к узлам пересечения разломов или систем разломов.

Крупнейшие кольцевые структуры, отвечающие мантийным диапирам и другим структурным элементам, образовавшимся на нуклеарной стадии развития Земли, имеют в диаметре до 1000 км и обычно весьма сложное строение.

Минимальные размеры кольцевых структур составляют первые метры – десятки метров. Это чаще всего экзогенные объекты – карстовые воронки, просадки и т.д.

В данных исследованиях нас интересуют кольцевые структуры, относящиеся к ловушкам структурного типа, приуроченные к антиклинальным (пликативным) складкам осадочного чехла, имеющие размеры от сотен метров до нескольких десятков километров в поперечнике.

Благодаря выраженности в рельефе наиболее четко отражены и дешифрируются на ДДЗ пликативные структуры (возможные ловушки структурного типа) осадочного чехла (антиклинали, брахиантиклинали, соляные купола), имеющие унаследованное развитие, высокую степень тектонической активности и большие амплитуды. Они выделяются по таким геоморфологическим признакам как радиальное (разбегающееся) строение гидросети, овальные изгибы долин, аномальные расширения или сужения долин рек, овалообразные одиночные положительные формы рельефа (холмы, короткие валы и гряды), а также положительные и отрицательные микроформы. Индикаторами могут быть и почвенно-растительные элементы, к которым следует отнести аномальное изометричное внедрение растительных и нехарактерных почвенных сообществ для данного района,

дугоподобные полосчатые изменения растительности.

Таким образом, структурное дешифрирование при нефтепоисковых работах направлено, в основном, на выделение пликативных (кольцевых) структур и разрывных нарушений осадочного чехла исследуемой территории, т.е. на определение тектонических условий региона исследований.

Все разнообразие приемов и способов дешифрирования снимков (данных дистанционного зондирования) сводится к двум основным методам: визуальному и автоматизированному.

Существовавшее некоторое время назад представление о том, что автоматизированное дешифрирование заменит визуальное, оказалось неверным. По мере более широкого использования цифровых снимков получило развитие визуальное дешифрирование изображений на экране монитора. Это объясняется тем, что способности человека анализировать изображение пока существенно превосходят возможности вычислительной техники. Также недостижимы для компьютера логическое мышление и интуиция, которыми обладает человек и, которые позволяют ему извлекать из снимка информацию не только об объектах и их свойствах, но и о процессах и явлениях.

Особенно это касается выделения геологических объектов, для дешифрирования которых используется большое количество косвенных признаков, что на современном этапе развития компьютерных технологий не может быть выполнено в автоматическом режиме.

В настоящее время существует возможность автоматизированного дешифрирования отдельных структурных линий (линеаментов), о чем будет сказано ниже. Однако без учета визуального дешифрирования высококвалифицированного специалиста в области нефтяной геологии и его интерпретации эти результаты остаются малоинформативными.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ ПОВЫШЕНИЯ НЕФТЕОТДАЧИ ЗАЛЕЖЕЙ ТИМАНСКО-ПАШИЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ЛЕНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

А.А. Архипова

Научный руководитель доцент В.М. Смелков

Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань, Россия

Ленское месторождение нефти открыто в 1966 г. Расположено в Западном Закамье Республики Татарстан. Протяженность месторождения 5,5 км с севера на юг и 5,7 км с востока на запад [2]. Разрабатывается с 1996 года.

За период с 1966 по 2012 гг. на месторождении пробурены 62 скважины: шесть разведочных, восемь поисковых, одна оценочная, 47 эксплуатационных. На данный момент действующий фонд скважин месторождения составляет 44 скважины, из которых: 14 – поисково-разведочных и 30 – эксплуатационных. В геологическом строении Ленского месторождения принимают участие докембрийские, девонские, каменноугольные, пермские, неогеновые и четвертичные образования. Промышленная нефть на площади Ленского месторождения установлена в карбонатных отложениях верейского горизонта, башкирского яруса среднего карбона, в турнейском ярусе и в терригенных отложениях бобриковского горизонта нижнего карбона, а также в тиманских и пашийских горизонтах верхнего девона. Ленское месторождение в региональном тектоническом плане расположено на западном склоне Южно-Татарского свода [2].

Тиманский пласт-коллектор (D_0) представлен одним, иногда двумя отдельными пористо-проницаемыми прослоями кварцевых песчаников, реже – алевrolитами крупнозернистыми, неоднородными, местами глинистыми. Среднее значение коэффициента пористости – 0,21, проницаемости – $362 \cdot 10^{-3}$ мкм², нефтенасыщенности – 0,827.

Пашийский пласт-коллектор (D_1) является многопластовым объектом, содержащим до 10 пластов разной мощности и распространения по площади. Сложен он переслаиванием песчаных, алевrolитовых, аргиллитовых разностей терригенных пород. Коллектор представлен песчаником серым кварцевым, мелкозернистым, хорошо отсортированным. Средний коэффициент пористости составляет 0,17, проницаемости – $16,3 \cdot 10^{-3}$ мкм², нефтенасыщенность – 0,77. В целом по месторождению с начала разработки накопленная добыча нефти составила 1266,4 тыс. т, текущий КИН – 0,335, степень выработки от начальных извлекаемых запасов – 54,0 %. Накопленная добыча жидкости составила 1547,3 тыс. т, а годовая – 181,3 тыс. т. Закачка воды накопленная – 1497,8 тыс. м³, годовая закачка воды – 204,8 тыс. м³ (рис. 1).

На Ленском месторождении были применены следующие технологии: депрессионная перфорация и термоимплюзионное воздействие (ДП+ТИМ), разглинизация призабойной зоны пласта, закачка водорастворимых поверхностно-активных веществ (ПАВ), закачка раствора полимера, вскрытие пласта на мультифазном растворе, зарезка боковых стволов, нестационарное заводнение.

Депрессионная перфорация и термоимплюзионное воздействие (ДП+ТИМ).

Технология депрессионной перфорации используется как при достреле, так и при перестреле продуктивного пласта после бурения. В 2001 году применение ДП+ТИМ в скважине № 1436 эффекта не дало.

Разглинизация призабойной зоны пласта.

Технология направлена на интенсификацию добычи нефти из низкодебитного фонда скважин за счёт декольматации порового пространства от глинистых частиц. В 2003 году по технологии КПАС (кислотный поверхностно-активный состав) из скважины № 154 получено дополнительно 0,1 т. нефти. Технологии КПАС применили ещё на двух скважинах – положительные результаты не получены. В связи с незначительным эффектом больше таких обработок не проводилось.

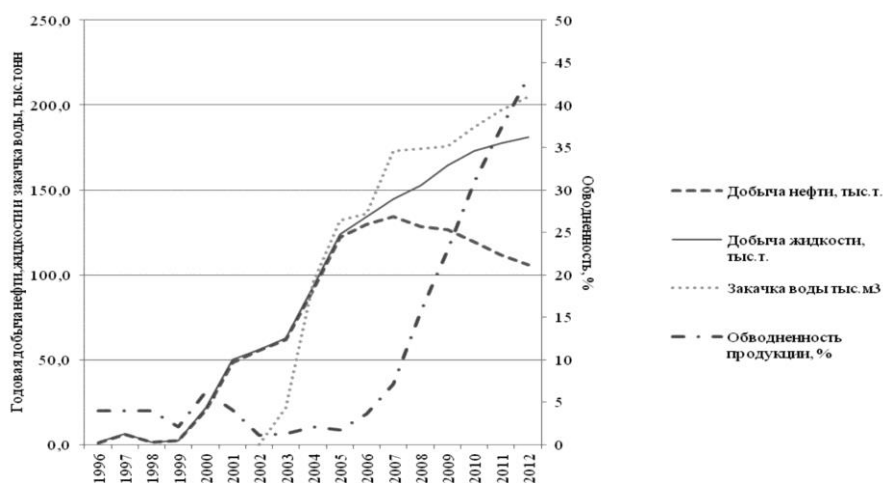


Рис. 1 График разработки по тиманско-пашийскому объекту

Закачка водорастворимых поверхностно-активных веществ.

Сущность метода заводнения с применением водорастворимых поверхностно-активных веществ заключается в повышении нефтевытесняющих свойств воды и активизации капиллярных и диффузионных процессов вытеснения за счёт снижения межфазного натяжения нефти на контакте с закачиваемой водой и уменьшения краевых углов смачивания. Таким образом, применение поверхностно-активных веществ способствует отмыву плёночной нефти, гидрофилизации породы, снижению набухаемости глинистых минералов, ускорению капиллярной пропитки, увеличению фазовой проницаемости для нефти [1].

Кроме того, закачка водорастворимых поверхностно-активных веществ является практически единственным способом освоения и вовлечения в активную разработку слабопроницаемых заглинизированных коллекторов. В 2003 году произвели закачку ПАВ на скважине № 156, в результате приемистость скважины увеличилась. Дополнительная добыча с начала применения данной технологии составила 79,9 тыс. т.

Закачка раствора полимера.

Полимерное заводнение – это технологически простой и высокоэффективный метод повышения нефтеотдачи пластов, основанный на добавке к воде небольших количеств водорастворимых полимеров при обычном заводнении нефтяных пластов [1]. В 2004 году произвели закачку раствора полимера в нагнетательные скважины №№ 156, 158, 163 и 189 с концентрацией от 0,05 % (скважина № 156) до 0,2 % (скважина № 163). В мае 2005 года произведена в третий раз закачка в нагнетательные очаговые скважины №№ 158 и 163. Закачка проводилась циклически два раза в год. Закачано 1000 м³ раствора полимера концентрацией 0,2 %. В 2007 года по четырем участкам произведена закачка полимерного раствора в нагнетательные очаговые скважины №№ 158, 163, 185 и 189. Текущая удельная технологическая эффективность применения метода по состоянию на 1.01.13 г. составила 34,9 тыс. т, эффект продолжается.

Мультифазные растворы.

Мультифазный буровой раствор предназначен для первичного вскрытия продуктивных пластов при строительстве скважин на месторождениях с трудноизвлекаемыми запасами нефти. Применение мультифазного бурового раствора обеспечивает сохранение коллекторских свойств пласта и увеличение продуктивности скважин. Первичное вскрытие продуктивного пласта D₀, а также возвратных вышележащих объектов осуществляется с 2003 г. на мультифазном глинистом растворе. С начала применения данной технологии дополнительно было получено 17,6 тыс. т нефти.

Зарезка боковых стволов.

Путем бурения боковых стволов в разработку вовлекаются ранее не задействованные участки пласта, а также трудноизвлекаемые запасы нефти, добыча которых ранее не представлялась возможной. С 2006 года на Ленском месторождении производят зарезку боковых стволов. Дополнительная добыча с начала применения данной технологии составила 0,37 тыс. т.

Нестационарное заводнение.

Технология циклического заводнения проводится с целью изменения направления фильтрационных потоков в продуктивных пластах. За счет создания системы поддержания пластового давления, в том числе гидродинамических методов организации нестационарного циклического заводнения получено с начала разработки по состоянию на 01.01.2013 г. дополнительно 175,0 тыс. т нефти (рис. 2).

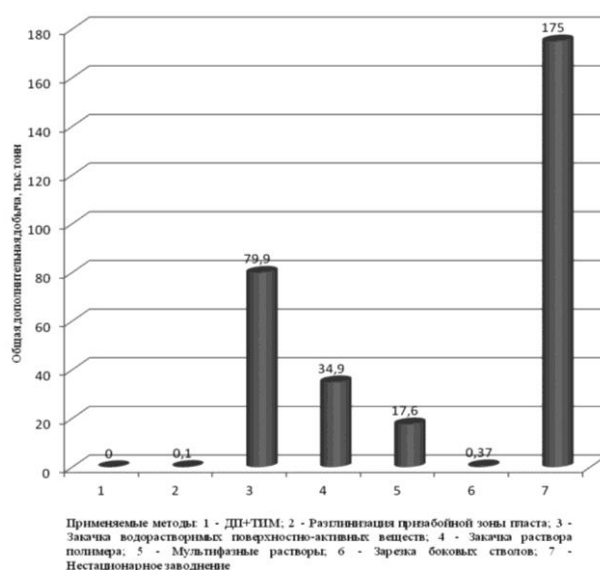


Рис. 2 Распределение фактической дополнительной добычи нефти за счет применения геолого-технических мероприятий и методов повышения нефтеотдачи пластов

Таким образом, на Ленском месторождении применили 7 разных технологий повышения нефтеотдачи пластов, из которых наиболее эффективным оказался метод нестационарного заводнения.

Литература

1. Муслимов Р.Х. Нефтеотдача: прошлое, настоящее, будущее: учебное пособие. – Казань: Изд-во «Фэн» Академии наук РТ, 2012. – 664 с.
2. Нефтегазоносность Республики Татарстан. Геология и разработка нефтяных месторождений / Под. ред. Р.Х. Муслимова; в 2-х томах. – Т. 2. – Казань: Изд-во «Фэн» Академии наук РТ, 2007. – 524 с.

ТЕКСТУРНО-СТРУКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ, СОСТАВ И УСЛОВИЯ ОБРАЗОВАНИЯ ПЕСЧАНЫХ ПОРОД ПЛАСТА ПК₁ ПОКУРСКОЙ СВИТЫ НА ЗАПОЛЯНОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ (ЯНАО)

А.М. Баркалова

Научный руководитель доцент Н.М. Недоливко

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Цель исследований – уточнение строения сложно-построенного продуктивного пласта ПК₁, развитого на Заполярном газоконденсатном месторождении, и выяснение особенностей его формирования. В алгоритм исследований входил сбор геологической информации о месторождении, о его строении, выяснение условий осадконакопления на основе выявления генетических признаков пород по результатам макро- и микроскопических исследований керна и гранулометрического анализа.

Площадь Заполярного месторождения административно находится на территории Тазовского района Ямало-Ненецкого автономного округа Тюменской области; в географическом отношении – на севере Западно-Сибирской равнины, в юго-восточной части Пур-Тазовского междуречья; согласно нефтегазогеологическому районированию – в Тазовском нефтегазоносном районе Пур-Тазовской нефтегазоносной области. На месторождении выделено два комплекса резервуаров: верхний – газonosный, приурочен к верхнемеловым отложениям (покурская свита сеномана); нижний – нефтегазоконденсатный – к нижнемеловым (валанжин). Продуктивная толща сеномана имеет сложное строение, представлена чередованием песчано-алевролитовых и глинистых пород континентального и прибрежно-морского генезиса. Коллекторами газа являются слабосцементированные песчаники и алевролиты; покрывкой служат верхнемеловые морские глинистые породы кузнецовской свиты.

Отложения пласта ПК₁ по литологическим особенностям и условиям образования разделены на пять песчаных пропластков, разделенных между собой глинистыми и углистыми прослоями. Снизу вверх по разрезу они прондексированы как ПК₁⁵ – ПК₁¹.

Нижний пласт ПК₁⁵ несогласно с размывом ложится на алевритоглинистые комковатые породы, пронизанные корнями растений. Он сложен преимущественно песчаниками с разнонаправленной кривой слоистостью (под углом 30–35° к оси керна), обусловленной намывами растительного детрита, глинистого материала и тонко распыленного сидерита на плоскостях наложения, содержащими редкие прослои глинистого материала со следами жизнедеятельности донных животных, а в основании – мелкую гравийную примесь.

Расположенный выше пласт $ПК_1^4$ несогласно перекрывает пласт $ПК_1^5$, что выражено в размытой слоистости, неровном контакте и появлении окатанных интракластов глинистого и глинисто-сидеритового состава. Пласт сложен песчаниками, содержащими намывы углефицированного растительного материала, подчёркивающие косую (под углом 35–40° к оси керна) слоистость, участками нарушенную взмучиванием, размывом и ходами мелких донных животных (*muna Chondrites*). Вверх по разрезу песчаники замещаются алеврито-глинистыми породами, постепенно переходящими в уголь.

Пласт $ПК_1^3$ залегает с неровным контактом на угольном пласте. Он, как и предыдущие песчаные пласты, представлен кварц-полевошпатовыми песчаниками с глинистым цементом, но слоистость в них преимущественно волнистого типа (косоволнистая, пологоволнистая, волнистая и волнисто-линзовидная) за счет намывов углефицированного растительного детрита и глинистых прослоев, содержащих следы жизнедеятельности донных животных (типа *Chondrites*). В верхней части разреза песчаники сменяются переслаиванием алевролитов и глинистых пород, содержащих остатки корневых систем.

Пласт $ПК_1^2$ имеет непостоянный литологический состав, в разрезе отмечается неоднократное чередование мелкозернистых песчаников, алевролитов и алевритоглинистых и глинистых пород с образованием косоволнистой разнонаправленной и однонаправленной слоистости и содержащими многочисленные следы размыва, взмучивания и интенсивной биотурбации (типа *Chondrites*).

Пласт $ПК_1^1$ сложен биотурбированными песчаниками со следами жизнедеятельности типа *Skolithos*, залегающими на волнистых прослоях глинистого материала. Вверх по разрезу песчаники переходят в глинистые породы со следами взмучивания осадка и жизнедеятельности донных животных. Породы обогащены хлоритом и сидеритом.

Таким образом, генетическими особенностями отложений являются: терригенный состав; в нижней части (пласты $ПК_1^5$ и $ПК_1^4$) – сочетание косой разнонаправленной и волнистой слоистости; обилие углефицированного растительного детрита, наличие корневых остатков, прослоев угля и донных животных; в верхней части (пласты $ПК_1^3$, $ПК_1^2$ и $ПК_1^1$) – преобладание волнистых типов слоистости, наличие следов жизнедеятельности донных животных. Эти признаки свидетельствуют о морском режиме бассейна осадконакопления [1].

Согласно данным гранулометрического анализа (22 проб), снизу вверх по разрезу в песчаных отложениях выделенных пластов прослеживается уменьшение размеров зерен, улучшение отсортированности пород, увеличение значения коэффициента асимметрии (от симметричного распределения, до асимметрии в сторону мелких фракций) и значения эксцесса, свидетельствующего о снижении скорости гидродинамических процессов.

На динамогенетической диаграмме Г.Ф. Рожкова (асимметрия – эксцесс) фигуративные точки располагаются в пределах поля 8 (рис.). С учетом генетических признаков, выявленных в керне, образование песчаных пород пластов $ПК_1^5$ и $ПК_1^4$ можно связать [2, 3] с прибрежными фациями открытых акваторий, выходом волн на мелководье, мощным накатом-прибоем, когда скорость динамической пересортировки превышает скорость привноса обломочного материала. О стабильно активной динамике вод, свидетельствуют также положительные значения эксцесса и крутовершинная форма дифференциальных кривых распределения частиц по размерам.

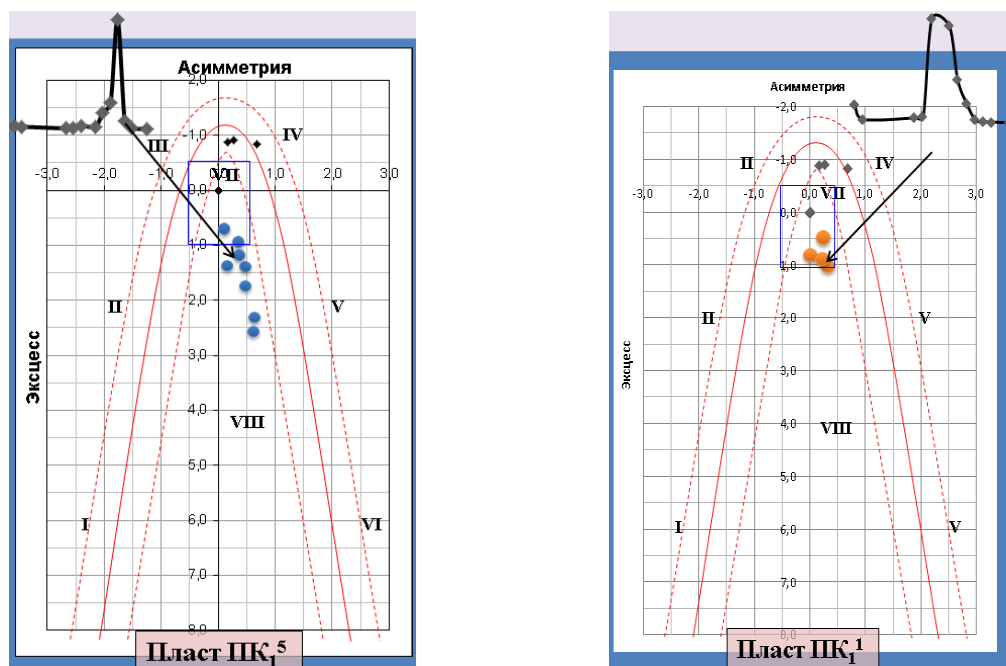


Рис. Расположение фигуративных точек песчаников пластов $ПК_1^5$ и $ПК_1^1$ Заполярного месторождения на динамогенетической диаграмме Г.Ф. Рожкова (асимметрия – эксцесс)

Фигуративные точки, характерные для гранулометрического спектра песчаников пластов ПК₁² и ПК₁¹, смещаются в поле 7, что свидетельствует о том, что формирование осадков связано с прибрежно-морскими фациями, и накопление песчаного материала осуществлялось в пределах нейтральной полосы побережья и в условиях действия волновых процессов на мелководье. Снижение скорости динамической пересортировки отражено в смене крутовершинных графиков дифференциальных кривых на средне-пологовершинные.

На диаграмме Р. Пассеги большинство точек попадает в зону 10, что также отражает динамические условия прибрежно-морских фаций – приподнятых частей шельфа.

На основании вышеизложенного установлены прибрежные (пласты ПК₁⁵ и ПК₁⁴) и прибрежно-морские (пласты ПК₁³, ПК₁² и ПК₁¹) условия формирования отложений.

Литература

1. Недоливко Н.М. Исследование керна нефтегазовых скважин. Практикум для выполнения учебно-научных работ студентами направления «Прикладная геология». – Томск: Изд-во ТГУ, 2008. – 158 с
2. Рожков Г.Ф. Геологическая интерпретация гранулометрических параметров по данным дробного ситового анализа // Гранулометрический анализ в геологии. – М.: Недра, 1978. – С. 5 – 25.
3. Рожков Г.Ф. Дифференциация обломочного материала и гранулометрическая диаграмма $\alpha - \tau$ по косвенному счету зерен // Механическая дифференциация твердого вещества на континенте и шельфе. – М.: 1986. – С. 97 – 117.

ПЕРСПЕКТИВЫ СЛАНЦЕВОЙ НЕФТИ БАЖЕНОВСКОЙ СВИТЫ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ ПО ДАННЫМ ПИРОЛИТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ROCK-EVAL

Е.С. Бахтина

Научный руководитель профессор И.В. Гончаров

Томский научно-исследовательский и проектный институт нефти и газа, г. Томск, Россия

Добыча сланцевой нефти из высокобитуминозных кремнисто-глинисто-карбонатных пород баженовской свиты является одним из наиболее приоритетных направлений в поддержании уровня добычи нефти в Западной Сибири. Прогноз этих запасов по разным оценкам составляет от 600 млн. до 30 млрд. т. Баженовская свита является ближайшим аналогом формации Баккен, с которой связаны наиболее впечатляющие успехи по добыче нефти из горючих сланцев. А применение в последние годы специальных и инновационных методов прогноза и добычи сланцевой нефти делают этот объект все более привлекательным для разработки.

В настоящее время известно более 70 месторождений с промышленными запасами нефти в баженовской свите, значительная часть которых сосредоточена в центральных районах Западной Сибири [1].

На юго-востоке Западной Сибири (Томская область) при испытаниях на ряде площадей были проявления нефти из баженовской свиты. Однако промышленная нефтегазоносность установлена не была, что может быть обусловлено, как особенностями пород баженовской свиты, так и несовершенством использованных технологий. Анализ материалов показывает, что в основе успеха добычи сланцевой нефти лежат два фактора:

- правильный выбор места заложения скважины;
- технология проводки и испытания скважины.

Выбор места заложения скважины должен осуществляться на основе учета всего массива данных (геология, сейсмика, тектоника, петрофизика, минералогия, литология, геохимия и др.). Однако одними из наиболее важных аспектов возможности формирования залежей нефти в породах баженовской свиты являются: 1) содержание, нефтегенерационные качества и уровень катагенеза (нахождение в главной зоне нефтеобразования) органического вещества (ОВ) пород, 2) наличие флюидоупоров непосредственно над и под баженовской свитой, препятствующие миграции нефти.

В районе исследования было отобрано более 2700 образцов пород баженовской свиты (кern, шлам) из почти 300 различных скважин. Все образцы исследованы пиролитическим методом (Rock-Eval 6).

Результаты пиролитического анализа показали, что на территории Томской области породы баженовской свиты обладают отличным генерационным потенциалом: среднее содержание органического углерода (Сорг) составляет 5–13 %, углеводородный потенциал (S₂) – 30–90 мг УВ/г породы. При этом ОВ пород имеет превосходные нефтегенерационные качества: водородный индекс (НИ) составляет 450–700 мг УВ/г Сорг. Очевидно, что в условиях площадного распространения пород баженовской свиты и их уникальной обогащенности ОВ превосходного качества, ключевым вопросом при оценке перспектив является вопрос катагенеза.

Основным параметром, отражающим уровень катагенеза, в методе Rock-Eval является параметр T_{max} – температура максимума выхода УВ при пиролизе ОВ (максимум пика S₂). Средние значения параметра T_{max} в разрезе баженовской свиты исследованных скважин изменяется в широком диапазоне от 424 до 444 °С, что соответствует грациям катагенеза ПК–МК₁².

Важно отметить, что между водородным индексом (НИ) и параметром T_{max} существует хорошая корреляция, отражающая реализацию ОВ своего нефтяного потенциала с ростом катагенеза (рис., а).

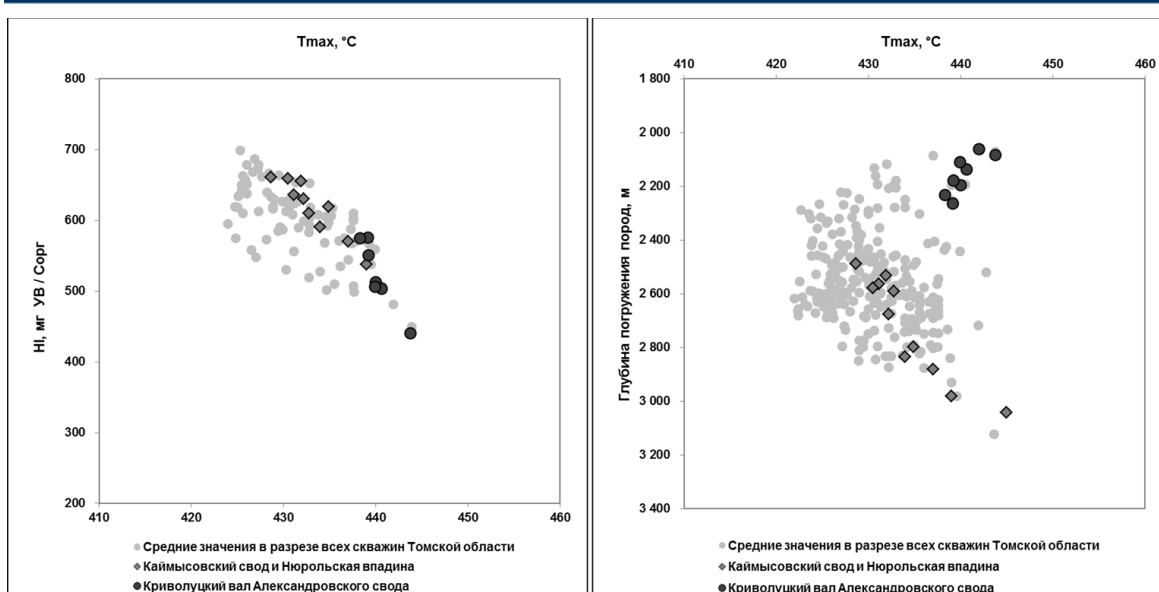


Рис. Взаимосвязь параметра T_{max} с HI и глубиной погружения пород баженовской свиты

Однако между значениями параметра T_{max} и глубиной залегания пород (абсолютные глубины) нет четкой зависимости (рис., б), что является свидетельством неравномерного теплового потока в районе исследований. Высокий уровень катагенеза достигается как на глубинах 2900–3100 м (Нюрольская впадина), так и на меньших глубинах 1900–2100 м (Кривоуцкий вал Александровского свода). Примечательно, что в районе Кривоуцкого вала тренд зависимости T_{max} от глубины имеет обратный характер (рис., б). Максимальные значения достигаются в своде Кривоуцкого вала, где баженовская свита практически ложится на фундамент (толщина юрских отложений составляет лишь 4 м), который имеет в этом районе аномально высокие температуры. Увеличение глубины погружения баженовской свиты сопровождается увеличением мощности юрских отложений, которые выступают своеобразным экраном, изолирующим породы баженовской свиты от фундамента [2].

В тоже время, для формирования залежей нефти в баженовской свите важным условием является наличие флюидоупоров, препятствующих миграции нефти из породы. На территории Томской области породы баженовской свиты повсеместно перекрываются мощными глинистыми отложениями куломзинской свиты. Разгрузка материнской породы происходит в нижележащие песчаники васюганской свиты, которые в пределах депрессий замещаются глинистыми отложениями георгиевской свиты мощностью до 10–15 м.

Таким образом, учитывая все обозначенные выше факторы, нужно сделать вывод, что район Нюрольской мегавпадины, является наиболее перспективным для формирования залежей в баженовской свите. При этом важно, отметить, что уровень термической преобразованности ОВ пород в этом районе, где глубина погружения пород достигает 3000 м, приближается к таковому в районе Салыма, где из баженовской свиты получены максимальные дебиты нефти в Западной Сибири.

Литература

1. Баженовская свита. Общий обзор, нерешенные проблемы / И.С. Афанасьев, Е.В. Гаврилова, Е.М. Бирун, Г.А. Калмыков, Н.С. Балушкина // Научно-технический вестник ОАО «НК «Роснефть». – Москва, 2010. – № 5. – С. 20 – 25.
4. Катагенез органического вещества пород баженовской свиты юго-востока Западной Сибири (Томская область) / И.В. Гончаров, В.В. Самойленко, Н.В. Обласов, С.В. Фадеева // Нефтяное хозяйство. – Москва, 2013. – № 10. – С. 32 – 37.

УТОЧНЕНИЕ СТРУКТУРНО-ТЕКТОНИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПО ДАННЫМ МОГТ-ЗД В РАЙОНЕ С РАЗВИТЫМИ ДИЗЪЮНКТИВНЫМИ ДИСЛОКАЦИЯМИ НА ПРИМЕРЕ ОДНОГО ИЗ МЕСТОРОЖДЕНИЙ АЛЕКСАНДРОВСКОГО СВОДА

А.В. Бобров

¹Томский научно-исследовательский проектный институт нефти и газа, г. Томск, Россия

В настоящее время на нефтяных промыслах Западной Сибири все более остро встает вопрос, связанный с поддержанием уровня добычи углеводородов. Месторождения нефти и газа, открытые в прошлом столетии, истощаются, и добыча становится нерентабельной. Выходом из данной ситуации является ввод в разработку залежей, сконцентрированных в малоразмерных и сложнопостроенных ловушках, где основными являются тектонический, литологический факторы, влияющие на распределение углеводородов. Небольшие

размеры залежей и как следствие риск бурения непродуктивных скважин поднимают вопрос экономической целесообразности данных проектов, и предъявляют повышенные требования к геологическим моделям таких месторождений. В данной статье будет рассмотрена структурно-тектоническая модель, построенная по данным сейсморазведочных работ 3D на месторождении с развитыми дизъюнктивными дислокациями.

В стратиграфическом отношении месторождение принципиально не отличается от «классических» разрезов Томской области. Терригенные отложения осадочного чехла залегают на кристаллическом фундаменте доюрского возраста. Мезозойско-кайнозойские породы осадочного чехла представлены переслаиванием песчаников, аргиллитов, алевролитов, прослоями углей. Породы демонстрируют самое разнообразное распространение в плане и по разрезу в зависимости от условий осадконакопления. В тектоническом плане, согласно карте районирования фундамента Западно-Сибирской плиты под редакцией Суркова В. С. (1981 г), месторождение располагается в пределах Сенькинского антиклинория.

В непосредственной близости от исследуемой площади располагается раннемезозойский Колтогорско-Уренгойский грабен-рифт, выполненный терригенными и вулканогенными породами основного и кислого состава, который безусловно оказывал влияние на историю тектонического развития территории. Согласно схеме тектонического строения осадочного чехла Западной Сибири, исследуемая территория расположена на западном борту положительной структуры I порядка – Александровского свода (Конторович А.Э. 2002 г). Развитая дизъюнктивная тектоника, которая была определена по сейсморазведочным материалам 2D, предопределили постановку 3D сейсморазведочных работ на данном участке.

В результате интерпретации сейсморазведочных работ 3D была построена структурно-тектоническая модель месторождения, принципиально отличающаяся от существовавшей ранее модели, основанной на данных МОГТ-2Д. Картирование тектонических нарушений позволило определить следующие особенности исследуемого участка. Наибольшим количеством тектонических нарушений характеризуется нижняя часть осадочного чехла на уровне отражающих горизонтов Ф₂ и I^a. При этом максимальная плотность сети разрывных нарушений достигается в юго-западной части площади. Здесь конфигурация большинства дизъюнктивов в плане близка к концентрической, но имеются также ортогональные им единичные прямолинейные разломы северо-восточной ориентировки. В центральной части участка, главным образом, вдоль оси брахиантклиналиной складки наблюдается группа субпараллельных тектонических нарушений в северо-восточном направлении, близком к меридиональному. Наиболее приподнятой гребнеобразной части структуры соответствуют смещения в виде горстов амплитудой до 30-40 м. По мере накопления осадочных отложений в нижней части платформенного чехла тектоническая активность затухает.

На уровне отражающего горизонта II^a исчезают дизъюнктивы концентрической формы на юго-западе территории, уменьшается количество нарушений в центральной части площади. Однако отчетливо проявляется система горстов вдоль оси брахиантклинали и единичный разлом северо-восточной ориентировки в юго-западной части района работ. Основные из этих тектонических элементов проникают вверх по разрезу и являются сместителями отложений осадочного чехла до отражающего горизонта V (палеоцен). Характер развития этих тектонических нарушений в меловой толще меняется. Горстообразные сдвиги в куломзинской свите нивелируются, субвертикальные в юрском интервале плоскости разломов приобретают наклон с углами к горизонтали до 45–50 градусов. Выше куломзинской свиты происходит инверсия – на месте горстов образуются грабены проседания. Амплитуда смещений на уровне отражающих горизонтов III, IV^b может достигать 50–60 м (см. табл.).

Таблица

Кинематическая характеристика зоны кулисообразных разломов

Отражающий горизонт	Морфологический тип структуры	Ориентировка кулисообразных разломов	Количество кулисообразных разломов	Расстояние между кулисообразными разломами (по inline 270) м	Амплитуда смещения (по inline 270) м
IIa-подошва баженовской свиты	горст	северо-западная	15	185	8-15
III-(вблизи подошвы покурской свиты)	грабен проседания	северо-западная	7	1240	60-63
IV-вблизи кровли кузнецовской свиты	грабен проседания	северо-западная	4	2010	50-57

В последние годы появился ряд публикаций Г.Н. Гогоненкова, А.И. Тимурзиева на основе анализа съемок 3Д, выполненных в период 1997–2009 гг., в центральной части Западной Сибири [1–3]. В своих работах авторы проводят анализ выделенных кулисообразных нарушений, аналогичных по своим признакам с теми, которые мы имеем на исследуемой площади. К таким признакам относятся: кулисообразная конфигурация; сокращение числа кулисообразных разломов вверх по разрезу, смена кинематического знака выше куломзинской свиты и т.д. В публикациях [1–3] причина появления таких разломов связывается с системами горизонтального сдвига (СГС) блоков фундамента в палеоген-неогеновое время. В основу представлений механизма образования

кулисообразных разломов положены результаты физического моделирования сдвиговых деформаций пластичного осадочного чехла относительно жёсткого фундамента, описанные в монографии [Yaroszewski, 1974]. Моделирование было выполнено М.В. Гзовским и Е.И. Чартковой в тектонофизической лаборатории Института физики Земли АН СССР.

В работах В.А. Конторовича [4] следует, что в посттуронское (палеоген-неогеновое) время активизировалась тектоническая жизнь юго-востока Западно-Сибирской плиты, которая выражалась в прогибании Колтогорского мезопргиба. Горизонтальные сдвиги блоков фундамента на исследуемой территории могли быть приурочены к этому периоду тектонической активизации.

В зарубежной литературе тектонические элементы, схожие по своей морфологии с нарушениями, выделенными на участке, называются структурами цветка или пальмового дерева [5]. В работе проведено сопоставление модели кулисообразных разломов структуры типа «пальмы» над горизонтальным сдвигом в фундаменте, предложенной А.Г. Сильвестером [Silvester, 1988], с закартированными тектоническими нарушениями на исследуемой площади.

Кулисообразные разрывные нарушения на исследуемой площади, в основном, соответствуют модели разломов, образующихся в осадочном чехле при горизонтальных сдвигах блоков фундамента. Основное различие состоит в том, что в реальных условиях при горизонтальных движениях достаточно крупных блоков фундамента, граница между этими блоками не является единичной поверхностью, а представляет собой некую переходную шовную зону сдвига [3]. Шовная зона наиболее подвержена тектонической деформации, что подтверждается результатами исследований кернового материала. В одной из трех пробуренных в шовной зоне скважин, была поднята метаморфизованная порода из интервала доюрских образований, характеризующаяся зеркалами скольжения и трещинами вертикальной и горизонтальной ориентировки.

Тектонические процессы оказывали влияние на вещественный состав и текстурные особенности пород осадочного чехла. Постседиментационные изменения проявились в дислокациях, деформационных текстурах, карбонизации осадочных пород. В отложениях васюганской свиты зафиксированы многочисленные трещины разной ориентировки, залеченные кальцитом. По некоторым интервалам отмечаются зеркала скольжения и деформации слоев песчаника. В результате петрографического анализа шлифов в песчаниках отмечены постседиментационные трещины, заполненные органическим веществом. В некоторых зернах наблюдается растрескивание. Для аргиллитов характерна ориентированная текстура, подчеркнутая чешуйками гидрослюд. По керну меловых отложений определяются субпараллельные трещины относительно оси керна, залеченные кристаллическим кальцитом. В некоторых интервалах керн разрушен, наблюдаются плитчатые отдельности. Обломки имеют раковистый излом иногда с зеркалами скольжения на сколах. Наблюдаются разнообразные текстуры деформации. Повсеместно распространена карбонизация. В шлифах диагностируется ориентированный биотит, амфиболы. Комплексное исследование керна выполнялось в лаборатории седиментологии ОАО «ТомскНИПИнефть».

В данной работе была дана кинематическая характеристика разломов, указывающая на их генетическую принадлежность к СГС[1-3]. Изучен вещественный состав и особенности строения пород разреза, подтверждающие «молодые» процессы тектонической активизации на исследуемой территории.

По итогам работы были сделаны следующие выводы

- Сдвиги фундамента могут приводить к сложным системам разломов в осадочном чехле, с разной кинематикой на отдельных стратиграфических уровнях.

- Проникновение разломов вплоть до отложений талицкой свиты на исследуемой территории, свидетельствует о палеогеновом времени их заложения.

- Сейсморазведочные данные 2D не позволяют в полной мере закартировать кулисообразные разломы и таким образом обеспечить построение достоверной структурно-тектонической модели на участках развития СГС.

- Проведение сейсморазведочных работ 3D на площадях с СГС необходимо уже на поисково-оценочном этапе геологоразведочных работ, для оптимального размещения разведочных и в дальнейшем эксплуатационных скважин.

Автор статьи выражает благодарность заведующему сектором интерпретации сейсмической информации Кужелеву В.Г, за помощь в интерпретации данных сейсморазведки и лаборатории седиментологии ОАО «ТомскНИПИнефть» за предоставленные материалы.

Литература

1. Гогоненков Г.Н., Тимурзиев А.И. Сдвиговые деформации в чехле Западно-Сибирской плиты и их роль при разведке и разработке месторождений нефти и газа / Геология и геофизика, 2010. – Т. 51. – № 3. – С. 384 – 400.
2. Гогоненков Г.Н., Тимурзиев А.И., Эльманович С.С., Плахов А.С., Филиппович Ю.В. Количественные оценки систем сдвиговых дислокаций в Западной Сибири / Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений, 2010. – № 3. – С. 4 – 11.
3. Гогоненков Г.Н., Кашик А.С. Тимурзиев А.И. Горизонтальные сдвиги фундамента Западной Сибири / Геология и геофизика, 2007. – № 3. – С. 2 – 12.
4. Конторович В.А. Тектоника и нефтегазоносность юго-восточных районов Западной Сибири. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, филиал «ГЕО», 2002. – 253 с.
5. Harding T.P., Lowell J.D. Structural style, their plate tectonic habitats and hydrocarbon traps in petroleum provinces // Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol. 1979. – № 7. – P. 1016 – 1058.

ОСОБЕННОСТИ ГЕОЛОГИИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НЕФТИ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН (ВОЛГО-УРАЛЬСКАЯ НЕФТЕГАЗОНОСНАЯ ПРОВИНЦИЯ) И ЗНАЧЕНИЯ СОДЕРЖАЩИХСЯ В НИХ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ

Р.Р. Валеева

Научный руководитель профессор С.К. Мустафин
Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

Месторождения углеводородов Республики Башкортостан относятся к Волго-Уральской нефтегазосной провинции. Волго-Уральская нефтегазосная провинция площадью 700 тыс. км² приурочена к восточной части Восточно-Европейской платформы и Предуральскому краевому прогибу [1].

Основными структурными элементами региона являются: Южно-Татарский и Башкирский своды, Бирская седловина, Верхне-Камская, Благовещенская, Быско-Кунгурская и Салмышская впадины, а также расположенные в пределах Предуральского краевого прогиба Юрюзано-Сылвенская, Бельская, Мраковская депрессии и Шихано-Ишимбайская седловина. Выделяются семь нефтегазосных комплексов:

- 1) терригенная толща девона мощностью до 170 м;
- 2) верхнедевонский-турнейский карбонатный (190–940 м);
- 3) терригенная толща нижнего карбона (3–150 м и более);
- 4) окско-башкирский карбонатный (200–600 м);
- 5) верейский терригенно - карбонатный (27–115 м);
- 6) каширо-гжельский карбонатный (355–2000 м);
- 7) нижнепермский карбонатный (190–3500 м).

В разрезе палеозоя выделено более 50 продуктивных пластов, в том числе: P₁ – 2, C₂₋₃ – до 7, C₁ – до 20, в D₂₋₃ – более 20. В терригенных коллекторах заключено 58,4 %, карбонатных – 41,6 % оценочных перспективных ресурсов нефти отложений PZ. Ресурсы углеводородов рифей-вендского комплекса оценены в 5,3 млрд. т условного топлива, в т. ч. 0,525 млрд. т нефти.

Башкирский свод осложнен тремя вершинами, разделенными прогибами. Первая вершина – Кушкульская (максимальная отметка терригенного девона –1436 м), юго-восточнее расположена Красно-Ключевская вершина (максимальная отметка терригенного девона –1309 м) и третья вершина – Караидельская, расположенная к северо-востоку от Кушкульской (максимальная отметка терригенного девона –1560 м) [2]. На Кушкульской вершине Башкирского свода находится Кушкульское месторождение – одно из крупнейших месторождений Башкортостана.

Залежи нефти приурочены к песчаникам муллинского (пласт ДII) и пашийского (пласт ДI) горизонтов. Небольшие залежи установлены также в песчаниках старооскольского (пласт ДIV) надгоризонта и относятся к структурно-литологическому типу. Мощность песчаников пласта ДIV колеблется от 0,6 до 4,4 м. Средняя пористость равна 16 %, проницаемость 0,07 мкм², начальная нефтенасыщенность 73 %. Мощность коллекторов пласта ДII колеблется от 0,6 до 10,2 м. Пористость пласта ДII по керну колеблется от 14 до 21 %. Проницаемость от 0,165 до 1,512 мкм². Значение нефтенасыщенности равно 88 %. Выше по разрезу песчаники и алевролиты пласта ДII перекрываются пачкой аргиллитов с тонкими прослойками «черного известняка». Песчаники пласта ДI неравномерно отсортированные, разномерные, неравномерно глинистые и алевролитовые. Мощность пласта колеблется от 0,4 до 7,2 м. Кыновские отложения представлены чередованием аргиллитов, алевролитов и известняков. Песчаные коллекторы небольшой мощности (от 0,6 до 3,6 м) залегают в кровле терригенной толщи. Попутные газы Кушкульского месторождения жирные, содержат в своем составе бензиновые фракции. Начальные запасы нефти составляли: балансовые – 53398, извлекаемые – 21593 (тыс. т).

Пластовые воды терригенного девона представляют собой высокоминерализованные рассолы, с минерализацией 840–900 мг-экв/100 г, плотностью в пластовых условиях 1,2 г/см³. Газосодержание пластовых вод составляет 0,8 м³/т [1].

Республика Башкортостан занимает в Российской Федерации пятое место по добыче нефти и первое – по её переработке. За 70 лет из недр региона добыто более 1,5 млрд. т нефти и 70 млрд. м³ газа. Концентрация микрокомпонентов в нефтях и пластовых водах месторождений углеводородов является важным комплексным генетическим, промышленным, экологическим параметром. Нефти месторождений Волго-Уральской нефтегазосной провинции в основном парафинового типа, плотности 820–890 кг/м³, сернистые (0,5–3,0 %) и смолистые. В направлениях север-юг и запад-восток наблюдается тенденция снижения плотности и сернистости нефтей [3].

Физико-химические свойства нефтей, спектр микроэлементов, приоритетными из которых являются V, Ni и U рассматриваются в качестве индикаторов генезиса.

Для нефтей различной плотности установлены следующие концентрации микроэлементов:

- 1) плотные (>0,91 г/м³): S (3,0–3,8/3,4 %), V (280,0 г/т), Ni (50 г/т);
- 2) повышенной плотности (0,81–0,91 г/м³): S (1,4–2,9/2,0 %), V (15–220/75 г/т), Ni (7,4–62,0/29 г/т);
- 3) средние (0,85–0,87 г/м³): S (0,7–2,5/1,4 %), V (8,2–60,2–37 г/т), Ni (5,4–33/20 г/т);
- 4) легкие (0,81–0,85 г/м³): S (0,3–1,5/0,9 %), V (1,0–4,5/1,6 г/т), Ni (0,2–1,2/0,5 г/т);
- 5) очень легкие и конденсаты (< 0,81 г/м³): S (0,1–0,3/0,2 %), V (0,3–1,8/1 г/т), Ni (0,1–0,8/0,4 г/т).

Нефти относятся к ванадиевому типу, содержание микроэлементов зависит от положения продуктивных комплексов разрезе относительно доманиковых отложений.

Наибольшую токсико-экологическую значимость в нефтях Волго-Уральской нефтегазоносной провинции, будут иметь тяжелые сернистые нефти с высокими концентрациями V, Ni и возможно U.

Особенности концентрации микроэлементов в нефтях Волго-Уральской нефтегазоносной провинции обусловлены:

- 1) составом пород-коллекторов и ухудшением свойств нефти вниз по разрезу;
- 2) генетическими особенностями нефтематеринских отложений – доманикитов.

Содержащиеся в нефтях месторождений нефтегазоносных провинций мира V, Ni, Co, S, U, Hg, As и др. относятся к биологически активным токсичным элементам [5].

В составе углеводородных объектов Волго-Уральской нефтегазоносной провинции (НГП) микроэлементы, в том числе металлы, концентрируются относительно других НГП в более существенных количествах, но распределены по нефтегазоносным комплексам весьма неравномерно [4].

Результаты анализа микроэлементного состава нефтей Волго-Уральской НГП позволяет сформировать банк данных, характеризующих качество углеводородного сырья на всех стадиях его жизненного цикла от добычи, подготовки, транспорта до переработки. Перспективы освоения месторождений Волго-Уральской нефтегазоносной провинции с тяжёлыми нефтями обуславливают необходимость специализированных исследований их микроэлементного состава. Оптимизация процессов освоения объектов старых регионов добычи, транспорта и переработки углеводородов, к которым относится Республика Башкортостан, требует реализации программ комплексного решения геологических и экологических проблем.

Литература

1. Антонов К.В., Габитов Г.Х., Мустафин С.К. Геология нефти восточного фланга Волго-Уральской провинции на примере Республики Башкортостан. – Уфа, 2007 – С. 13
2. Баймухаметов К.С., Викторов П.Ф., Гайнуллин К.Х., Сыртланов А.Ш. Геологическое строение и разработка нефтяных и газовых месторождений Башкортостана. – Уфа: РИЦ АНК «Башнефть», 1997. – 132 с.
3. Мухаметшин Р.З., Пунанова С.А. Геохимические особенности нефтей Урало-Поволжья в связи с условиями формирования месторождений // Геология нефти и газа, 2001. – № 4.– С. 74 – 83.
4. Мухаметшин Р.З., Иванов А.И. Об индикации процессов формирования нефтяных месторождений // Новые идеи в геологии и геохимии нефти и газа. Актуальные проблемы геологии и геохимии нефти и газа: Материалы седьмой междунар. Конфер. – М: Геос, 2003. – С. 354 – 357.
5. Якуцени В.П. Проблемы и практика формирования государственных резервов нефти и газа // Нефтегазовая геология. Теория и практика, 2009. – Т. 4. – №2.– http://www.ngtp.ru/rub/3/18_2009.pdf

ОСНОВНЫЕ ЛИТОТИПЫ ТЕЛГЕСПИТСКОЙ ПОДСВИТЫ ОТРАДНИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (РЕСПУБЛИКА САХА (ЯКУТИЯ))

Е.К. Васильева

Научный руководитель доцент А.В. Ежова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

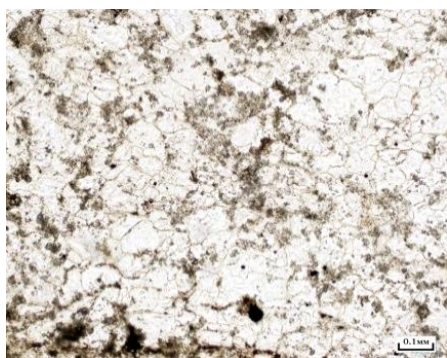
Проблема изучения карбонатных отложений приобретает все большее значение в связи с открытием в них крупных месторождений нефти и газа на различных глубинах. Открытие месторождений нефти и газа на глубинах более 5 км подтвердило перспективность глубоко залегающих карбонатных толщ, но также выявило трудности, так как на больших глубинах преобладают коллекторы со сложной структурой пустотного пространства и интенсивным развитием трещиноватости. Разведка отложений выявила значительную изменчивость фильтрационно-емкостных свойств продуктивных пластов, неоднозначность определения эффективных мощностей, трудности определения типа коллекторов, что затрудняет оценку запасов углеводородов [1].

Отраднинское месторождение в административном отношении располагается на территории Ленского района Республики Саха (Якутия). Согласно существующей схеме нефтегазогеологического районирования территории, Отраднинское месторождение находится в Предпатомской нефтегазоносной области Лено-Тунгусской провинции.

Цель данной работы – проанализировать основные литотипы телгеспитской подсвиты, установить принадлежность к фациальным условиям для дальнейшего изучения данного пласта.

При изучении результатов лабораторных исследований образцов телгеспитской подсвиты было установлено, что породы по минеральному составу относятся к сульфатным и карбонатным отложениям. Так как коллекторские свойства этих отложений существенно различаются, было проведено деление на пять групп по глубине залегания сверху вниз, а затем к группе привязывался преобладающий литологический тип пород.

К первой группе отнесены сульфатные отложения (эвапориты), которые характерны для интервала 2500,90–2523,34 м, представленного кристаллически-зернистым ангидритом, обогащенным минералами ряда тенардит-мирабилит (сульфат натрия) (рис. 1).



а) Фотография петрографического шлифа при 1
николе



б) Фотография петрографического шлифа при 2
николах

Рис. 1. Ангидрит. Отраднинское месторождение, скважина №314-3. Обр. 932. Интервал 2500,0–2502,9 м, место отбора 1,40 м. Увеличение $\times 10$.

Ангидрит представляет собой крупные пойкилитовые кристаллы, соизмеримые с размером шлифа. Каждый кристалл замещен глинисто-карбонатным материалом так, что образуется петельчатая структура, состоящая из ячеек. Ячейки петель в основном изометричны. Границы ячеек прослеживаются по тонким глинистым пленкам и тонкозернистому карбонатному материалу. Встречается примесь пирита – до 1%, в форме рассеянных в породе шаровидных зерен. В трещинах, так же залеченных пойкилитовым ангидритом, встречаются редкие радиально-лучистые розетки (минералы ряда тенардит-мирабилит).

Второй группе соответствуют карбонатные отложения из интервала 2523,34–2538,30 м, представленные пелитоморфным магнезитом.



а) Фотография петрографического шлифа при 1
николе



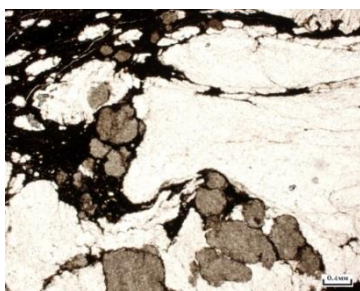
б) Фотография петрографического шлифа при 2
николах

Рис. 2 Магнезит пелитоморфный с включениями кристаллов ангидрита. Отраднинское месторождение, скважина №314-3. Обр. 945. Интервал 2524,8–2536,4 м, место отбора 2,68 м. Увеличение $\times 2,5$.

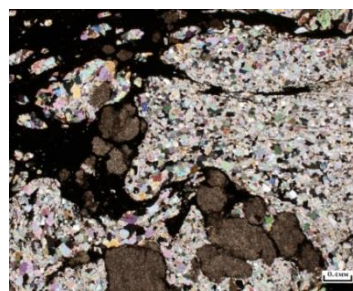
Текстура пятнистая (гнездовидная), обусловленная распределением ангидрита. Карбонат пелитоморфный, образует крупные зерна круглой формы размером от 0,15 мм до 5,0 мм (преобладает гравелитовый размер 0,5–0,8 мм). Форма полуокатанная и окатанная; сортировка средняя и плохая. Межзерновые промежутки заполняет ангидрит и глинистый гидрослюдистый материал. Форма ангидрита: чаще всего таблитчатые кристаллы, реже призматические зерна и мелкозернистые массы. Ангидрит частично замещает пелитоморфные карбонатные зерна. Кремнистый материал представлен халцедоном, который в виде розеток прорастает сквозь ангидрит. Порода содержит точечные включения и крупные (в масштабе шлифа) глобулы пирита (1–2 %). В глинистых участках породы отмечаются редкие терригенные зерна: кварца и биотита. Трещины полые разноориентированные, проходят по глинистому материалу, минуя карбонатные и ангидритовые зерна. Есть залеченные ангидритом тонкие трещины.

В этом же интервале отмечаются прослои карбонатного ангидрита, который отнесен к **третьей группе**.

Текстура линзовидно-слоистая, обусловленная глинистыми прослоями и линзовидными включениями ангидрита в них. Мелкозернистым ангидритом выполнены однородные мономинеральные прослои, а так же мелкие линзочки в битуминозно-глинистых прослоях.



а) Фотография петрографического шлифа при 1
николе



б) Фотография петрографического шлифа при 2
николах

Рис. 3 Ангидрит карбонатный с прослоями битуминозно-глинистого материала. Отраднинское месторождение, скважина №314-3. Обр. 954. Интервал 2524,8–2536,4 м, место отбора 8,60 м. Увеличение $\times 2,5$

В ангидритовых прослоях отмечено окремнение в виде крупных розеток халцедона. Порода содержит примесь карбонатных зерен округлой формы – пелоидов (пеллет, комков), размером от 0,05 мм до 4,0 мм, микритовых, плохо отсортированных и хорошо окатанных, имеющих четкие ограничения. Вокруг этих карбонатных зерен проходят глинисто-битуминозные слойки, огибая их. Ориентировки зерна не имеют. В глинистых прослоях отмечаются редкие терригенные зерна кварца и биотита, точечные вкрапления пирита (1–2 %). Трещины полые, приуроченные в основном к глинистым прослоям; ориентированы по наслоению, огибают карбонатные зерна и ангидритовые линзовидные включения.

Четвертую группу характеризуют карбонатные отложения из интервала 2538,3–2547,4 м, представленные доломитом пелитоморфным и микрозернистым, плотным, с очень низкими коллекторскими свойствами.



а) Фотография петрографического шлифа при 1
николе



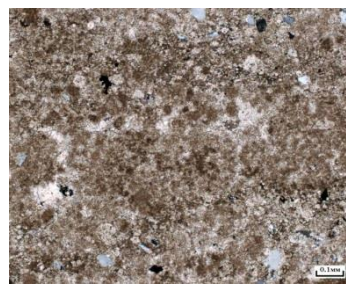
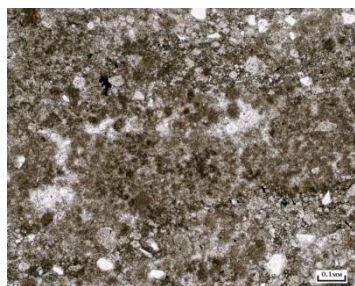
б) Фотография петрографического шлифа при 2
николах

Рис. 4 Отраднинское месторождение, скважина №314-3. Обр. 961. Интервал 2536,4–2540,8 м, место отбора 1,48 м. Увеличение $\times 10$. Доломит пелитоморфный, на контакте с однородным ангидритом

Текстура массивная. Две трети шлифа представлена доломитом, треть – чистым ангидритом, в шлифе наблюдается контакт двух разных пород. Карбонатная часть практически не содержит ангидрита (единичные мелкие зерна), состоит из сплошной доломитовой массы с размером зерен $<0,01$ мм. В ней встречаются изредка зерна кварца, полевого шпата, зерна доломита, мелкие кремнистые линзовидные включения, округлые микритовые сгустки. Все они имеют алевритовый размер, редко мелкопесчаный. Порода содержит редкие прерывистые намывы глинистого (гидрослюдистого) материала, точечные включения пирита, равномерно распределенные по доломитовой породе. На контакте с ангидритом пирит становится значительно крупнее (0,02–0,1 мм), зерна выстроены в цепочку по границе раздела двух пород, подчеркивая ее. Всего пирита в шлифе 3–4 %. Ангидритовая часть шлифа представлена мелкочешуйчатой формой зерен, которые слегка вытянуты и ориентированы в одном направлении. У границы раздела содержатся обломки вышеописанной доломитовой породы. Свободных пор нет.

Пятая группа соответствует карбонатным отложениям из интервала 2547,40–2551,30 м, представленным кавернозным крупнопоровым доломитом. Порода образована карбонатными сгустками (40–45 %), сосредоточенными в прослоях, терригенными зернами (15–20 %), известковым цементом (20–25 %), ангидритом (1–2 %) и основной микрозернистой массой, занимающей остальную площадь. Сгустки со слабо выраженными ограничениями, округлой и овальной формы, размером 0,03–0,06 мм, выполнены пелитоморфным карбонатом (доломитом), довольно хорошо отсортированы. Вмещающая их карбонатная основная масса, отличающаяся от сгустков несколько лучшей раскристаллизованностью, обогащена точечными вкраплениями пирита, собранными в стяжения (1–2 %), неравномерно пигментирована окисленным битумом (1–2 %). Кроме того встречаются карбонатные зерна (возможно органического происхождения), оболочка которых выполнена темным микритом, а внутренняя часть перекристаллизованным карбонатом, в единичных случаях – кремнистым веществом.

Терригенные зерна представлены кварцем, полевыми шпатами и плагиоклазами; имеют полуокатанную и полуугловатую форму, слабо отсортированы. Размер песчано-алевритовых зерен 0,05–0,11 мм. Группы крупных пор залечены мозаично раскристаллизованным кальцитом, редкие – галитом. Участками встречаются призматические ангидритовые кристаллы.



а) Фотография петрографического шлифа при 1
николе

б) Фотография петрографического шлифа при 2
николях

Рис. 5 Доломит тонко-микрозернистый известковистый сгустковый песчано-алевритистый плотный. Отрадинское месторождение, скважина №314-3. Обр. 972. Интервал 2544,6–2550,8 м, место отбора 0,42 м. Увеличение x 10

Судя по обилию различных солей – известняков, доломитов, гипса, ангидритов, галита – данный разрез можно отнести к лагунным фациям, а конкретно к макрофациям засоленных бассейнов. Данные отложения формировались в условиях засушливого жаркого климата. Учитывая, что в течение вендского времени на территории Сибирской платформы существовало множество эпиконтинентальных мелководных изолированных морей, которые на фоне общего вздымания всех частей платформы быстро пересыхали, образуя толщи карбонатно-эвапоритовых осадков, то, скорее всего, рассматриваемая толща образовалась за счет данных осадков.

Сульфатно-галогенно-карбонатная формация Восточно-Сибирской платформы принадлежит к соляным гигантам, сформированным в результате нескольких циклов и, по-видимому, формировалась и в глубоководных, и в субаэральных обстановках, существовавших одновременно и появившихся в результате осушения и заполнения бассейна.

Рассматриваемые отложения принадлежат тракту низкого стояния уровня моря, который представляет собой клин, толщина которого уменьшается с востока, северо-востока на запад, юго-запад территории Непско-Ботубинской антеклизы. Карбонатные отложения телгеспитской подсвиты бюксской свиты начинают формироваться в относительно отдаленной от берега части бассейна в виде проградационной клиноформы, постепенно расширяясь как в сторону моря, так и в противоположном направлении, образуя все более мощные пласты, подошвенно налегающие в сторону берега. Вдоль береговой линии могут развиваться себхи. При низком стоянии уровня моря возникает перемычка, и бассейн изолируется от открытого океана. Происходит быстрое высыхание, и развивается полный набор мелких бассейнов, озер, солончаков, себх [2].

Литература

1. Багринцева К.И. Условия формирования и свойства карбонатных коллекторов нефти и газа. – М.: РГГУ, 1999 (II). – 285 с.
2. Бурова И.А., Кубетова Н.Л., Шостак К.В. Нефтегазовая геология // Теория и практика. – С-Пб., 2011. – Т. 6. – № 4 – http://www.ngtp.ru/rub/4/46_2011.pdf.

ЛИТОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОРОД НА КОНТАКТЕ С АБАЛАКСКОЙ СВИТОЙ НА ПРИМЕРЕ КРАСНОЛЕНИНСКОГО НЕФТЕГАЗОКОНДЕНСАТНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

В.Н. Гилева¹, А.В. Ульянова¹, С.Л. Тарасов²

¹ЗАО «Нефтеком», г. Тюмень, Россия,

²ООО «ГАЗПРОМНЕФТЬ-ХАНТОС», г. Ханты-Мансийск, Россия

В настоящее время степень изученности состава, строения и условий формирования юрских отложений Красноленинского свода довольно высока, накоплен большой объем информации по открытым на данной территории месторождениям, одним из которых является Красноленинское нефтегазоконденсатное месторождение. В 2012 году на его территории, а именно на Пальяновской площади, пробурена новая поисково-оценочная скважина 153, из которой отобран керновый материал. Керном охарактеризованы отложения баженовской (тутлеймской), абалакской свиты и породы фундамента (PZ) [4]. Обнаружено, что наиболее перспективные нефтеносные интервалы сосредоточены в породах тутлеймской, тюменской свит и «базального» горизонта. Палеозойский фундамент традиционно не рассматривается в качестве коллектора. Однако в данном случае эти породы содержат нефть в естественных трещинах [1].

Месторождение имеет ряд особенностей:

- неглубокое залегание фундамента (толщина осадочных пород составляет около 2 км);
- резкая смена толщин стратиграфических комплексов вплоть до их полного выклинивания (в тюменской и абалакской свитах).

Особую ценность, как в стратиграфическом, так и в литологическом отношении, представляет контакт между абалакской свитой и породами фундамента, который подтвержден наиболее достоверным материалом – керном. Согласно типовым моделям месторождения абалакская свита залегает на отложениях тюменской свиты, что не наблюдается в разрезе данной скважины.

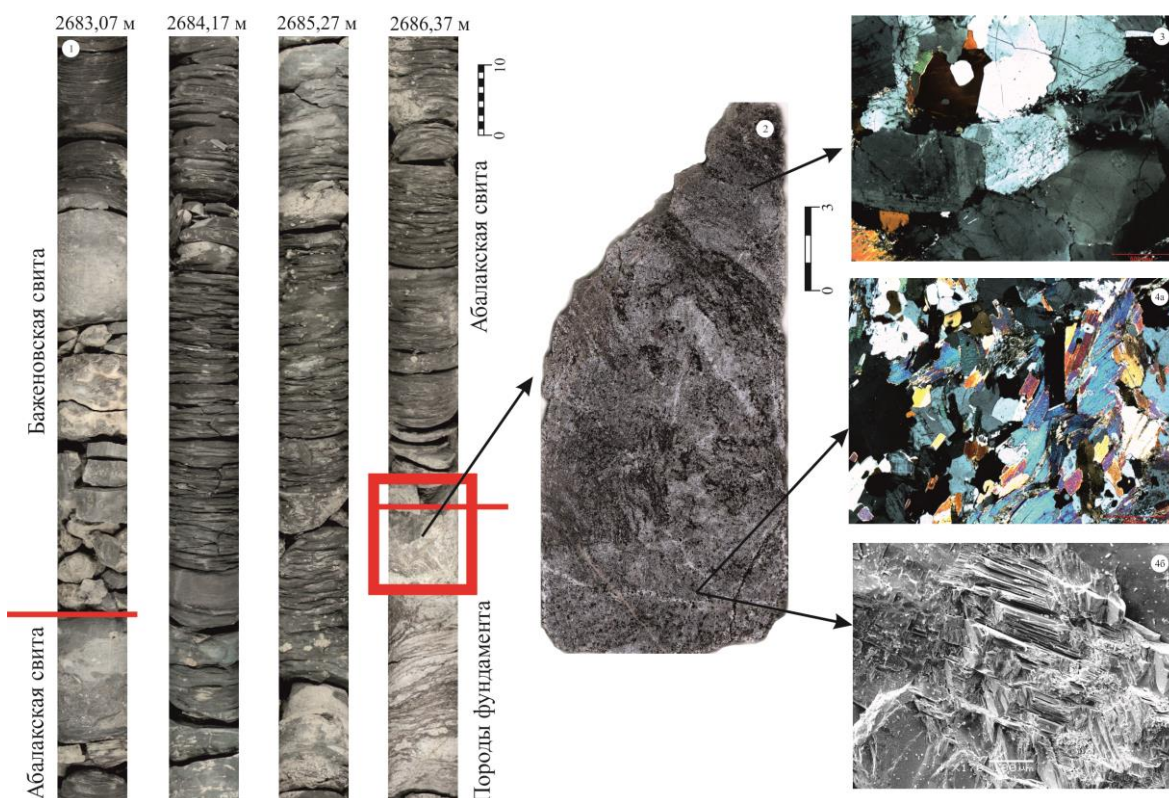


Рис. Литолого-петрографическая характеристика керна скважины 153 Пальяновского месторождения:
1 – фото керна в дневном свете; 2 – фото образца на контакте абалакской свиты и пород фундамента на глубине 2687,03 м; 3 – фото шлифа из верхней части образца 2; 4а – фото шлифа из нижней части образца 2; 4б – фото из нижней части образца 2 (растровая электронная микроскопия)

Вблизи контакта детально изучены образцы пород фундамента под микроскопом в петрографических шлифах и методом растровой электронной микроскопии (РЭМ). В литологическом отношении породы фундамента сложены светло-серым гранито-гнейсом, в основном полевошпато-кварцевого состава, биотитовым, местами хлоритизированным и пиритизированным, с идиоморфнозернистой структурой. Основная масса состоит из зерен размером от 0,05 мм до 3,5 мм и представлена зернами кварца, составляющими 30–40 %, микроклина – 3–8 %, плагиоклаза – 7,5–15 %, ортоклаза – 5–10 % и чешуйками биотита – 32–49,5 %.

Кварц – чистый, прозрачный, изометричной или неправильной формы, с нормальным или облачным погасанием.

Среди полевых шпатов встречаются: ортоклаз таблитчатой формы с пертитовыми вростками альбита (шнуровой пертит), подвергнутый интенсивной пелитизации, некоторые кристаллы растворены, выщелочены, местами отмечаются включения зерен кварца и циркона; плагиоклаз с углом погасания 11° (олигоклаз), правильной четкой таблитчатой формы. Многие зерна полевых шпатов прорастают кварцем и имеют мирмекитовую структуру.

Единично встречаются пироксены, которые определяются по хорошо сохранившейся форме поперечного сечения.

Слюдистые минералы представлены биотитом и мусковитом. При этом биотит идиоморфен, гидратирован, карбонатизирован, содержит «плеохроичные дворники» и включения зерен кварца, участками полностью замещен; чешуйки мусковита чистые, неизмененные.

Встречается силлиманит в виде трещиноватых растворенных, реже правильной формы зерен, приуроченных к трещинам между зернами. В растворенных участках зерен отмечается каолинит.

По трещинам спайности в биотите и трещинам в зернах, а также между зернами развиты гематит, силлиманит и карбонаты. Карбонаты представлены мелкозернистыми кристаллами кальцитового и доломитового состава. Пирит встречен в виде отдельных кристаллов, размером до 0,4 мм.

Акцессорные минералы представлены гранатом, цирконом и сфеном. Открытых пор не отмечено, наблюдаются редкие межагрегатные тонкие микропоры, сформированные между неплотно упакованными пластинками слюдистых минералов.

Породы абалакской свиты залегают на доюрских отложениях, свита имеет небольшую мощность около 3 м и представлена аргиллитом темно-серым с зеленоватым оттенком, алевритистым, глауконитовым, с включением ростров белемнитов [2, 3], с многочисленными конкрециями железисто-марганцево-кальцитового состава, наблюдаются стяжения пирита.

Вблизи непосредственного контакта порода представлена аргиллитом гидрослюдистым, карбонатизированным, интенсивно пиритизированным, с включением редких остатков фюзенизированной растительной ткани и зерен кварца размером от 0,04 мм и менее, свободное пространство представлено тонкими прерывистыми параллельными трещинками толщиной 0,01 мм.

Уникальность абалакской свиты заключается в том, что слагающие ее битуминозные карбонатно-кремнисто-глинистые породы являются не только, как принято считать, генератором нефти и региональным флюидоупором, но и продуктивным резервуаром. Кроме того, абалакская свита подстилает нефтематеринскую баженовскую толщу и особенности состава слагающих ее пород способствуют или препятствуют миграции флюидов [5].

Проведенные исследования пород вблизи контакта абалакской свиты и пород фундамента позволяют сформировать достаточно полное представление о литологических свойствах и геологическом строении изучаемых объектов, более точно интерпретировать данные геофизических исследований и использоваться для построения различных моделей и проектов.

Литература

1. Комплексное изучение трещинно-поровых коллекторов домеловых отложений Западно-Сибирского бассейна на примере Пальяновского месторождения / А.М. Бланк, М.Ю. Гостев, М.И. Куренко, Т. Морлэнд и др. // Нефтяное хозяйство, 2008. – №5. – С. 43 – 47.
3. Решения 6-го Межведомственного регионального стратиграфического совещания по рассмотрению и принятию уточненных стратиграфических схем мезозойских отложений Западно-Сибирской равнины, Новосибирск, 2003 г. – Новосибирск: Изд-во СНИИГГиМС, 2004. – 114 с.
4. Состав, строение и условия формирования коллекторов группы ВК восточной части Краснотеннинского нефтяного месторождения (Западная Сибирь) / В.П. Алексеев, Э.О. Амон, Ю.Н. Федоров и др. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2011. – 325 с.
5. Стрижнев К. Опыт разработки нетрадиционных видов углеводородов на месторождениях «Газпром нефти» // ROGTEC Magazine - Russian Oil & Gas Technologies – News, Reviews & Articles, 2013. (<http://www.rogtectmagazine.com/blog/developing-unconventional-hydrocarbons-at-gazprom-neft-fields>).
6. http://www.neftyaniki.ru/publ/russian_oilfields/khanty_mansijskij_ao/krasnoleninskoe/6-1-0-740.

НЕФТЕГАЗОНОСНЫЕ СТРУКТУРЫ И БАСЕЙНЫ КИТАЯ И ДИНАМИКА ИХ ОСВОЕНИЯ В XXI В

Го Минь

Научный руководитель профессор А.В. Сиднев

Уфимский государственный нефтяной технический университет, г. Уфа, Россия

Работа выполнена в рамках исполнения Государственной научно-технической проблемы Республики Башкортостан «Рациональное использование природных ресурсов и модернизация нефтегазовых технологий» (Н – 1840–2012) при поддержке Базовой кафедры «Геологии и разведки НГМ» в ГАНУ «Институте нефтегазовых технологий и новых материалов» Академии наук РБ.

Первая нефтяная скважина в Китае была пробурена в 1878 г. в районе Мьяоли (Тайвань), а с 1907 г. начали разбуривание нефтяных структур в Шэньси. К 1949 г. Разведанные запасы нефти составили 29 млн. т, добыча – 671,7 тыс. т (газа – 11,7 млн. м³). При разработке горючих сланцев получено 50 тыс. т синтетической нефти и 7 млн. м³ газа. К 1997 г. разведано 657 месторождений нефти и газа (в том числе газовых 155). Прогнозные ресурсы нефти оценены в 19 млрд. т, а природного газа – 1697,7 млрд. м³. В 1963 г. добыча нефти составила 6,47 млн. т, в 1988 г. – 100, в 1998 г. – 160 млн. т плюс 22,3 млрд. м³ газа. Предполагается, что XXI век в КНР будет веком природного газа как наиболее экономического энергоносителя.

Первоначально небольшая добыча нефти велась на северо-западе Китая (Шэньси, Ганьсу, Синьцзян), а с 50-х гг. – в восточных его районах, доля которых к 1997 г. составляла 75,4 % (120,9 млн. т) от общей; в центральных районах добывалось 14,5 %; в западных – 10,1 %. Крупнейшими запасами нефти обладают Сунляо-Дацин в Хэйлуцзяне (60 млрд. т) и Бохайский залив Желтого моря (56 млрд. т) – в сумме 72,4 % от общих запасов. По природному газу лидирует Сычуань, где его добыча велась еще до н.э. В 1997 г. она составила 11,2 млрд. м³ (50,4 % от общей по стране). Доля восточных районов 7,05 млрд. м³ (31,7 %), морского шельфа – 4 млрд. м³ (17,9 %). Накопленная добыча нефти к 1997 г. превысила 5 млрд. т, в том числе сейчас добывается (млн. т): в Дацине 56, Шенли 28, Ляохэ 15, на шельфе Южно-Китайского моря 13, в Синьцзяне 9. Годовая добыча природного газа составляет (млрд. м³): в Сычуани – 7,5; Дацине – 2,3; на шельфе Южно-Китайского моря – 3,6; в Ляохэ – 1,6; Шенли – 1,0; Чжунюани – 1,2 и Синьцзяне – 1,2.

Большая часть углеводородов Китая имеет континентальное происхождение и молодой (мезозойкайнозойский) возраст: для нефти – 86,28 % разведанных запасов, для природного газа – 49,19 % (остальные 50,18 % приурочены к палеозойским отложениям преимущественно морского происхождения) [1]. Из общих запасов нефти 87,1 % приходится на легкие фракции; 43,3 % запасов нефти и 66,7 % газа сконцентрированы в географически сложных районах – пустынных, горных, офшорных и других на глубине до 3,5–4,5 тыс. м.

Нефтегазоносные структуры Китая. Лишь одна треть прогнозных ресурсов заключена в структурах простого типа – антиклинальных; для остальных характерно сложное строение: дизъюнктивный, стратиграфо-литологический контроль и др. На долю последних сейчас приходится от 50 до 77 % общих запасов; 49,57 % запасов нефти сконцентрировано на глубине 3,5–4,4 тыс. м и лишь 15 % – до 1,5 тыс. м. В Тариме 40 % прогнозных ресурсов нефти (4 млрд. т) приурочено к глубинам свыше 4,6 тыс. м. Прогнозные ресурсы природного газа учтены в основном в интервале глубин 2,0–3,5 тыс. м. Коэффициент извлечения нефти в среднем не превышает 29 % (в Дацине достиг 42 %), газа – 62 %. В кайнозойских отложениях разведано 46,5 млрд. т нефти (более 50 %), а в палеозойских – 19 млрд. м³ газа (около 50 % от общего количества); необычным является наличие нефти и газа в доюрских метаморфитах – 1,236 млрд. т и 1,25 трлн. м³ соответственно. Из 387 выявленных нефтеносных бассейнов 29 относится к категории крупных, 170 – средних, 188 – небольших; среди 132 газовых месторождений соответственно 4, 26 и 102.

В 13 крупных бассейнах сконцентрировано 82 % ресурсов нефти с запасами свыше 1 млрд. т в каждом; такое же количество выявлено и крупных газоносных структур. Запасы трёх нефтяных бассейнов (залив Бохай, Сунляо-Дацин и Тарим) превышают 10 млрд. т в каждом (в сумме – 42,2 млрд. т, 45,4 % от общего количества); на долю шельфа приходится 20 % прогнозных ресурсов (19,2 млрд. т).

Выявлено девять сверхкрупных (более 1 трлн. м³) газоносных бассейнов с общими ресурсами 30,7 трлн. м³ (80,9 % от установленных), 19 крупных (1,0–0,1 трлн. м³), 17 средних (100–10) и более 100 небольших (до 10 трлн. м³ каждый) объектов.

География нефтеносных бассейнов: северо-восток КНР – 36,54 млрд. т (39,1 %); запад – 24,8 млрд. т; шельф – 24,7 млрд. т; в сумме 93,3 % запасов; на Цинхай-Тибетский регион приходится всего лишь 7,7 % прогнозных ресурсов страны в целом. Месторождения газа доминируют в Центральном Китае (113,6 трлн. м³) и в западной его части (10,8 трлн. м³); в офшорной зоне заключено 30 % прогнозных ресурсов.

Из 93,3 млрд. т прогнозных ресурсов нефти 81,0 млрд. т (87,1 %) относится к стандартным сортам, остальные 12,9 % представлены тяжелыми, вязкими и другими низкосортными разностями. В составе разведанных запасов природного газа (37,92 трлн. м³) доля попутного нефтяного газа доходит до 88,4 % (33,5 трлн. м³), угольного метана 10,8 % (4,2 трлн. м³), биогенного метана 0,8 % (310 трлн. м³). Основная масса угольного метана приходится на Центральный Китай (3,9 трлн. м³). Наиболее благоприятными являются экономические показатели дацинских нефтепромыслов в Хэйлуцзяне: прогнозные ресурсы 5,4 млрд. т, площадь 920 км², большая мощность нефтеносных сланцев и песчаников (20–72 м) и высокая их пористость (23–35 %) и проницаемость (до 3600×10⁻³ мкм²), большая плотность запасов (4,54 млн. т/км²), малые глубины залегания нефтеносных пластов (750–1500 м). Лишь 30 % прогнозных ресурсов нефти характеризуются благоприятными экономическими условиями: 24,7 млрд. т приурочены к шельфу, 18,9 млрд. т – к пустынным районам, горным хребтам и др.

Динамика освоения нефтегазовых ресурсов. 40-летняя история развития нефтяной отрасли КНР прошла четыре стадии: импортную (1949–1962 гг.), слабой самообеспеченности (1963–1973 гг.), импортно-экспортную (1974–1993 гг.) и экспортно-импортную (с 1994 г.) [2]. С 1996 г. экспорт нефти и нефтепродуктов (45,4 млн. т) впервые превысил импорт (20,3 млн. т). Добыча природного газа пока отстает от растущих потребностей в этом экономичном виде топлива. С середины 80-х гг. прошлого века его потребление ежегодно возрастало в среднем на 650 млн. м³.

На начало 1990 г. прогнозные ресурсы нефти Китая оценивались в 93 млрд. т, а природного газа – 10,5 трлн. м³. Прогнозные ресурсы угольного метана до глубины 2 тыс. м составили 33 трлн. м³, жидких углеводородов в горючих сланцах 14,2 млрд. т. К 1997 г. разведанные запасы нефти возросли до 5,5 млрд. т (39,3 % от 39 ресурсов), накопленная добыча – 3,17 млн. т; остаток запасов – 2,3 млрд. т (11-е место в мире). Извлекаемые запасы природного газа оцениваются в 1,05 трлн. м³ (7,95 % от общих); накопленная добыча – 248 млрд. м³, остаток запасов – 805 млрд. м³ (24-е место в мире). В восточных районах КНР сосредоточено 79 % запасов нефти; 15,6 % – в центральных и западных; 4,7 % – на шельфе; по запасам газа: центральные и западные районы – 67,2 %; шельф – 16,74 %; восточные районы – 15,64 %.

С открытием и разведкой дацинских нефтепромыслов в Хэйлуцзяне годовая добыча нефти в 1960–1970 гг. возрастала на 14–39 %; достигнув в сумме к 1959 г. 3,73 млн. т, в 1978 г. она составила 104 млн. т. В дальнейшем прирост сократился до 0,44–2,25 % в год, но к 1977 г. КНР вышла на пятое место в мире по добыче нефти (160,74 млн. т). Доля нефти в энергетическом балансе страны поднялась с 4,8 % (в 1962 г.) до 24,7 % (в 1976 г.), но затем несколько снизилась до 23,7 % (в 1978 г.) и 17,4 % (в 1997 г.). Добыча природного газа характеризуется следующими цифрами (млрд. м³): 1960 г. – 1,04, 1976 г. – 10,1, 1996 г. – 20,13, 1997 г. – 22,27 (18-е место в мире). Однако его удельный вес в общем энергетическом балансе страны и сейчас остается низким: 1,2 % в 1970 г., 3 % в 1980 г. и до 2 % в последующие годы. К концу 1997 г. на территории КНР действовало 31 крупное предприятие по добыче нефти и газа. Сейчас осуществляется их структурная перестройка.

Добыча нефти в КНР все еще отстает от возрастающих потребностей. Так в 2000 г. она составила 165, а потребление – 210 млн. т. К 2020 г. этот разрыв возрастает еще больше – до 50–90 млн. т (добыча 160–225, потребление 250–280 млн. т). В этих условиях будет проводиться политика «стабилизации добычи на Востоке и

расширение – на Западе». Значительное внимание должно быть уделено разведке нефтеносных структур в оффшорной зоне. Потребление природного газа к 2000 г. достигло 28–30 млрд. м³, план на 2020 г. – 47–70 трлн. м³. Прогнозные ресурсы должны обеспечить столь значительный рост потребления в продолжении XXI века [3].

Таким образом, в энергетическом балансе страны сегодня доминирует уголь (74 %), на втором месте находится нефть (18 %), далее следуют гидроэнергетика и АЭС (по 6 %) и природный газ (2 %). Потребление нефти в 1998 г. составило 187,5 млн. т, в том числе за счет собственного сырья 160,2 млн. т, импортировано 27,3 млн. т сырой нефти и 21,7 млн. т продуктов ее переработки, всего на сумму 3,2 млрд. дол. США; экспорт – 19,8 млн. т (1,5 млрд. дол. США), в том числе сырой нефти 15,6 млн. т.

Складские ее запасы 8 млн. т; продукты переработки – 7 млн. т. Добыча нефти стабилизировалась на уровне 160 млн. т/год, природного газа – 22 млрд. м³. Душевое потребление нефти в КНР все еще остается низким: 123 кг/чел., при среднем общемировом уровне 560 кг/чел. Прогноз потребления углеводородного сырья на 2020 г.: нефть 250–410 млн. т, газ 85–100 млрд. м³. Основные перспективы нами связываются с Таримским бассейном, где можно поднять добычу до 40–50 млн. т нефти в год, несмотря на сложную экономику района, а также с шельфом (прогнозируемая добыча более 20 млн. т/год). Слабо изученным и требующим государственного внимания остается бассейн «Джунгария» (северо-запад Китая). Его развитие в значительной степени зависит от инвестиций соседних государств – России и Казахстана. Движение в этом направлении началось и его следует развивать в более активной форме.

Литература

1. Геология нефти и газа Китая / Под ред. В.С. Вышемирского. – М.: ОИГМ СО РАН, 1992. – 37 с.
2. Мэй Я. К вопросу об основных направлениях освоения УВ ресурсов КНР в XX веке // Проблемы геологии и освоения недр: Труды Республиканской научно-практической конференции. – Уфа, 2002. – Т.2. – С. 228 – 230.
3. Чжан Ц. Сегодня и завтра энергетики Китая // Фундаментальные исследования. – Москва, 2005. – № 3. – С. 50 – 57.

УПРАВЛЕНИЕ РИСКАМИ ПРИ ГЕОЛОГИЧЕСКОМ СОПРОВОЖДЕНИИ БУРЕНИЯ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ СКВАЖИН

А.С. Гоцуляк¹, А.В. Воробец²

Научный руководитель заведующий отделом В.В. Максименко

¹Томский научно-исследовательский проектный институт нефти и газа, г. Томск, Россия

²Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В настоящее время Российские нефтяники ищут новые технологии поддержания добычи на достигнутом уровне или обеспечения ее определенного прироста. Старые месторождения обводняются, запасы переходят в разряд трудно извлекаемых, а новых крупных за последние годы открыто немного. Возникает необходимость совершенствовать методы повышения нефтеотдачи пластов на старых месторождениях. Вследствие чего при строительстве новых скважин на объектах ОАО «Томскнефть» ВНК наблюдается динамика увеличения объемов бурения горизонтальных скважин (ГС) при разработке новых месторождений. Вместе с тем растет сложность геологических условий проводки, увеличивается протяженность горизонтальных участков и предъявляемые требования к качеству строительства. Данные факторы приводят к возникновению неопределенностей во время бурения, которые влекут за собой риски, ведущие к увеличению стоимости бурения.

На сегодняшний день актуальным направлением является эффективное управление рисками [1, 2, 3] при геологическом сопровождении бурения горизонтальных скважин и зарезок боковых горизонтальных стволов (ЗБГС), их своевременное выявление и минимизация. Данные мероприятия позволят снизить вероятность экономических потерь при бурении.

Для анализа неопределенностей и рисков, возникающих в процессе бурения, выполнена их классификация. По данной классификации условно выделено три типа неопределенностей – геологические, технические и организационные. Каждый из трех типов подразделяется на несколько составляющих подтипов (рис. 1). Таким же образом, на несколько подгрупп делятся три группы рисков – риски во время бурения, риски, связанные с добычей, и риски, связанные со стоимостью бурения (рис. 2).

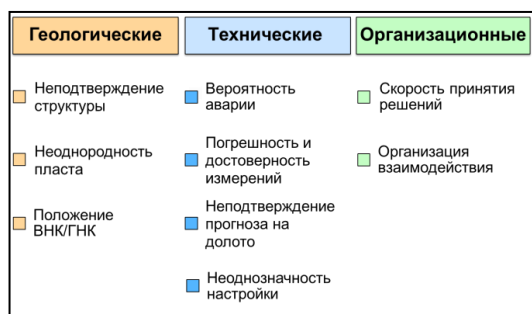


Рис. 1 Классификация неопределенностей

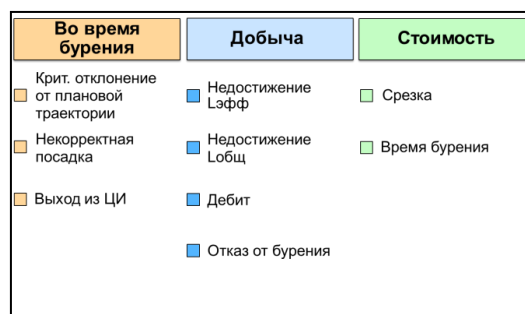


Рис. 2 Классификация рисков

Анализ, проведенный по скважинам с горизонтальным окончанием, пробуренным с 2008 г., показал основные неопределенности и риски, которые наиболее часто встречались во время бурения. Геологические неопределенности, такие как неоднородность пласта и неподтверждение структуры, являются одними из наиболее часто встречаемых. Среди технических неопределенностей чаще встречается неподтверждение прогноза на долото.

Основные риски – недостижение плановой эффективной и плановой общей длин скважин, а так же риск выхода из целевого интервала и риск критического отклонения от плановой траектории.

Для минимизации вышеперечисленных рисков предлагаются следующие мероприятия:

1. Для снятия рисков, возникающих из-за геологических неопределенностей, требуется составление программы на проведение дополнительных исследований по району работ. В данную программу включаются рекомендации по проведению гирскопических исследований старого фонда по району бурения, а также рекомендации по бурению пилотных стволов на горизонтальных скважинах.

2. При бурении в условиях высокой неопределенности, предлагается принимать решения с рассмотрением нескольких прогнозных вариантов поведения структуры и выбирать «наименее рискованный» из них (рис. 3).

3. Для снятия рисков в процессе бурения, после посадки эксплуатационной колонны, в ходе бурения горизонтального ствола использовать стандартный комплекс ГИС – Logging While Drilling (LWD). Использование данного комплекса исключает проведение промежуточного и окончательного каротажей. Обязательным условием LWD является включение в забойные телесистемы азимутального ГК, необходимого для оценки угла падения и прогнозирования его дальнейшего поведения.

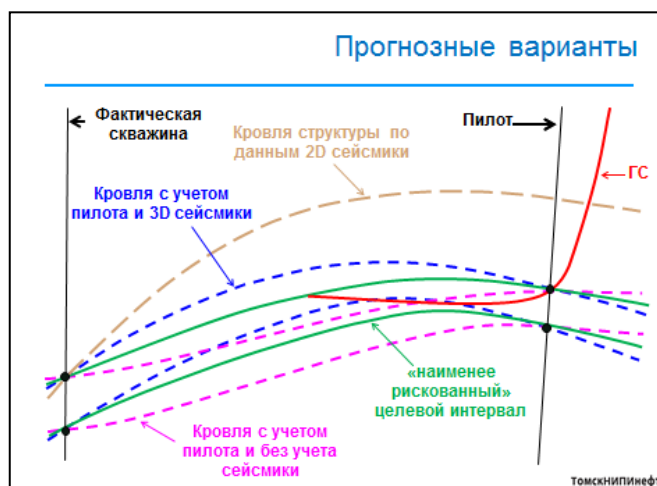


Рис. 3 Классификация неопределенностей

Существенными преимуществами LWD являются:

- определение стратиграфической мощности пропластков;
- отсутствие зоны проникновения фильтра бурового раствора и стабильное состояние ствола скважины во время каротажа;
- большая информативность каротажа во время бурения в сравнении с каротажем на кабеле или трубах;
- замеры в горизонтальных стволах в процессе бурения позволяют избежать множества технических проблем по сравнению с проведением каротажа на жестком кабеле;
- для азимутального каротажа характерно получение нескольких независимых замеров в одной точке глубины, что повышает статистическую надежность измерения и позволяет оценить неоднородность породы.

Приведенные методы минимизации рисков при геологическом сопровождении бурения позволяют снизить вероятность экономических потерь при бурении, а именно:

- снижение затрат на бурение, за счет сокращения числа срезок;
- увеличение эффективности проходки, при снижении риска выхода их ЦИ, что повышает стартовые дебиты скважин;
- качественные и информативные замеры во время бурения позволяют избежать ошибочного выделения коллекторов;
- стоимость LWD компенсируется сокращением общего времени бурения и отказом от промежуточного и окончательного каротажей, что даст возможность в кратчайшие сроки ввести скважину в эксплуатацию.

Таким образом, для минимизации рисков при геологическом сопровождении бурения горизонтальных скважин предлагается:

- до бурения проводить программу исследований района работ;
- рассматривать несколько прогнозных вариантов поведения структуры;
- в процессе бурения горизонтального ствола применять LWD.

Литература

1. Jason Baihly, Dee Grant, Li Fan, Suhas Bodwadkar. Horizontal Wells in Tight Gas Sands – A Methodology for Risk Management to Maximize Success // SPE Annual Technical Conference and Exhibition – 11 – 14 November 2007 г. – Anaheim, California, U.S.A., 2007. – P. 1 – 5.
4. Lei Wu, Ping Yang, Harugi M. Pranata, Wu Su, Li Xu. Effective Uncertainty Management Strategies to Successfully Deliver Horizontal Well in Changbei Gas Field // International Petroleum Conference. – 26 – 28 March 2013 г. – Beijing, China, 2013. – P. 3 – 8.
5. Mottahedeh R. Horizontal Well Geosteering: Planning, Monitoring and Geosteering // Journal of Canadian Petroleum Technology, 2008. – №11. – P. 28 – 32.

**ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЛЕКСА КАРОТАЖНЫХ ДИАГРАММ В ЦЕЛЯХ РАСЧЛЕНЕНИЯ
РАЗРЕЗОВ И КОРРЕЛЯЦИИ ЮРСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ
(НА ПРИМЕРЕ СРЕДНЕ-ВАСЮГАНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ)**

А.Р. Гумеров

Научный руководитель доцент Н.М. Недоливко

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Применение комплекса геофизических исследований: стандартный каротаж (КС и ПС); гамма- и нейтронный гамма-каротаж (ГК, НГК); микрозонд (МЗ), акустический каротаж (АК) и др. (боковой, индукционный, кавернометрия и т.д.), позволило провести расчленение и корреляцию верхнеюрского терригенного разреза, вскрытого бурением в пределах Средне-Васюганского нефтяного месторождения, административно относящегося к Каргасокскому району Томской области. Выделение слоев различной литологии по ГИС базировалось на выявлении связи физических свойств пород с их составом и отражением на различного рода каротажных диаграммах [2]. Генетическая принадлежность отложений изложена на основе представлений В.Б. Белозерова [1].

Изученные отложения имеют позднеюрский возраст и представлены васюганской (нижней и верхней подсвитами), георгиевской и баженовской свитами. Васюганская свита согласно залегает на отложениях тюменской, перекрывается глинистыми породами георгиевской (кимеридж) и аргиллитами баженовской (волга) свит.

Основной нефтепоисковый уровень на Средне-Васюганском месторождении включает в себя прибрежно-морские и континентальные отложения верхней юры, объединенные в нефтегазоносный горизонт Ю₁, развитый в пределах месторождения повсеместно и вскрытый всеми скважинами. Горизонт представлен переслаиванием песчаных, алевритовых, глинистых и углистых пород разного генезиса. В пределах месторождения в его составе выделены песчаные продуктивные пласты Ю₁³⁻⁴ (Ю₁⁴+Ю₁³), Ю₁², Ю₁¹, разделённые между собой глинисто-углистыми и углистыми прослоями. В подошве и кровле его залегают глинистые породы, соответственно нижневасюганской подсвиты и георгиевской свиты. Толщина горизонта 27–40 м.

Нижневасюганская подсвита рассматривается в качестве репера 1 категории, так как в пределах изученной площади достаточно выдержана по простиранию, отличается значительными мощностями, составляющими 10–16 м; имеет относительно однородный преимущественно алевритоглинистый состав и хорошо выражена в разрезе.

На диаграммах ГИС этот репер имеет: низкие показания КС, отсутствие отрицательных аномалий ПС (стандартный каротаж); средние значения ИК; отсутствие приращения, очень низкое сопротивление и совпадение кривых МЗ; высокие значения ГК и низкие НГК; неизменное значение показаний кавернометрии (рис. 1).

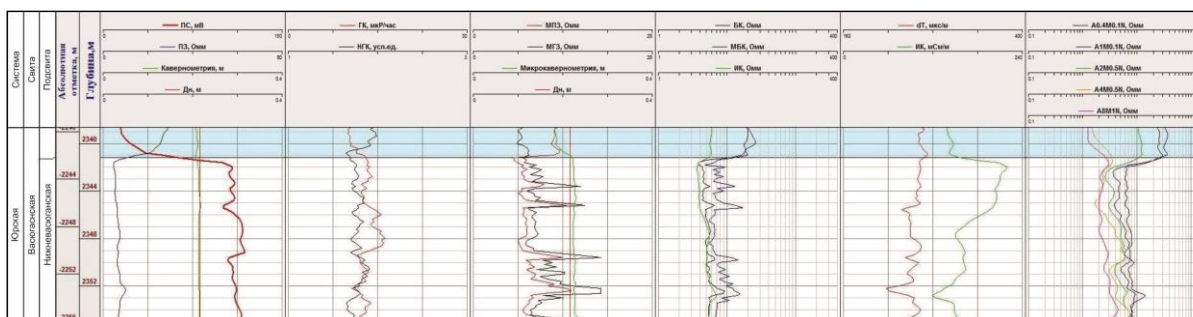


Рис. 1 Геолого-геофизическая характеристика нижневасюганской подсвиты – репера 1 категории

Пласт Ю₁³⁻⁴ залегает в основании верхневасюганского разреза. В ряде скважин (скважины 6п, 23, 4п) пласт разделяется глинистой пачкой на два пласта (Ю₁⁴ и Ю₁³), но на большей части территории (скважины 10р, 14, 13р, 9р, 8р, 20б, 22б) он представляет сравнительно мощное монолитное песчаное тело общей мощностью 11,6–24 м, эффективной – 6,6–20 м и рассматривается в качестве единого природного резервуара (пласт Ю₁³⁻⁴) пластового типа. Отложения представлены преимущественно песчаниками светло-серыми и буровато-серыми,

мелко-среднезернистыми полимиктовыми слюдистыми, различной крепости, с редкими пропластками алевролитов и глинистых пород. В фациальном отношении пласт представляет собой покровные песчаные отложения морского мелководья. В ряде скважин в пласте отмечались признаки нефтеносности в виде запаха нефти в керне и нефтепроявлений при испытании скважин.

На каротаже песчаные породы пласта характеризуются: средними значениями КС, отрицательной аномалией ПС, низкими значениями ИК, низкими показаниями ГК и средними НГК, уменьшением кавернометрии (рис. 2). Глинистые пропластки характеризуются очень высокими значениями КС, положительной аномалией показаний ПС, средними значениями индукционного каротажа, отсутствуют приращения и отмечается несовпадение кривых микрозондов, очень низкие показания ГК и НГК, большие каверны.

От вышележащих отложений пласт Ю₁³⁻⁴ отделяется угольным репером У₁, который на месторождении слабо развит и невыразителен, по простиранию не выдержан, зачастую замещается углисто-глинистыми или глинистыми породами, имеющими общую толщину до 5–6 м. Угольный пласт характеризует заключительный этап регрессии.

На каротаже он имеет очень высокие значения КС, отрицательную аномалию показаний ПС, очень низкие значения ИК, отсутствие приращения и несовпадение кривых МЗ, очень низкие показания ГК и НГК, иногда очень большие каверны (рис. 3).

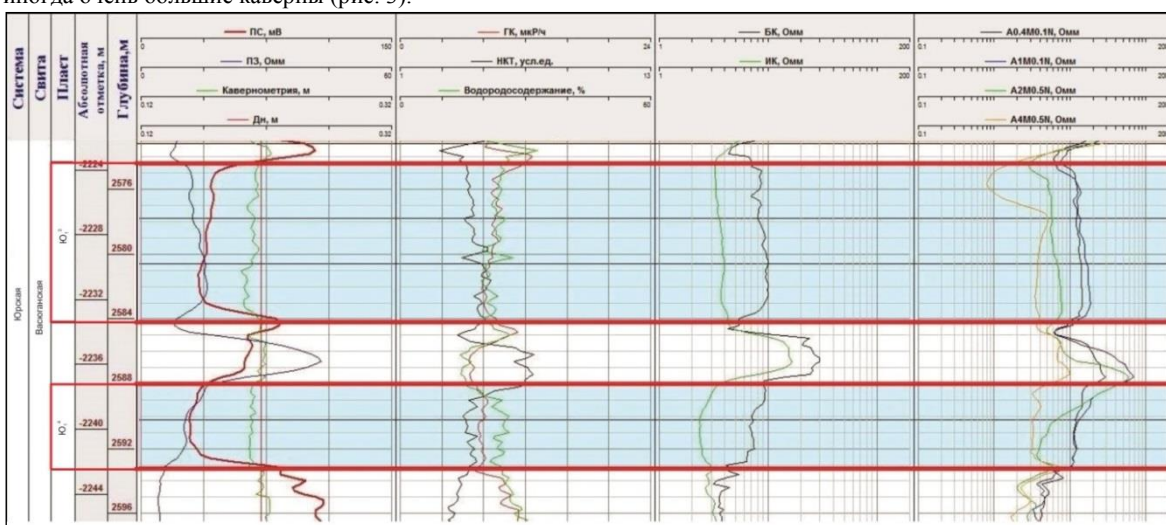


Рис. 2 Геолого-геофизическая характеристика пластов Ю₁³ и Ю₁⁴ и разделяющих их глинистых пород

Толща пород, залегающих выше угля У₁, характеризует собой начальный этап обширной оксфордско-валанжинской трансгрессии моря. Она сложена преимущественно песчаными пластами Ю₁² и Ю₁¹ прибрежно-морского генезиса, с которыми связана на месторождении промышленная залежь нефти.

Между собой пласты разделены пачкой глинистых и глинисто-углистых (толщиной до 2 м в скважине № 9) пород.

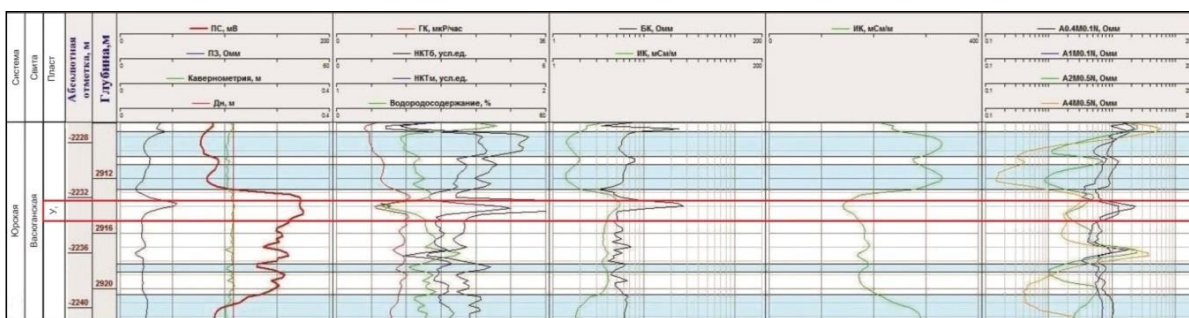


Рис. 3 Геолого-геофизическая характеристика угольного пласта У₁ – репера 2 категории

Продуктивный пласт Ю₁² имеет преимущественно площадной характер развития, распространен на значительной части территории, охватывает все западную часть месторождения, где он прослеживается в разрезах скважин №№ 5, 8, 10, 6, 7, 13, 14, 15, 17, и 18, где он имеет вид монолитного, сравнительно однородного песчаного тела общей толщиной 8,4–11,6 м, эффективной 4,8–10,4 м. Пласт сложен песчаниками серыми, буровато-серыми, мелко-среднезернистыми полимиктовыми слабо- и среднесцементированными, участками слоистыми. К своду поднятия (скв. № 11, 2) наблюдается практически полное выклинивание пласта, на юго-восточном и восточном склонах пласт слабо развит.

Продуктивный пласт $Ю_1^1$, напротив, имеет ограниченное распространение, развит в восточной части структуры, имеет толщину 5,7–8,9 м и сложен песчаниками серыми, буровато-серыми, мелко-, реже мелко-среднезернистыми, полимиктовыми слабо- и среднессцементированными, участками слоистыми. Пласт перекрывается зеленовато-серыми глауконитовыми алевритами и глинистыми песчаниками барабинской пачки, вверх по разрезу переходящими в глинистые отложения георгиевской свиты и битуминозные аргиллиты баженовской свиты, содержащие редкие прослои голубовато-серых известняков.

На каротаже песчаные породы нефтенасыщенных пластов $Ю_1^2$ и $Ю_1^1$, в отличие от водонасыщенных пластов $Ю_1^3$ и $Ю_1^4$ характеризуются средними и повышенными значениями ИК (рис. 4).

Аргиллиты баженовской свиты выделяются в первую категорию реперов, так как свита имеет значительную толщину (5–9 м) и, будучи сложена битуминозными аргиллитами, обладает аномально высоким содержанием органического вещества и рассеянных радиоактивных элементов.

Эти особенности отражены на каротажных диаграммах в виде высоких и средних показаний КС, слабых значений ПС, низких значений индукционного каротажа, а также низкого сопротивления и несовпадения кривых микрозондов, очень высоких значений гамма-каротажа и высоких значений нейтронного гамма-каротажа, неизменных значений показаний кавернометрии (рис. 5).

Комплекс представленных геофизических методов позволяет выделять в разрезах различные литологические разности пород, определять последовательность смены одних пород другими, выявлять особенности строения разрезов и реперные горизонты, что в дальнейшем делает возможным коррелировать разрезы, способствует более корректной корреляции.

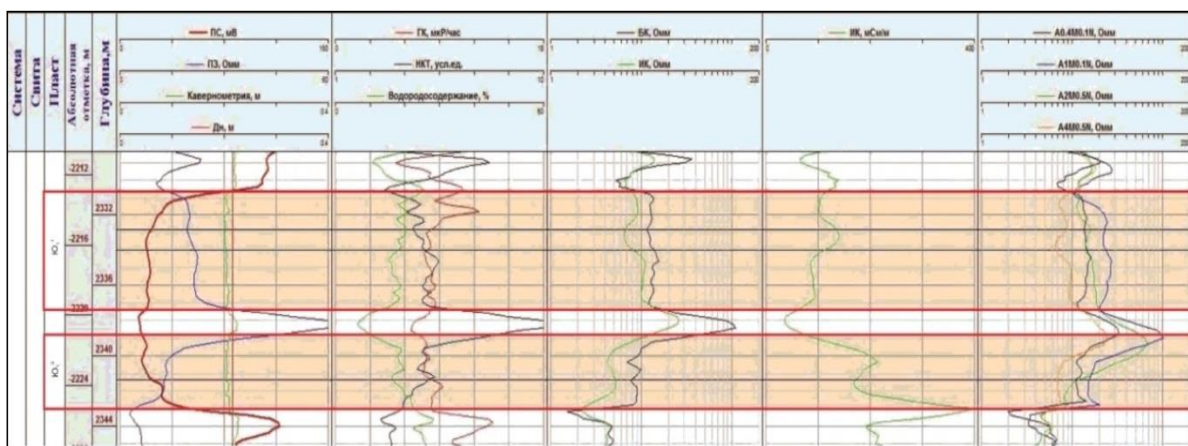


Рис. 4 Геолого-геофизическая характеристика пластов $Ю_1^1$ и $Ю_1^2$

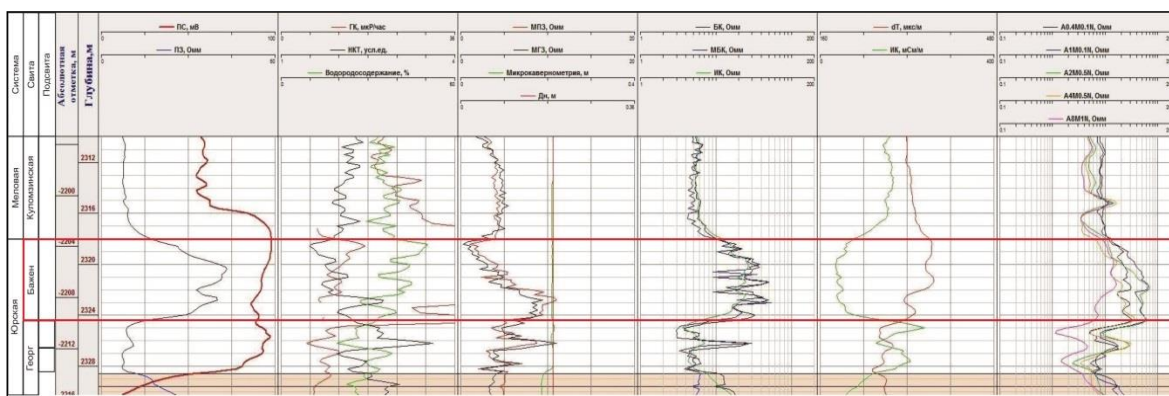


Рис. 5 Геолого-геофизическая характеристика баженовской свиты – репера 1 категории

Литература

1. Белозеров В.Б., Брылина Н.А., Даненберг Е.Е. Фациальная диагностика по материалам ГИС континентальных и прибрежно-морских отложений юры юго-востока Западной Сибири // Проблемы геологии и нефтегазоносности верхнепалеозойских и мезозойских отложений Сибири. – Новосибирск, 1984. – С. 11 – 23.
2. Ежова А.В. Геологическая интерпретация геофизических данных: учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2004. – 114 с.

**МОДЕЛЬ СТРОЕНИЯ БАТСКОГО РЕГИОНАЛЬНОГО РЕЗЕРВУАРА НЕФТИ И ГАЗА
ГЫДАНСКОГО ПОЛУОСТРОВА И СМЕЖНОЙ ТЕРРИТОРИИ
ЕНИСЕЙ-ХАТАНГСКОГО ПРОГИБА**

С.Е. Деев

Научный руководитель главный научный сотрудник Г.Г. Шемин
Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука, г. Новосибирск, Россия

Рассматриваемый район в административном отношении включает северо-восточную часть Ямало-Ненецкого автономного округа и смежную территорию Красноярского края; в тектоническом – северо-восток Западно-Сибирской геосинеклизы и западную половину Енисей-Хатангского регионального прогиба. На его территории осадочный чехол представлен отложениями триаса, юры, мела и кайнозоя.

Объектом проведённых исследований являются верхнеюрские и верхняя часть среднеюрских отложений, которые выделены в качестве батского регионального резервуара нефти и газа [1]. Он представлен батским проницаемым комплексом и келловей-верхнеюрским флюидоупором. В качестве фактического материала выполненных исследований использовался комплекс ГИС и описание керна по 12 глубоким скважинам, относительно равномерно расположенным по территории района. Проведена корреляция отложений резервуара на уровне свит, составлен каталог разбивок разрезов скважин и восстановлен их литологический состав. Эти результаты послужили базой для составления карт толщин и вещественного состава проницаемого комплекса и карты качества келловей-верхнеюрского флюидоупора батского регионального резервуара рассматриваемого района. Оценка качества отмеченного флюидоупора осуществлена согласно приведённой таблицы.

Батский региональный резервуар включает низы неокома, верхнюю юру и верхнюю часть средней юры (баженовский, георгиевский, васюганский и малышевский горизонты; гольчихинская, малышевская свиты и их возрастные аналоги) и пользуется почти повсеместным распространением на территории исследуемого района. Толщина резервуара изменяется от нескольких десятков до 1200 м, на большей части территории – 350–500 м. Наибольшие толщины резервуара (600–1200 м) прогнозируются в западной наиболее прогнутой части Енисей-Хатангского регионального прогиба, средние их значения (300–600 м) – в южной, пониженные (100–300 м) – в северной частях района. Минимальные их показатели отмечаются в зонах выклинивания отложений резервуара, примыкающих к Таймырской складчатой области и к Сибирской платформе.

Разрез резервуара сложен преимущественно алевритово-глинистыми породами с прослоями и пластами песчаников. Литологический состав его в целом изменчив по площади района.

*Таблица
Оценка качества флюидоупоров региональных резервуаров юрских нефтегазоносных отложений севера
Западно-Сибирской НГП по [1]*

Литологический состав флюидоупора	Содержание прослоев песчаников во флюидоупорах, (%)	Качество флюидоупора			
		Высокое	Среднее	Повышенное	Низкое
		Толщина флюидоупоров (м)			
Глинистый	<1	>15	10–15	5–10	<5
	1-5	>30	15–30	5–15	<5
	5-10		>30	15–30	<15
	10-20		>40	25–40	<25
	20-30			>40	
	30-40			>50	

Проницаемый комплекс резервуара сложен алевритово-песчано-глинистыми отложениями малышевского горизонта, пользующимися почти повсеместным распространением в пределах района. Лишь на отдельных локальных поднятиях они отсутствуют. Толщина проницаемого комплекса изменяется от нескольких десятков до 500 м. Характер распределения её значений по площади района подобен резервуару в целом.

По вещественному составу отложений выделяются пять литологических областей от в основном песчаной (содержание песчаников более 76 %) до в основном глинисто-алевритовой (содержание песчаников 1–10 %). Наиболее песчаные литологические области: в основном песчаные, преимущественно песчаные и песчано-алевритово-глинистая имеют ограниченное распространение на территории района. Они в основном развиты в Енисей-Хатангском региональном прогибе, где простираются в виде полос шириной 30–100 км вдоль Таймырской складчатой области и Сибирской платформы. Кроме того, они развиты также на отдельных участках остальной территории района, в пределах Мессояхской наклонной гряды и Рагозинского мезовала (рис.).

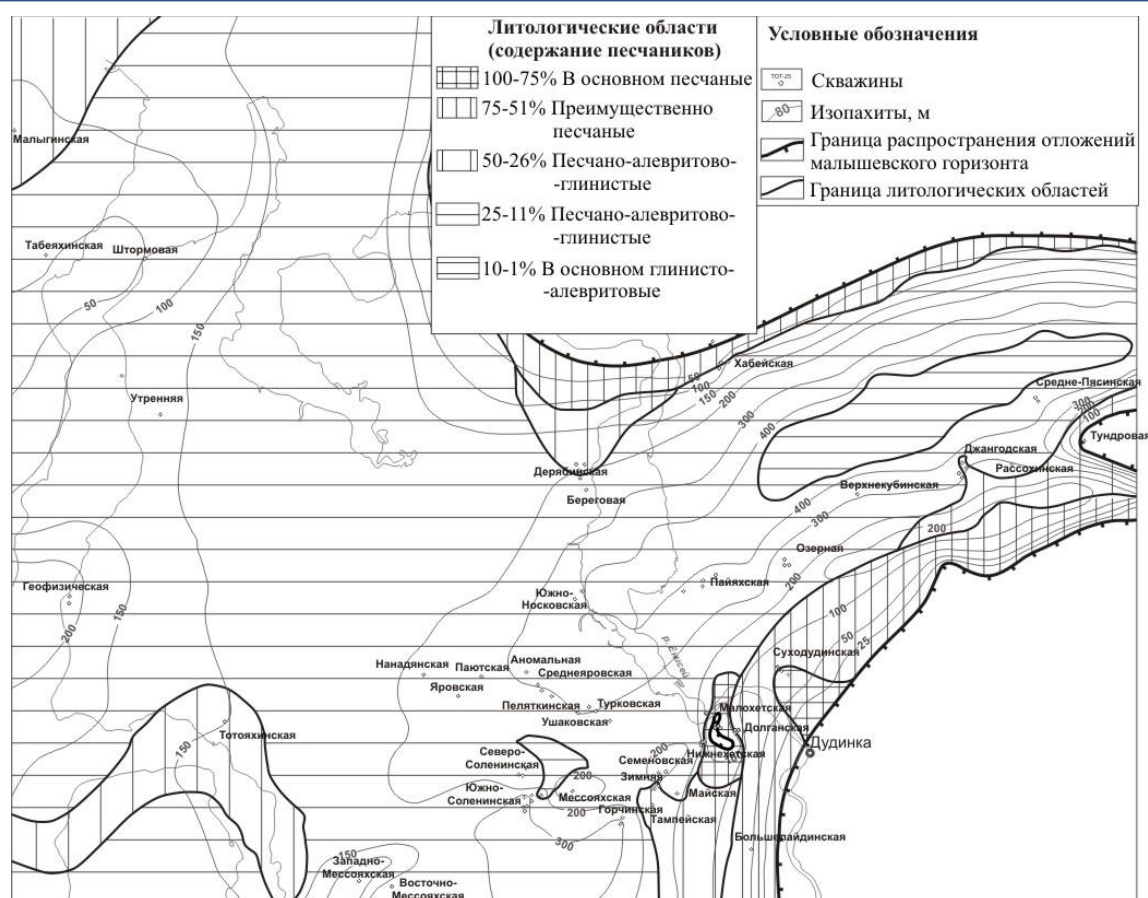


Рис. Карта толщин и вещественного состава проницаемого комплекса батского регионального резервуара полуострова Гыдан и смежной территории Енисей-Хатангского регионального прогиба

На остальной большей части рассматриваемого района прогнозируются песчано-алевролитово-глинистая и в основном глинисто-алевритовая литологические области.

Келловей-верхнеюрский флюидоупор батского резервуара включает преимущественно глинистые отложения васюганского, георгиевского и баженовского горизонтов – гольчихинской свиты и её возрастных аналогов (точинская, сивовская яновстанская свиты), пользующиеся почти повсеместным распространением на исследуемой территории. Только в некоторых локальных участках отмечается их отсутствие. Толщина флюидоупора изменяется от первых десятков до 800 м. Характер распределения её значений по площади района подобен разрезу в целом.

Разрез флюидоупора сложен преимущественно глинами и аргиллитами местами алевритистыми с прослоями алевролитов и песчаников, содержание которых изменяется от 1–2 до 20 %, на большей части территории до 1 %, т.е. обладает высоким качеством для сохранения залежей нефти и газа. Повышенное содержание песчаников во флюидоупоре отмечается в линейно выраженных зонах, расположенных вдоль Таймырской складчатой области и Сибирской платформы. Эти зоны имеют существенно меньшие площади распространения (они более узкие), чем выше описанные зоны опесчанивания разреза проницаемого комплекса резервуара.

Приведенные результаты свидетельствуют о том, что батский резервуар на исследуемой территории обладает повышенным качеством в Енисей-Хатангском прогибе, в зонах, примыкающих к Таймырской складчатой области и Сибирской платформе, а также на отдельных участках западной половины района, в пределах Мессояхской наклонной гряды и Рагозинского мезовала.

Литература

1. Шемин Г.Г. Строение и количественная оценка перспектив нефтегазоносности среднеюрских отложений севера Западно-Сибирской НГП // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири. – Новосибирск, 2010. – № 3. – С. 3 – 19.

**ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ И КОЛЛЕКТОРСКИЕ СВОЙСТВА
НИЖНЕКОЖЕВНИКОВСКОЙ СВИТЫ АНАБАРО-ХАТАНГСКОЙ НЕФТЕГАЗОНОСНОЙ
ОБЛАСТИ**

Н.Е. Единархова

Научный руководитель С.А. Моисеев

Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука, г. Новосибирск, Россия

В настоящее время шельф арктических морей рассматривается в качестве источника восполнения запасов углеводородов в России. Шельф моря Лаптевых является важной областью поисков и разведки скоплений нефти и газа. Для построения геологической модели акватории необходимо выявить эталонные объекты в материковой зоне, которые будут использованы в качестве аналогии. Одной из таких территорий является Анабаро-Хатангская нефтегазоносная область (НГО), располагающаяся в северо-восточной части Красноярского края и северо-западной части Республики Саха (Якутия) (рис. 1).



Рис. 1 Обзорная карта Анабаро-Хатангской нефтегазоносной области

В 40-е и 80-е годы на территории НГО проводились поисково-разведочные работы на нефть и газ. Были получены промышленные притоки углеводородов и проведено пробное эксплуатационное бурение. В нефтегазоносном отношении наибольший интерес представляют пермские терригенные отложения, представленные тустахской, нижнекожевниковской, верхнекожевниковской и мисайлапской свитами. Более детальное расчленение свит на продуктивные уровни с учетом особенностей геологического строения региона позволит с высокой точностью оценить перспективы нефтегазоносности пермских отложений Анабаро-Хатангской НГО.

М.К. Калинин (1955), обобщив результаты геолого-геофизических исследований, проводимых в 40-е годы, в разрезе пермских отложений выделил 19 горизонтов преимущественно песчаного состава, 5 из которых приурочены к нижнекожевниковской свите: XI (а, б, в), XII, XIII, XIV (а, б, в), XV (а, б, в) [2].

Основные скопления углеводородов связывают с продуктивным горизонтом XI, из которого был получен приток нефти 12 м³/сут. в скважине Р-102 на Южно-Тигянской площади.

В представленной работе для расчленения разреза скважин Улаханская 1, 2, Южно-Тигянская 1, Гуримисская 1, 2, Восточная 1 использован комплексный подход, основанный на интерпретации всей имеющейся геолого-геофизической информации, включающий данные ГИС, результаты литологических,

петрофизических исследований, результаты испытания скважин. В результате проведенного анализа выделены один продуктивный горизонт (НК1) и шесть потенциально продуктивных горизонтов (НК2, НК3, НК4, НК5, НК6, НК7) в разрезе нижнекожевниковской свиты [1].

Горизонт НК1 отождествляется с описанным М.К. Калинко продуктивным горизонтом XI. В скважине Южно-Тиганская 1 был получен приток нефти дебитом 0,7 м³/сут. из средней части продуктивного горизонта, охарактеризованной керном. Песчаники средне-мелкозернистые, массивные, пропитанные нефтью, их пористость варьирует от 9 до 20 %, проницаемость достигает 211×10⁻¹⁵ м².

Аналогами потенциально продуктивных горизонтов НК2, НК3, НК4, НК5, НК6, НК7, вероятно, являются горизонты XII, XIII, XIVa, XIVb, XVб, XVв соответственно. Проведенный в ИНГГ СО РАН литологический и петрографический анализ песчано-алевритовых пород нижнекожевниковской свиты позволил установить, что среди наиболее грубозернистых пород преобладают алевриты мелко-крупнозернистые и крупнозернистые, реже встречаются песчаники мелко-среднезернистые, мелкозернистые и средне-мелкозернистые [3]. Песчаные породы выделенных потенциально продуктивных горизонтов литологически неоднородны по латерали и вертикали, отличаются также и по фильтрационно-емкостным характеристикам. Максимальные значения пористости песчаников варьируют от 11 % (НК4) до 18 % (НК2), проницаемости – от 0,23×10⁻¹⁵ м² (НК4) до 10⁻¹² м² (НК2). По результатам петрографического анализа был сделан вывод, что самые низкие значения проницаемости характерны для пород с большим содержанием цемента (15 % и более) [3].

НК1 (XI) по сравнению с другими горизонтами обладает наибольшей мощностью – до 150 м. Мощность потенциально продуктивных горизонтов НК2 (XII), НК3 (XIII), НК4 (XIVa) в среднем составляет 50 м. Горизонты НК5 (XIVb), НК6 (XVб), НК7 (XVв) характеризуются небольшой мощностью, каждый из которых не превышает 35 м. Наблюдается неравномерное распространение песчаных пачек XIVб, XVa вплоть до их выклинивания. Также прослеживается общая тенденция уменьшения мощности выделенных горизонтов в южном направлении.

На Ильинской, Кожевниковской, Чайдахской, Нордвикской, Южно-Тиганской площадях в песчаниках зафиксированы признаки проявления углеводородов разной интенсивности: от следов до пропитывания нефтью. На Улаханской, Гуримисской площадях при описании керна был отмечен запах углеводородов (НК1, НК2). Получены небольшие притоки воды при испытании скважин Улаханская 1 (НК5, НК6), Улаханская 2 (НК2, НК3, НК5), Южно-Тиганская 1 (НК4, НК5). Отмечается улучшение коллекторских свойств и интенсивность нефтепроявлений вверх по разрезу.

Результаты литологического, петрофизического и др. исследований, результаты испытаний, а также признаки проявления углеводородов в керне скважин (пятна нефти, запах) позволяют рассматривать выделенные уровни в качестве продуктивных. Ожидается, что основные скопления нефти связаны с горизонтом НК1 (XI).

На территории Анабаро-Хатангской НГО по результатам проведенных геологоразведочных работ установлены многочисленные проявления дизъюнктивной тектоники. Амплитуды смещения по разломам достигают 400 м. Некоторые разрывные нарушения закартированы в процессе бурения, некоторые отчетливо выделялись на временных сейсмогеологических разрезах, однако изучены они недостаточно. Наиболее крупные разломы оказали существенное влияние на строение чехла. Несомненно, разломы оказывают существенное влияние на литологию пород, проявляющееся в улучшении проницаемости, с одной стороны, и создании экранов для движения флюидов – с другой.

Обобщение материалов по геологическому строению территории дало основания полагать, что для всего побережья Хатангского залива характерен соляной диапиризм. Соляная тектоника на территории Анабаро-Хатангской НГО связана с присутствием в разрезе осадочного чехла достаточно мощных (сотни метров) соленосных отложений, главным образом, девонского возраста. Не исключено, что соляные структуры обязаны своим происхождением отложениям более раннего возраста. В ходе проведения нефтепоисковых работ в 40-е годы были обнаружены соляные диапиры и приуроченные к ним скопления нефти на Кожевниковской и Нордвикской площадях.

Таким образом, выделение потенциально продуктивных горизонтов, выявление геологических особенностей региона позволят уточнить перспективы нефтегазоносности и использовать полученную информацию при прогнозе нефтегазоносности акватории моря Лаптевых.

Работа выполнена в рамках фундаментальных исследований по программам РАН и при поддержке гранта НШ-402.2014.5.

Литература

1. Единархова Н.Е. Детальное расчленение и корреляция пермских отложений Анабаро-Хатангской нефтегазоносной области // «Гео-Сибирь-2013»: Материалы IX Международной выставки и конгресса. – Новосибирск, 2013. – Т. 1. – С. 139 – 143.
2. Калинко М.К. История геологического развития и перспективы нефтегазоносности Хатангской впадины. – Л.: Гостоптехиздат, 1959. – 358 с.
3. Каляда О.В., Николенко О.Д. Литология нижнекожевниковской свиты северной части Анабаро-Хатангской седловины // Материалы I Всероссийской молодежной научно-практической конференции «Науки о Земле. Современное состояние». – Новосибирск: Изд-во НГУ, 2013. – С. 70 – 71.

**РЕШЕНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ В ПРОЦЕССЕ ПРОВЕДЕНИЯ ГЕОЛОГО-
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

Е.М. Елисеева

Научный руководитель профессор С.К. Мустафин
Башкирский государственный университет; г. Уфа; Россия

Геолого-технологические исследования (ГТИ) – составная часть геолого-геофизических исследований нефтяных и газовых скважин, проводятся с целью изучения геологического разреза, контроля за состоянием скважины, а также обеспечения выполнения природоохранных требований.

Одной из важнейших задач геолого-технологических исследований является оперативное выявление продуктивных пластов в процессе бурения [1].

Геологические задачи решаются в процессе проведения геолого-технологических исследований с помощью исследований шлама, отобранного на поверхности, керна, проб промывочной жидкости. Для более точной интерпретации используются данные об изменении некоторых технологических параметров режима бурения, регистрируемых программой регистрации технологических параметров бурения [5].

Шлам и керн являются источниками прямой, непосредственной информации о свойствах и строении геологического разреза, вскрываемого скважиной [1]. Шлам отбирается по всему исследуемому интервалу в строго определенном месте одним и тем же способом. Отбор шлама производится у устья скважины, при исследовании по всему разрезу интервал отбора проб шлама не должен превышать 5 м, на перспективных участках разреза – не более 1–2 м. Керн из колонкового снаряда извлекается без нарушения его ориентировки, очищается от глинистого раствора и укладывается в специальные ящики в строгой последовательности, затем проводится его макроскопическое описание.

Разбуренная порода в виде шлама поднимается с забоя на поверхность вместе с промывочной жидкостью по кольцевому пространству скважины. [2] Пробы шлама, отобранные в процессе бурения скважины, отмываются от промывочной жидкости, после чего производится первый визуальный просмотр шлама под лупой. Ископаемые органические остатки (микрофауна и флора, мелкие обломки моллюсков и т.п.) извлекаются из шлама и используются для уточнения в пробе шлама основной породы от обвальная. Фракционный анализ основан на изучении размеров частиц, составляющих пробы шлама. Фракционный анализ проводится по всему исследуемому разрезу. Для его исследования используют различные сита [3] Литологическое расчленение разреза по изменению фракционного состава базируется на том, что при неизменяющемся режиме бурения, обеспечивающем объемное разрушение пород, размер частиц выбуренного шлама зависит от литологии разбуриваемых пород [5].

Просматривается весь интервал, и предварительно намечаются границы слоев по изменению состава пород, их цвета или других физических свойств. Обязательно выделяются прослои пород, пропитанных нефтью или издающих сильный запах нефти и газа. Каждый выделенный слой описывается отдельно, перед описанием слоя ставится его порядковый номер в данном долблении и длина керна этого слоя. При описании шлама записывается глубина начала слоя и конца [5].

Карбонатность горных пород определяется с целью построения литологической колонки горных пород, вскрываемых скважиной. Определение карбонатности горных пород осуществляется путем измерения объема или давления углекислого газа, выделившегося при взаимодействии исследуемой породы с соляной кислотой, и проводится с целью определения литологического состава пород [5].

Определение плотности пород по шламу и керну проводится с целью выявления коллекторов и приближенной оценки их пористости, а также для выделения зон аномально высоких поровых давлений. В практике геолого-технологических исследований рекомендуется применять пикнометрический, гидростатического взвешивания и ареометрический способы измерения. При интерпретации кривой изменения плотности следует иметь в виду, что значения плотности горных пород колеблются в довольно широких пределах и зависят от многих факторов: минерального состава пород; плотности минералов, составляющих твердую часть породы; жидкости и газов, заполняющих ее поровое пространство; пористости породообразующих минералов; структурно-текстурных особенностей породы. С глубиной плотность осадочных горных пород возрастает, так как она обусловлена главным образом пористостью [4].

Результаты всех вышеперечисленных методов исследований заносятся в специальный планшет геолого-геохимических исследований. Планшет представляет собой графическое изображение параметров, нанесенных в масштабе глубины по мере углубления забоя. Планшет является рабочим документом, куда по мере проведения исследований (углубления забоя) заносятся результаты.

Все исследования проводятся по мере отбора шлама, т.е. через 2 м в потенциально продуктивных интервалах ствола скважины и через 5 м – в остальных [2].

Таким образом, в геологических условиях, связанных с частой сменой горных пород в разрезе скважины, удается оперативно решить геологические задачи, привязать описание пород и их свойств к реальной глубине, что в свою очередь особенно важно для своевременного обнаружения продуктивного горизонта.

Литература

1. Адиев Я.Р. Промысловая геофизика в XXI веке. Сборник докладов научно-практической конференции. – Уфа: Изд-во «НПФ «Геофизика», 2009. – 143 с.
2. Артемов Д. Описание программы «GeoData». – Уфа, ИПЦ «Геотест» ОАО НПФ «Геофизика», 2006. – 48 с.
3. Вадецкий Ю.В. Справочник бурильщика: Учеб. пособие для нач. проф. образования. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 416 с.
4. Лукьянов Э.Е., Стрельченко В.В. Геолого-технологические исследования в процессе бурения. – М.: Нефть и газ, 1997. – 688 с.
5. Шматченко С.Н. Геофизические исследования и работы в скважинах. // Геолого-технологические исследования в скважинах. – Уфа: Информреклама, 2010. – Т. 7. – 248 с.

ВЛИЯНИЕ ЛИТОЛОГО-ПЕТРОГРАФИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ПОРОД НА ИХ ФИЛЬТРАЦИОННО-ЕМКОСТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Жэнь Сюйцин, Н.М. Недоливко

Научный руководитель доцент Н.М. Недоливко

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Целью исследований является выявление влияния литолого-петрографических особенностей пород-коллекторов на формирование их емкостно-фильтрационных свойств.

Объектом исследования послужил керн скважин 102, 104, 156, 187 Крапивинской и 2287, 2288 Первомайской площадей, отобранный из отложений васюганской свиты (продуктивный горизонт Ю₁, верхняя юра), развитой в пределах юго-западной части Моисеевского куполовидного поднятия на юге Каймысовского свода (Западная часть Томской и частично Омская области).

Изученные породы представлены песчаниками с низкими фильтрационными свойствами, и по проницаемости относятся к IV–VI классам коллекторов (по А.А. Ханину). Проницаемость их меняется от 0,28 до $24,3 \times 10^{-3}$ мкм², открытая пористость составляет 14,1–15,9 %.

Породы-коллекторы четвертого класса представлены среднезернистыми (фракция от 0,25–0,5 мм составляет 19–42 %) и мелкозернистыми (0,1 до 0,25 мм составляет 20–55 %) песчаниками, содержащими примесь грубозернистого (фракция более 1 мм составляет до 7 %), крупнозернистого (0,25–0,5 мм – 9–22 %) и алевритового (0,001–0,1 мм – 9–17 %) материала. Максимальные размеры обломочных зерен колеблются в пределах 0,76–0,99 мм при медианных значениях диаметров зерен (Md), изменяющихся от 0,20 до 0,36 мм. Отсортированность (So) обломочного материала хорошая, реже – средняя; коэффициент отсортированности равен 1,71–2,38.

В составе обломочной части песчаников преобладают кварц (30–42 %) и обломки пород (33–36 %), несколько меньше (23–27 %) содержание полевых шпатов. Среди обломков пород значительное место принадлежит устойчивым зернам кремнистых пород (5–9 %), кислых эффузивов (4–13 %) и гранитоидов (4–11 %). Менее устойчивые обломки кремнисто-сланцевых и глинистых пород, а также основных эффузивов и пегматитов встречаются в меньшем количестве. Отмечается также низкое содержание в породах седиментогенных слюды и хлорита, и аутигенных глауконита, пирита и лейкоксена.

Цемент (содержание 7–16 %) преимущественно порового типа, состоит из каолинита (2–6 %), смешанного неразделенного материала каолинит-хлорит-гидрослюдистого состава (1–6 %), иногда кальцита (до 5 %), сидерита (до 3 %) и пирита.

Поровое пространство коллектора сформировано межзерновыми, внутризерновыми и межпакетными (в каолиновом цементе) порами. Поры изометричные и с извилистой формой сечения, распределены относительно равномерно, размер их сечений от 0,01–0,25 мм. Открытая пористость 14,1–15,9 %; проницаемость – $10,1–24,3 \times 10^{-3}$ мкм².

Породы-коллекторы пятого класса отличаются более мелкозернистым фракционным составом. Объем грубо- и крупнозернистых фракций сокращается, несмотря на то, что в отдельных образцах количество их сопоставимо с таковым в песчаниках IV класса и может достигать до 8 и 22 % соответственно. В общем случае, сокращается и количество среднезернистой составляющей, хотя единичные образцы содержат до 43 % среднепсаммитовой фракции с размером обломков от 0,5 до 0,25 мм. Более выражено увеличение содержания мелкозернистых песчаных и алевритовых фракций, составляющих соответственно 20–64 и 7–51 %. Максимальные и медианные размеры зерен также уменьшаются до 0,20–0,97 мм и до 0,10–0,35 мм соответственно. Широкий гранулометрический разброс выражен в ухудшении отсортированности ($S_0=1,80–2,81$).

По литологическому составу песчаники близки к описанным выше: содержание кварца в них незначительно увеличено 32–45 %; обломков пород (30–35 %) и полевых шпатов (21–28 %) несколько снижено.

Содержание цемента возрастает до 12–25 %; меняется и тип цементации: участки с базальной и пленочно-порово-базальной цементацией сочетаются с участками распространения базально-порового и порового цемента; все чаще встречается цемент базально-порового типа. Состав цемента непостоянный: в одних образцах отмечается повышенное содержание карбонатов (до 15 %), в других – высокое содержание пелитоморфного или мелкошуйчатого неразделенного глинисто-хлорит-сланцевистого (до 14 %) цемента, в третьих – поровое пространство выполнено хорошо раскристаллизованным каолиновым цементом (до 10 %). Чаще же в пределах одного шлифа отмечается сочетание всех перечисленных цементов, а также присутствие примеси пирита и лейкоксена.

Поровое пространство сформировано сочетанием межзерновых, внутризерновых и межпакетных (в каолиновом цементе) пор, размеры сечений которых, хотя и сопоставимы с размерами пор в коллекторах IV класса (0,01–0,25 мм), но объем свободных пор существенно сокращается (до 13,8 %). Поры имеют извилистую форму сечения, реже изометричны. Распределение их неравномерное, много тупиковых и частично заполненных цементом пор. Свободные поры единичны, а сообщаемость их слабая, проявлена участками вследствие изолированности цементом. Вариации открытой пористости в изученных образцах находятся в пределах 9–15,5 %, а проницаемости – 1–8,6 × 10⁻³ мкм².

В породах-коллекторах VI класса обломочная часть представлена существенно мелкозернистыми фракциями; крупнопесчаная фракция либо отсутствуют, либо количество ее незначительно и составляет до 4–14 %. Содержание среднезернистого материала также невелико (5–32 %), а роль мелкопесчаной (38–65 %) и алевритовой (11–34 %) фракций существенно увеличивается. Максимальные диаметры зерен меняются в очень широких пределах: от 0,25 до 0,95 мм; медианные размеры обломков укладываются в мелкозернистый спектр и составляют 0,12–0,25 мм. Отсортированность осадка крайне изменчива: от хорошей до плохой ($S_0=1,71-3$).

Наблюдаются некоторые изменения и в составе обломочной части: еще больше увеличивается содержание кварца (37–49 %), как минерала наиболее устойчивого к истиранию и вторичному замещению, а количество полевых шпатов (17–24 %) обломков пород (23–27 %) уменьшается, причем к последним, отнесены и зерна сильно измененных полевых шпатов (слюдисто-глинистого и глинисто-слюдистого состава). В коллекторах VI класса отмечается возрастание количества цемента (до 16–22 %) и смена типа цемента (преобладает базально-поровый и участками базальный тип). Состав цемента, как и в предыдущих случаях, непостоянный и сложный. В шлифах неравномерно распределен поровый каолиновый цемент (до 7 %), широко проявлена карбонатизация (6–20 %), высока роль полиминерального неразделенного глинисто-хлорит-слюдистого цемента (2–8 %).

Пустотно-поровое пространство в коллекторах VI класса представлено в основном межзерновыми порами и их послыжными скоплениями, поры внутризерновые и в каолиновом цементе встречаются реже. Поры распределены неравномерно, чаще всего сообщающиеся поры отмечаются в отдельных изолированных цементом участках или в мелких прослойках. Канальцы между порами очень тонкие, извилистые. Доминируют тупиковые поры. Размер сечений пор – 0,01–0,15 мм, канальцев – 0,01–0,02 мм. Пористость пород невысокая и измеряется 4,6–12,7 %, проницаемость составляет 0,28–0,82 × 10⁻³ мкм².

Таким образом, в ряду: коллекторы IV – V – VI класса наблюдается уменьшение содержания крупно- и среднеобломочных фракций при одновременном возрастании алевритовой и глинистой составляющих; уменьшаются значения максимальных и медианных диаметров зерен; ухудшается отсортированность. Особенности состава терригенной части выражены в возрастании роли кварца и заметном снижении роли полевых шпатов и обломков пород, при этом в коллекторах улучшенного качества в составе обломков пород отмечается повышенное количество гранитоидов и кислых эффузивов, а в коллекторах низкого качества повышена роль глинистых и слюдяных обломков, образованных по полевым шпатам.

Накладывают отпечаток на емкостно-фильтрационные свойства пород, как минеральный состав цементирующего материала, так и его общее содержание. Так, в коллекторах IV класса по сравнению с коллекторами V и VI класса уменьшено количества цемента, его карбонатной составляющей и неразделенного цемента смешанного состава и повышена роль раскристаллизованного каолинита.

Таким образом, физические параметры пород-коллекторов различных классов обусловлены их гранулометрическим составом, степенью отсортированности обломочного материала, составом обломков, количеством и типом цемента, типом, размерами и распределением порового пространства. Подобные закономерности были установлены нами ранее на Западно-Моисеевском участке Двуреченского месторождения, приуроченного к южной части Каймысовского свода [1].

Литература

1. Влияние гранулометрического и минералогического состава на формирование коллекторских свойств песчаников пласта Ю₁³ Западно-Моисеевского участка Двуреченского месторождения (Томская область) / Н.М. Недоливо, А.В. Ежова, Т.Г. Перевертайло и др. // Известия Томского политехнического университета, 2004. – Т. 307. – № 5. – С. 48 – 54.

УТОЧНЕНИЕ ЛИТОЛОГО-ФАЦИАЛЬНОЙ МОДЕЛИ ПРОДУКТИВНОГО ПЛАСТА Ю₁³ ОДНОГО ИЗ НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЮЖНОГО СКЛОНА КАЙМЫСОВСКОГО СВОДА НА ОСНОВАНИИ НОВЫХ ДАННЫХ ПО КЕРНУ (ТОМСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Е.В. Индаева

Научный руководитель научный сотрудник Я.Н. Рощина

Томский научно-исследовательский проектный институт нефти и газа, г. Томск, Россия

Исследуемое нефтяное месторождение расположено на западе Томской области в пределах Моисеевского куполовидного поднятия, осложняющего южный склон Каймысовского свода. При создании геологической модели в рамках подсчета запасов, выполненного в ОАО «ТомскНИПИнефть» в 2010 г., была сформирована и принята литолого-фациальная модель пласта Ю₁³, включающая три группы фаций: Ф1 (верхний,

нижний пляж); Ф2 (верхняя часть предфронтальной зоны пляжа, переходная зона пляжа); Ф3 (устьевой бар, нижняя часть предфронтальной зоны пляжа, переходная зона пляжа, устьевой бар).

Объединение описываемых фаций в три группы и их нумерация сверху вниз проводилось в соответствии с петрофизической типизацией коллекторов пласта Ю₁³, построенной на основании данных исследования керна, результатов испытаний пластов и геофизических исследований скважин (ГИС) [2].

В исследовании Г.Г. Кравченко на карте толщин суммарной мощности отложений групп фаций Ф1, Ф2 и Ф3, составляющих песчаный пласт Ю₁³, наблюдается постепенное её увеличение в западном направлении. Толщина пласта Ю₁³ варьирует от 13 м на северо-востоке (скв. 213Р) до 27 м на юго-западе (скв. 222Р) месторождения [1].

Актуальность данной работы обусловлена необходимостью уточнения литолого-фациальной модели залежи по керну вновь пробуренных скважин в части: а) средних толщин отложений групп фаций Ф1, Ф2, Ф3; б) более точной локализации положения песчаных тел с повышенными фильтрационно-емкостными свойствами (ФЕС).

Для этого был проведен анализ керового материала по 48-ми ранее пробуренным и 16-ти вновь пробуренным скважинам. На первом этапе работы по литологическим колонкам определялись толщины отложений групп фаций Ф1, Ф2 и Ф3. В случаях неполного выноса керна измерение проводилось по кривым каротажей ГИС. На втором этапе осуществлялось построение карт-схем толщин отложений указанных групп фаций (рис.).

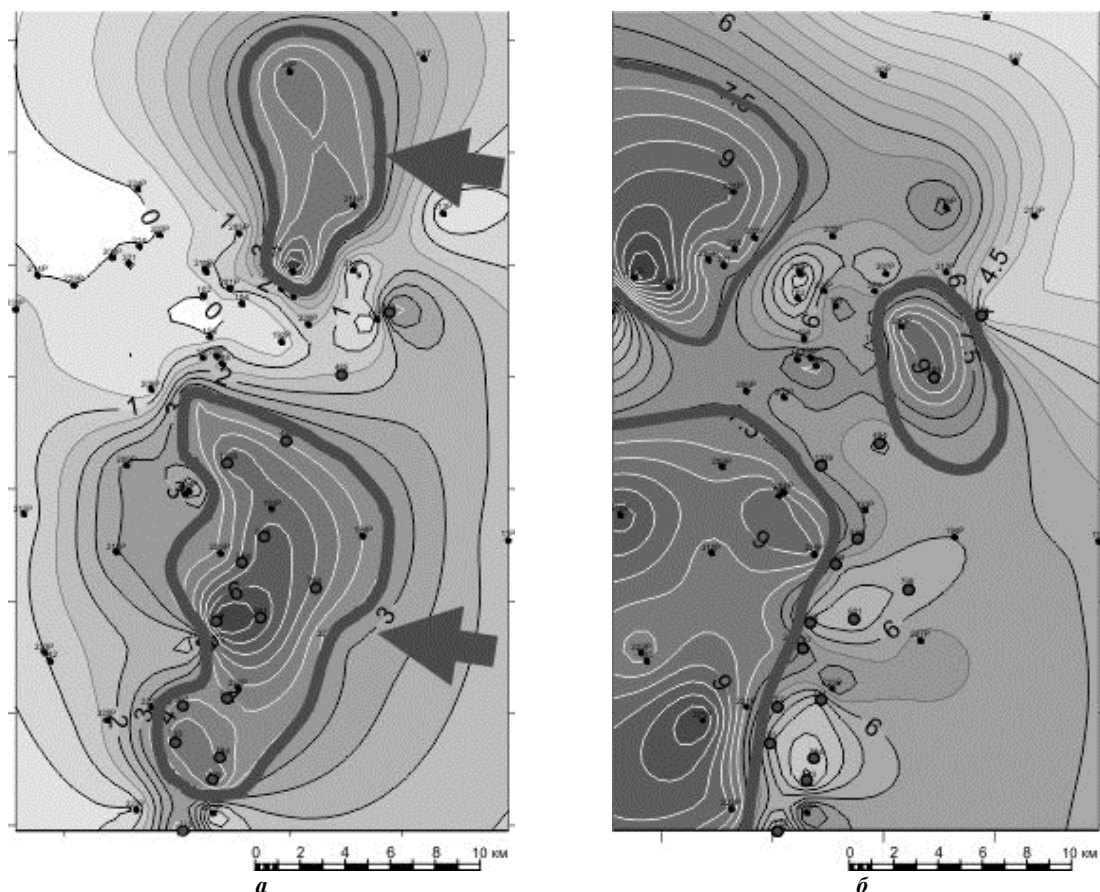


Рис. Карты-схемы толщин отложений: а) устьевых баров б) предфронтальной зоны пляжа. Тёмными линиями показаны контуры депоцентров. Стрелками показано предполагаемое направление привноса обломочного материала

На третьем этапе на картах-схемах были выделены 3 географических зоны уточнения параметров исходной модели: северо-восточная, центральная и юго-западная, включающие 12 ранее пробуренных скважин и 16 скважин уплотняющего бурения. Далее в пределах данных зон проводилась группировка ранее и вновь пробуренных скважин, что позволило уточнить прежние значения толщин групп фаций Ф1, Ф2, Ф3 и определить общий тренд их изменений. В одну группу были взяты скважины, расположенные на расстоянии друг от друга 1–5 км. На четвертом этапе впервые были построены карты-схемы отдельно для отложений верхней предфронтальной зоны пляжа и устьевых баров, которые ранее входили в состав групп фаций Ф2 и Ф3.

В результате анализа карт-схем исследуемого района автором построена таблица распределения толщин групп фаций Ф1, Ф2, Ф3 по зонам расположения ранее и вновь пробуренных скважин.

Таблица

Распределение толщин групп фаций Ф1, Ф2, Ф3 по северо-восточной (СВ), центральной (Ц) и юго-западной (ЮЗ) зонам расположения ранее и вновь пробуренных скважин

Средние значения толщин групп фаций	Группы фаций / зоны расположения скважин, м											
	Ф1			Ф2			Ф3			Сумма		
	СВ	Ц	ЮЗ	СВ	Ц	ЮЗ	СВ	Ц	ЮЗ	СВ	Ц	ЮЗ
Ранее полученные	3,0	5,3	5,0	5,0	8,3	7,9	5,0	6,2	9,8	13,0	19,8	22,7
Уточненные	4,4	5,6	4,9	5,7	7,3	5,9	4,3	5,7	9,2	14,4	18,6	20,0

Анализ таблицы показывает, что уточнённое среднее значение толщин группы фаций Ф1 в северо-восточной зоне больше ранее полученного значения на 1,4 м; в центральной и юго-западной зонах – различается незначительно. Подтверждается увеличение толщин в центральной зоне. Уточнённое среднее значение толщин группы фаций Ф2 в северо-восточной зоне больше ранее полученного на 0,7 м; в центральной и юго-западной зонах – меньше на 0,5 и 0,6 м соответственно. Подтверждается увеличение толщин в центральной зоне. Уточнённое среднее значение толщин группы фаций Ф3 в северо-восточной зоне меньше ранее полученного значения на 0,7 м; в центральной и юго-западной зонах – меньше на 1,0 и 2,7 м соответственно. Подтверждается увеличение толщин по линии северо-восток – центр – юго-запад.

Кроме того, данные по керну вновь пробуренных скважин позволили описать изменение положения отложений верхней части предфронтальной зоны пляжа и устьевых баров.

Устьевые бары представляют собой песчаные тела, образовавшиеся в результате выноса терригенного материала каналами дельтовых протоков. Учитывая выявленный ранее наклон дна бассейна в западном направлении и вытянутую в меридиональном направлении форму устьевых баров можно предположить, что привнос песчаного материала в них осуществлялся дельтовыми протоками, расположенными восточнее (рис. а). Это подтверждает предположение Г.Г. Кравченко о том, что «...дистрибутивный канал дельтовой протоки находился южнее или юго-восточнее района исследований» [1]. Можно отметить, что на построенных картах-схемах четко виден процесс миграции отложений устьевых баров на 2,5–4,0 км из центральной зоны района исследования на запад (рис. а), чему способствовал наклон дна бассейна в этом же направлении. Причиной этого, по мнению автора, стало то, что обломочный материал в устьевых барах, как правило, немедленно после осаждения подвергается переработке волновыми процессами с выносом его в пониженные участки морского дна. Об этом косвенно свидетельствуют более размытые границы песчаных тел предфронтальной зоны пляжа и их несколько увеличенная по сравнению с устьевыми барами площадь (рис. б).

Таким образом:

1. Подтверждается зафиксированный в исходной литолого-фациальной модели тренд увеличения суммарных толщин групп фаций в направлении «северо-восток – центр – юго-запад». В тоже время, средние суммарные значения толщины пласта Ю₁³ уточнённой модели для северо-восточной зоны больше на 1,4 м; центральной и южной зон – меньше на 1,2 и 2,7 м соответственно.

2. Анализ карт-схем толщин отложений устьевых баров и верхней предфронтальной зоны пляжа показывает их тесную пространственную связь: осадки верхней части предфронтальной зоны пляжа образовались в процессе волновой переработки отложений устьевых баров и оказались расположенными на 2,5–4,0 км западнее них. Высказано аргументированное предположение о том, что вынос терригенного материала для устьевых баров осуществлялся каналами дельтовых протоков, располагавшимися на юго-востоке района исследований.

3. Новые данные по керну 16 скважин подтверждают основные положения исходной литолого-фациальной модели месторождения, принятой в подсчёте запасов 2010 г.

Литература

1. Кравченко Г.Г. Модель формирования продуктивных пластов горизонта Ю₁ ... месторождения нефти (Юго-восток Западной Сибири): автореф. дис. канд. геол.- минер. наук. – Томск, 2010. – 23 с.
2. Фациально-ориентированные геологические модели как фактор снижения неопределенностей геологического строения нефтяных месторождений Западной Сибири / С.В. Парначёв, Е.А. Жуковская, Г.Г. Кравченко и др. – Нефтяное хозяйство, 2011. – Т. XX. – № 2. – С. 2 – 6.

ОСОБЕННОСТИ МИНЕРАЛЬНОГО СОСТАВА НЕФТЕГАЗОНОСНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ В ЗОНАХ ФЛЮИДОМИГРАЦИИ ВАНКОРСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯЕ.Р. Исаева¹, Ю.М. Лопушняк², Н.Ф. Столбова¹¹Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия²Томский научно-исследовательский проектный институт нефти и газа, г. Томск, Россия

Юрско-меловая толща в пределах Ванкорского месторождения представляет собой морские, лагунные и континентальные осадки: обломочные и глинистые породы, их переходные разновидности (песчаники, алевролиты, аргиллиты, нередко с прослоями углей). В процессе становления отложения претерпели не только: седиментационно-диагенетические, ката- и метагенетические преобразования, возникшие в период погружения осадочного бассейна, но также и дислокационно-метасоматические [1], которые породы претерпели во время инверсионного этапа развития территории.

Для изучения особенностей флюидомиграции в разрезе скважины Ванкорская 11 был проведен комплекс исследований. В первую очередь, с помощью ядерно-геохимического метода [2] были выявлены зоны с положительными (нефтематеринские породы, породы-флюидоупоры) и отрицательными (зоны выноса, флюидомиграции, возможные породы-коллекторы) аномалиями. И из пород выделенных зон сделаны шлифы и отобраны образцы для рентгеноструктурного анализа. Результаты исследований изложены ниже.

В пределах зон отрицательных аномалий породы представлены в основном песчаниками с мелко- и среднезернистой структурой. Текстуры их однородные, слаболитифицированные, пористые. Однако встречаются и тонкозернистые рассланцованные алевролиты. Для них характерны следующие особенности: катаклиз, трещиноватость, повышенная пористость и проницаемость, и главное, значительное проявление вторичного минералообразования.

В пределах положительных аномалий породы представлены аргиллитами и алевролитами с большим содержанием урана и органического вещества. Уплотненные породы часто сопровождаются окисленными битумами и представляют собой флюидоупоры. Именно под ними чаще всего формируются зоны отрицательных литогеохимических аномалий, обогащенных газовыми и жидкими углеводородами.

Выделять минеральные ассоциации стадийного и наложенного эпигенеза достаточно сложно из-за конвергентности признаков того и другого явлений. В этом случае принято говорить о процессах последующих или вторичных изменений, о вторичном минералообразовании. Появляются участки карбонатизированных, окварцеванных или глинизированных пород. Процессы сопровождаются деструкциями пород, связанных с выщелачиванием исходных и новообразованных минералов.

В диагенезе породы подвергаются уплотнению, неустойчивые обломки пород, полевые шпаты разрушаются, глинизируются, но такие же изменения и, может быть даже более значительные, возможны при дислокационно-метасоматических преобразованиях, способствовавших интенсивному растворению терригенной составляющей песчаников и развитию вторичной пористости.

В тех интервалах, где в достаточной степени присутствует захороненное органическое вещество, особенно в тонкозернистых и глинистых осадках, благодаря действию сульфатредуцирующих бактерий в диагенезе происходит сидеритизация и пиритизация пород. В таблице 1 видно, что сидерит в небольшом количестве содержится практически в каждой изучаемой свите, но его повышенное содержание тяготеет к яновстанской и леонтьевской свитам, а пирит обнаружен только в яновстанской свите. Исследования леонтьевской свиты позволили установить присутствие в породах диагенетического сидерта на глубине 3930-3990 м. В алевро-пелитовых породах он располагается пятнами и тяготеет к разложенным остаткам растительного детрита. Агрегаты сидерита часто полностью замещают детрит, сохраняя характерные его формы, реже они включают разложенное органическое вещество, превращенное в красный гелифицированный кероген.

Катагенетические изменения связаны с дальнейшими структурно-текстурными и минеральными изменениями пород. На фоне механического уплотнения и прогрессирующей гравитационной коррозии растворяются терригенные обломки, образуются конформные сочленения зерен, формируются новые аутигенные минералы, заполняющие поровое пространство и замещающие исходные зерна – это регенерационный кварц, доломит, кальцит, серицит. Углекислотный метасоматоз, развивающийся в нефтегазоносных отложениях, усиливает процессы растворения.

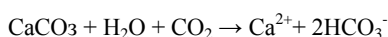
В процессе углекислотного метасоматоза вторичное минералообразование связано с внедрением в, как правило, слабощелочную среду осадочной толщи агрессивных углекислотных глубинных флюидов, что вызывает ионные реакции [1]. Это создает не свойственную для осадочных пород кислую обстановку, с pH около 4-5. Установлено, что при этом реакция идет по обычной схеме «наложенного эпигенеза». Происходит растворение и вынос некоторых элементов:

исходный алюмосиликат + CO₂ + H₂O → глинистый минерал + HCO₃⁻ + катионы щелочей и щелочных земель.

И таким образом, содержащиеся в полевых шпатах наиболее подвижные петрогенные компоненты K₂O, Na₂O, в условиях кислотных флюидов, выносятся в первую очередь. Полевые шпаты оказываются подверженными замещению глинистыми минералами и минералами с наименее подвижными компонентами. Чаще всего остаются глиноземсодержащие компоненты в виде каолинита или аморфного Al(OH)₃, а так же гидрослюда (иллита).

Воздействие на полевые шпаты более интенсивно происходит вдоль дислокационных трещин и трещин спайности и часто, при более сильном воздействии, образуются «губкоподобные» минералы с многочисленными порами. Формирующееся межобломочное пустотное пространство в ряде случаев объединяется в крупные поры, каверны и значительные по объему пустоты.

Сложный набор петрогенных компонентов, более характерный для щелочных сред, способствует и образованию многообразных минеральных форм и их ассоциаций. Эти процессы характерны для зон щелочных растворов с рН до 10–11 [1], где происходит увеличение концентрации гидрокарбонатных ионов и ионов щелочноземельных и щелочных элементов. Образование карбонатов происходит в условиях снижения парциального давления в системе. При этом пересыщенный углекислотой раствор вскипает, теряя CO₂ и становясь более щелочным. При росте щелочности из растворов выпадают новые минеральные фазы – карбонаты (кальцит, доломит, сидерит), гидрослюды, мусковит, кварц. Образуются карбонатные, гидрослюдистые цементы, регенерационный кварц и другие минералы. Процесс карбонатизации и формирования новых минеральных ассоциаций приводит к уплотнению пород. Описываемый процесс можно представить в виде следующей реакции:



Данная реакция может многократно повторяться и в результате образуются зоны карбонатизации, которые связывают с выходами углекислого газа по ослабленным тектоническим зонам [1]. Интенсивность углекислотного метасоматоза подчеркивается образованием мономинеральных цементов. Образуются сплошные линзы с карбонатным цементом, как например, в нижнехетской, сиговской и леонтьевской свитах.

В разрезе скважины повсеместно развиты процессы хлоритизации и мусковитизации. Новообразованный хлорит изначально имеет бурую окраску, затем перекристаллизовывается в зеленый хлорит с аномальными синими цветами интерференции. Усиление степени преобразования пород под воздействием постседиментационных процессов сопровождается образованием мусковита из гидрослюды, а также формированием чередующихся пакетов хлорита и мусковита.

Также довольно часто наблюдается процесс образования аутигенного альбита, особенно в малышевской и леонтьевской свитах (табл.). Формирование вторичного альбита происходит за счет флюидов, содержащих ионы натрия и кремния. Описываемый процесс происходит в условиях литостатического давления и усиливается при развитии дислокационных процессов за счет увеличения растворимости терригенного альбита, содержание которого достигает 20 % во всех обломочных породах отложений скважины.

Таблица
Результаты рентгеноструктурного анализа нефтегазоносных отложений Ванкорского месторождения

Минералы	Содержание минералов, %								
	Як, гл. 1663,8	Нх, гл. 2661,5	Нх, гл. 2788	Сиг, гл. 3377,6	Мал, гл. 3526,4	Мал, гл. 3564,1	Ян, гл. 3190- 3200	Леон., гл. 3950	Леонт, гл.3967, 5
	U/Al ₂ O ₃ =0.10 у.е.*	U/Al ₂ O ₃ =0.11 у.е	U/Al ₂ O ₃ =0.12 у.е	U/Al ₂ O ₃ =0.12 у.е	U/Al ₂ O ₃ =0.11 у.е	U/Al ₂ O ₃ =0.30 у.е	U/Al ₂ O ₃ =0.23 у.е	U/Al ₂ O ₃ =0.21 у.е	U/Al ₂ O ₃ =0.12 у.е
Альбит	20,0	26,8	20,6	20,9	27,7	25,5	18,8	21,4	31,5
Анортит	3,5	7,5	6,8	8,2	1,4	2,8	1,7	0,0	3,7
Доломит	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4	1,1	1,1
Иллит	1,8	4,3	1,3	1,5	1,3	7,7	7,7	9,7	5,8
Кальцит	0,0	0,0	1,0	8,9	0,0	0,0	8,2	0,0	1,2
Каолинит	5,0	7,8	1,1	1,1	3,4	4,0	2,0	4,8	1,9
Кварц	43,8	26,7	25,2	20,5	42,6	26,2	30,7	32,2	34,1
Микроклин	9,3	5,8	9,6	5,6	2,2	1,2	1,1	0,0	0,0
Мусковит	0,0	1,1	1,5	1,2	1,8	7,8	10,2	13,1	4,1
Ортоклаз	15,6	14,8	30,2	30,6	18,4	18,7	5,0	3,1	9,4
Пирит	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,3	0,0	0,0
Сидерит	1,0	1,3	1,0	1,5	0,0	1,3	2,0	3,6	1,7
Иллит-Смектит	0,0	0,2	0,6	0,0	0,0	0,0	2,4	0,0	0,0
Хлорит	0,0	3,7	1,1	0,0	1,2	4,8	5,5	11,0	5,5

Условные обозначения: як – яковлевская (K_{1jak}), нх – нижнехетская (K_{1nch}), ян – яновстанская (J_{3-K1jan}), сиг – сиговская (J_{3sg}), мал – малышевская (J_{2ml}), леонт – леонтьевская (J_{2ln}) свиты. Гл. – глубина отобранного образца

*U/Al₂O₃=0.10 у.е – в неизмененных аломосиликатах отношение U/Al₂O₃ равно 0,18.

Таким образом, формирование порово-трещинного пространства пород начинается при седиментации осадков и завершается постседиментационными – стадийными и наложенными процессами. В результате последних происходит перераспределение вещества, в особенности за счёт выноса щелочных и щелочноземельных элементов (особенно Na, Ca и K). Более интенсивное проявление процессов выноса петрогенных компонентов из вмещающих пород приводит к разрушению катагенетической межзерновой

структуры пород, и в результате на месте сложных контактов возникают межзерновые каналы и, при благоприятных условиях формируются зоны вторичных высокопористых пород [3].

Литература

1. Лебедев Б.А. Геохимия эпигенетических процессов в осадочных бассейнах. – Л.: Недра, 1992. – 239 с.
2. Столбов Ю.М., Фомин Ю.А., Столбова Н.Ф. Возможность применения прикладной геохимии урана при исследовании процессов наложенного эпигенеза терригенных отложений Западной Сибири / Геохимическое моделирование и материнские породы нефтегазоносных бассейнов России и стран СНГ // Тр. II. Международной конференции. – С-Петербург.: Изд-во ВНИГРИ, 2000. – С. 160 – 171.
3. Япаскорт О.В. Стадиальный анализ литогенеза. Учебное пособие. – М.: Изд-во МГУ, 1995. – 142 с.

ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ ОТЛОЖЕНИЙ ГОРИЗОНТА АВ1 ТИПА «РЯБЧИК» МЕСТОРОЖДЕНИЙ НИЖНЕВАРТОВСКОГО СВОДА

О.А. Исаева

Филиал ООО «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг» «КогалымНИПИнефть», г. Тюмень, Россия

Целью работы является изучение отложений горизонта АВ1 месторождений Нижневартовского свода (Лас-Ёганское, Нивагальское, Урьевское), имеющих «рябчиковые» текстуры, и характеристика их фильтрационно-ёмкостных свойств. Объектом исследования являются терригенно-осадочные отложения горизонта АВ1, относящиеся к нижней подсвите алымской свиты аптского яруса нижнего мела. В качестве материала для проведенных исследований использовался керн из отложений горизонта АВ1 Лас-Ёганского (скважины 187р, 3001п/30б, 3331ц/250, 9609/306б, 9617/220), Нивагальского (скважины 215р, 267п, 2635/480) и Урьевского (25п, 7673) месторождений. К основным методам исследований относятся литологические (макрописание керна с определением структурно-текстурных особенностей и выделением литотипов) и лабораторные (оптико-микроскопические, гранулометрические, рентгенографические и петрофизические) методы.

Район исследований находится в центральной части Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции, Среднеобской нефтегазоносной области. В тектоническом плане Лас-Ёганское, Нивагальское и Урьевское месторождения приурочены к Нижневартовскому своду, осложненному структурами II, III, и IV порядков [5]. Особенностью разреза горизонта АВ1 является широкое развитие в продуктивных отложениях так называемых «рябчиковых» текстур, имеющих сложный литологический состав, обусловленный быстро меняющимися фациальными условиями бассейна седиментации. Они представлены тонким переслаиванием двух или трех литотипов (песчаников, алевролитов и глин), создающих «рябчиковую» текстуру. В алевроито-песчаных отложениях преобладают пологоволнистые и линзовидные текстуры; в опесчаненных разностях – линзовидно-волнистые. Глинистые прослои имеют толщину от 1 мм до 2–3 см и более, сложены тонкой агрегатной смесью глинисто-гидрослюдистых минералов. Песчано-алевритовые породы такого типа получили название «рябчики» (глинистые коллекторы).

Выделение литотипов осуществлялось по классификации Ф. Петтиджона, основанной на текстурно-структурных особенностях отложений [2], согласно которой выделено четыре типа «рябчиков»: сильно глинистый (содержание глинистого материала от 35 % и выше), глинистый (20–35 %), слоистый (10–20 %) и опесчаненный (менее 10 %). Следует отметить, что выделенные типы «рябчиков» в целом представляют собой неравномерное или сравнительно неравномерное сочетание двух, а иногда трех литотипов. Кроме того, в изученных разрезах наблюдаются интервалы, представленные нефтенасыщенными песчаниками и алевролитами с флазерной и косой сходящейся слоистостью.

В результате исследования керна материала, построены литологические колонки, дана полная литолого-петрографическая характеристика литотипов. Породы «рябчики» залегают на глубине от 1848,0–1895,0 м до 1960,0 м. В изученных разрезах скважин Нивагальского и Урьевского и 187р и 9609/306б Лас-Ёганского месторождения отмечаются все литологические разности «рябчиков»; в разрезах скважин 3001п/30б и 3331ц/250 (Лас-Ёганское месторождение) наблюдаются 1–2 литотипа «рябчиковых» текстур (рис. 1).

Всего было исследовано 100 образцов: 16 образцов представлены сильно глинистыми «рябчиками» с неразвитой рябью; 32 образца – глинистыми с линзовидно-волнистой текстурой; 14 образцов – слоистыми «рябчиками» с пологоволнистой и линзовидно-волнистой слоистостью; 16 образцов – алевролитами мелко-крупнозернистыми, песчанистыми со сходящейся сильно срезанной слоистостью.

Опесчаненные нефтенасыщенные «рябчики» (22 образца) характеризуются линзовидно-волнистой, участками флазерной текстурой.

В образцах керна проведен рентгеноструктурный анализ, по результатам которого построена треугольная диаграмма (рис. 2). В глинистой составляющей преобладает каолинит (65–68 %), в меньшей степени гидрослюда и хлорит.

В распределении пород по разрезам скважин наблюдается закономерный характер. Отмечается, что сложный литологический состав и структурно-текстурные особенности обусловлены часто меняющимися фациальными условиями осадконакопления.

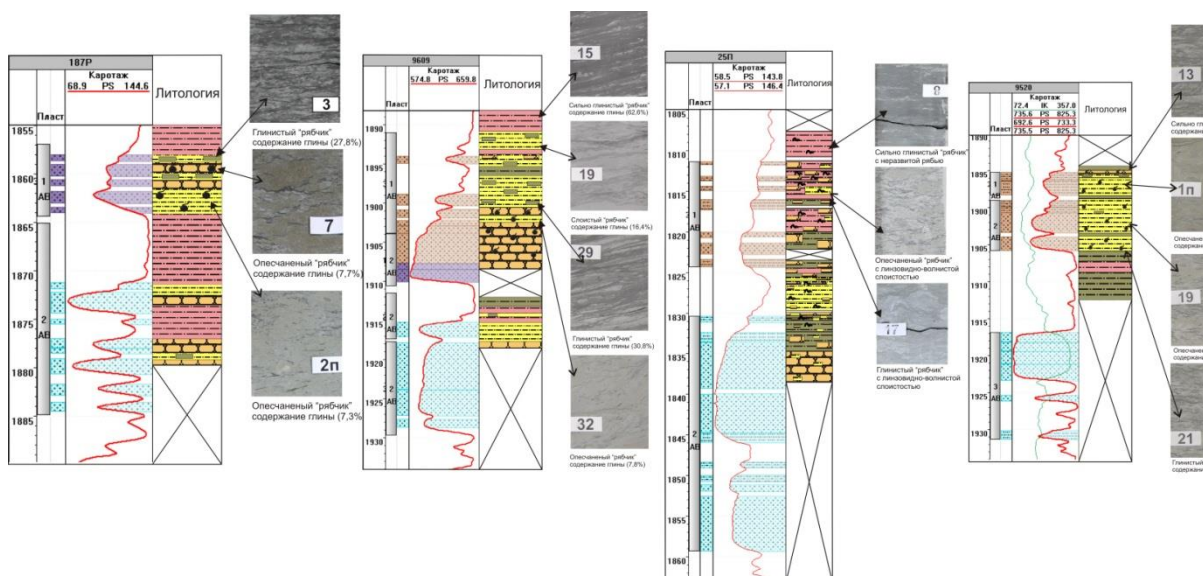


Рис. 1 Выделенные литотипы «рябчиков» в разрезах исследованных месторождений (скважины 187р, 9609, 25П, 9520)

В целом можно говорить о том, что отложения формировались, как в условиях штормовой шельфовой зоны, так и в полуизолированном малоподвижном бассейновом мелководье (макрофации БП), с участием прибрежных вихревых потоков [1, 3, 4].

Отложения горизонта АВ1 носят трансгрессивный характер, что отражается на электрометрических характеристиках по разрезам скважин.



Рис. 2 Распределение глинистых минералов в породах горизонта АВ1

Выделенные в разрезах скважин литотипы характеризуются различными фильтрационно-ёмкостными свойствами (табл.), в соответствии со значениями которых отложения являются коллекторами V и VI классов, т.е. преобладают коллекторы с весьма низкими фильтрационно-ёмкостными свойствами (рис. 3).

Таблица

Фильтрационно-ёмкостные свойства литотипов (Нивагальское, Лас-Ёганское месторождения)

Литотип	Кпрх 10 ⁻³ мкм ²	Кпо, %
Сильно глинистый «рябчик» с неразвитой рябью	0,07[1]	15,9 [4] 14,4-17,1
Глинистый «рябчик» с линзовидно-волнистой слоистостью	0,18[10] 0,04-0,86	16,2[11] 10,7-19,8
Слоистые «рябчики» с пологоволнистой текстурой	0,11[2] 0,09-0,13	16,4[2] 16,2-16,6
Алевриты мелко-крупнозернистые, (текстура слоистая, сходящаяся, сильно срезанная)	0,20[6] 0,04-0,51	12,8[8] 1,3-22,4
Опесчаненый «рябчик» с линзовидно-волнистой и флазерной текстурой	7,65[9] 0,59-21,58	20,8[8] 18,2-24,6

Лучшие коллекторы выделены в опесчаненных нефтенасыщенных «рябчиках» (V класс).

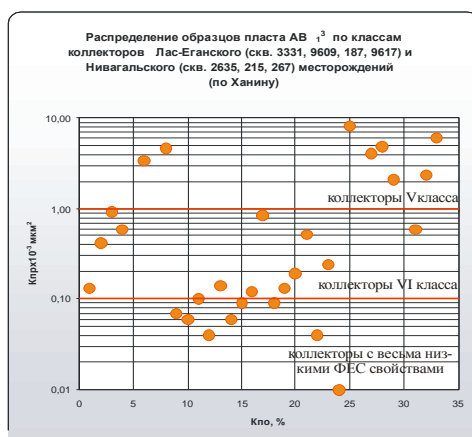


Рис. 3 Классы коллекторов пласта АВ₁³ Лас-Еганского и Нивагальского месторождений

В глинистых «рябчиках» с линзовидно-волнистой слоистостью, в слоистых «рябчиках» и опесчаненных «рябчиках» с линзовидно-волнистыми текстурами зависимости между пористостью и проницаемостью не установлены. Отсутствие связи объясняется неравномерным распределением и количеством опесчаненных линз и глинистых прослоев в объеме коллектора.

Несмотря на низкую проницаемость, породы характеризуются хорошей пористостью, что обусловлено наличием прерывистых микротрещин. Макро и микроскопические анализы, проведенные на исследованных образцах керна, позволяют сделать вывод о том, что для отложений этого типа, характерна прерывистая слепая трещиноватость, приуроченная к разделу литотипов (песчаников и глин). Трещиноватость, возникшая в исследованных отложениях, относится к эндо-кинетической [6].

В процессе седиментации глинистые прослои, входящие в состав песчаных тел, насыщались водой и обладали пластичностью. Существующие напряжения, обусловленные ротационным полем вращения Земли и формирующие ортогональную линейную систему механических напряжений, не привели к разрыву сплошности коллектора по слоистости. При уплотнении осадка в процессе литификации глины, глинистые породы становились более хрупкими, а существовавшие напряжения уже не могли компенсироваться пластичностью глинистого осадка. Между послойными участками с концентрацией глинистого материала и отложениями (песчаниками или алевролитами) возникла трещиноватость. В 12 образцах Урьевского месторождения (скв. 25, 7673) было изучено распределение пор методом ядерно-магнитного резонанса.

Таким образом, установлено, что условия формирования отложений горизонта АВ₁, носят трансгрессивный характер, о чем свидетельствуют как структурно-текстурные особенности исследованных пород, так и электрометрическая характеристика отложений по разрезам скважин. Разрезы характеризуются огрублением терригенного материала сверху вниз. С уменьшением глинистой составляющей, плотность пород уменьшается, а коэффициент пористости и проницаемости возрастает. Так, в верхней части разрезов исследованных скважин залегают породы со значительным содержанием глинистой компоненты. Ниже по разрезу глинистые «рябчики» замещаются опесчаненными «рябчиками», далее вниз наблюдаются прослои слоистых алевролитов и алевропесчаников с флазерными текстурами. Отложения в нижней части разреза, характеризуются улучшенными фильтрационно-емкостными свойствами, что обусловлено первоначальными признаками пород, в том числе распределением песчаной, алевритовой, глинистой фракций, сортировкой и медианным размером зерен. Отложения горизонта АВ₁ по исследованным месторождениям характеризуются разнообразием литотипов, сходными структурно-текстурными особенностями и условиями формирования, которые предполагают необходимость использования гибких технологий при разработке горизонта с целью достижения оптимальных значений КИН.

Литература

1. Алексеев В.П. Литолого-фациальный анализ. – Екатеринбург: УГГГА, 2003. – 147 с.
2. Петтиджон Ф.Дж. Осадочные породы. – М.: Недра, 1981. – 752 с.
3. Реддинг Х. Обстановки осадконакопления и фации. – М.: Изд-во Мир, 1990. – Т. 1. – 351 с.
4. Чернова О.С. Седиментология резервуара. – Томск, 2005. – 300 с.
5. Шпильман В.И., Змановский Н.И. Тектоническая карта центральной части Западно-Сибирской плиты. – Ханты-Мансийск, 1998.
6. Шульц С.С. Планетарная трещиноватость. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1973. – 176 с.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ГЕОХИМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА НЕФТЕМАТЕРИНСКИХ ПОРОД И КОЛЛЕКТОРОВ ОДНОГО ИЗ ПЕРСПЕКТИВНЫХ УЧАСТКОВ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

М.Ф. Казанцев

ОАО «Газпромнефть-Ноябрьскнефтегазофизика», г. Ноябрьск, Россия

Традиционно неотъемлемой частью среди задач, которые должны быть решены по окончании бурения скважин, является геохимическое исследование кернового материала. При этом геохимические исследования нефтематеринских пород являются главным этапом в характеристике нефтеносности исследуемого района, поэтому есть необходимость соответствующего исследования пород баженовской свиты, являющейся главной материнской породой Западно-Сибирского нефтегазоносного бассейна, и генетически связанных с ней углеводородных (УВ) флюидов. Естественно, что один метод исследования не может дать всю полную информацию, но хроматомасс-спектрометрический анализ (ХМС) достаточно эффективно справляется с такими задачами, как детализация геохимической характеристики потенциально нефтематеринских пород, установление типа органического вещества (ОВ) и условий его накопления, определение генетического типа нефти.

Ниже приведены результаты анализа 3 образцов пород, среди которых один образец темно-коричневого аргиллита (баженовской свиты), два образца песчаника межугольной ($Ю_1^{МУ}$) и подугольной ($Ю_1^{3-4}$) толщ (васюганской свиты) (табл.).

Таблица

Результаты ХМС анализа экстрактов из пород баженовской и васюганской свиты

Скважина	Свита, пласт	Образец	П/Ф	C_{29}/C_{27} Steranes	П/C ₁₇	Ф/C ₁₈	Ki
3-Аб	баженовская	аргиллит темно-коричневый битуминозный	1,55	0,95	0,85	0,60	0,73
3-Аб	васюганская, $Ю_1^{МУ}$	песчаник с запахом УВ	2,58	0,89	1,01	0,43	0,74
3-Аб	васюганская, $Ю_1^{3-4}$	песчаник с запахом УВ	5,11	4,93	0,72	0,12	0,40

В оценке зрелости ОВ пород использовались молекулярные параметры, основанные на относительном содержании различных компонентов, соотношение которых меняется с ростом зрелости ОВ. Для оценки генезиса нефтематеринской породы (НМП), типа и зрелости ОВ пород применили диаграмму Кеннона-Кессоу. Диаграмма основана на отношении $Ф/C_{18}$ к $П/C_{17}$ (рис. 1).

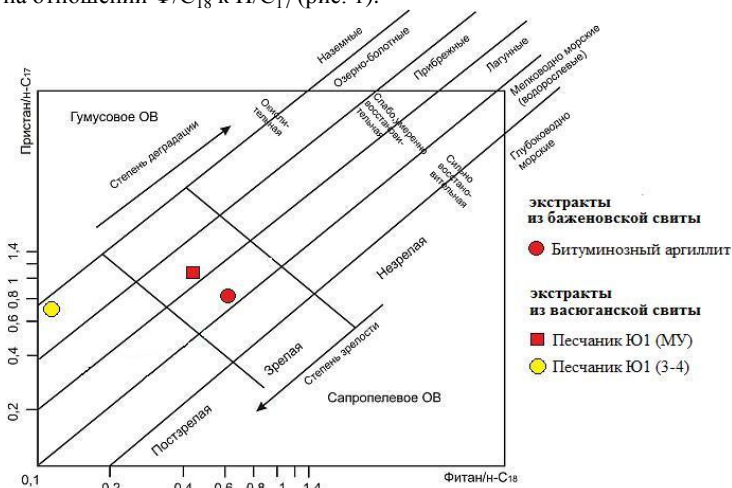


Рис. 1. Диаграмма Кеннона-Кессоу для оценки генезиса нефтематеринской породы (НМП) и зрелости ОВ

По результатам выполненной работы видно, что ОВ пород баженовской свиты, а также песчаников ($Ю_1^{МУ}$) васюганской свиты является зрелым; исходное ОВ прибрежно-лагунное, генезис НМП сапропелевый. Исходное ОВ песчаников ($Ю_1^{3-4}$) является озерно-болотным (дельтового типа), постзрелое, гумусовый генезис НМП. Из выше сказанного можно сделать следующие выводы: породы баженовской и васюганской свиты вступили в главную фазу нефтеобразования, с чем связано образование газообразных и жидких нефтяных углеводородов.

Высокобитуминозные, карбонатно-глинистые породы морского генезиса являются нефтематеринскими породами любых нефтегазоносных бассейнов, в частности Западной Сибири. Исследовательские работы (согласно И.В. Гончарову, 2003) показали, что в Томской области проявления нефтеносности связаны с тремя

основными нефтематеринскими породами, расположенными в верхней и нижней юре, а также палеозое. В соответствии с ними были выделены баженовский, тогурский и палеозойский типы нефтей.

Традиционно горизонт Ю₁ характеризуется баженовским типом нефтей, то есть источником ОВ служит баженовская свита, однако по данным исследования видно, что состав ОВ в породах горизонта Ю₁ меняется, и это связано с различными условиями осадконакопления (рис. 1).

Антиподом нефти баженовского типа является тогурский тип (тогурская свита). Тогурская свита является основной, после баженовской свиты, нефтематеринской породой Западной Сибири. В изучаемом районе и ближайших территориях она вскрыта в десяти скважинах. Тогурская свита обладает специфическим составом: буровато-серые, черные аргиллиты с редкими прослоями разнозернистых песчаников и алевролитов [2]. Формирование органического вещества происходит в слабо восстановительных или окислительных обстановках, не морской генезис осадконакопления.

Каждый тип имеет ряд существенных отличий в физико-химических свойствах, которые являются следствием их разного молекулярного состава. Для выявления генетического типа нефти автор рискнул применить диаграмму, основанную на отношении (П/Ф)/К_i [1]. В данной диаграмме обобщены результаты измерений (П/Ф)/К_i нефти типичных генетических групп (рис. 2).

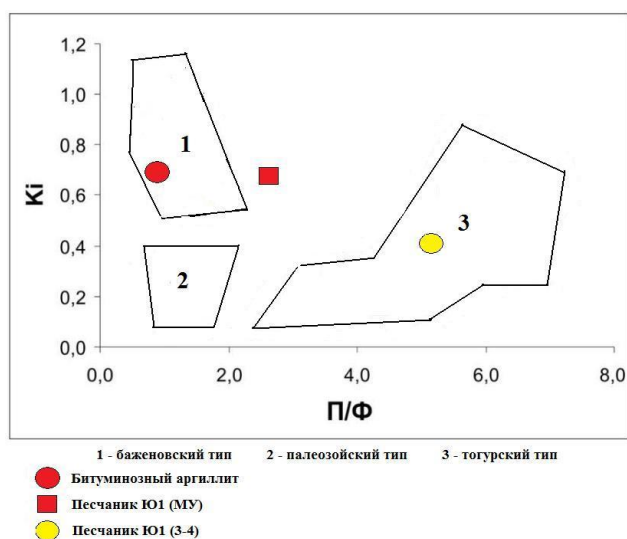


Рис. 2. Диаграмма отношения (П/Ф)/К_i для выявления генетического типа нефти
Примечания: (П/Ф) – отношение изопреноидов пристана и фитана, К_i – изопреноидный коэффициент, отношение суммы изопреноидных алканов пристана (П) и фитана (Ф) к сумме n-алканов C₁₇ и C₁₈

Результаты выполненных исследований позволяют говорить об участии двух основных источников генерации в данном перспективном районе. Генетический тип нефти в верхнеюрских отложениях (горизонт Ю₁) – смешанный, источником генерации являются породы баженовской свиты (баженовский тип), содержащие ОВ морского генезиса, и породы юрских отложений (пласт Ю₁³⁻⁴), содержащие неморской тип ОВ (тогурский тип).

Результаты геохимических исследований пород баженовской и васюганской свит показали:

1. ОВ пород баженовской свиты, а также песчаников (Ю₁^{МУ}) васюганской свиты является зрелым; исходное ОВ прибрежно-лагуное, генезис НМП сапропелевый. Исходное ОВ песчаников (Ю₁³⁻⁴) является озерно-болотным (дельтового) типа, постзрелое, гумусовый генезис НМП.

2. Породы баженовской и васюганской свиты вступили в главную фазу нефтеобразования, с чем связано образование газообразных и жидких нефтяных углеводородов.

3. В горизонте Ю₁ данного перспективного участка присутствуют две различные по природе залежи: в пласте Ю₁^{МУ} присутствует нефть смешанного генетического типа, а в пласте Ю₁³⁻⁴ – нефть тогурского типа.

Литература

1. Гончаров И.В., Носова С.В., Самойленко В.В. Генетические типы нефтей Томской области // Химия нефти и газа: Материалы V Международной конференции. – Томск: Изд-во Института оптики атмосферы, 2003. – С. 10 – 13.
2. Золотова О.В. Особенности макрорезервуаров и перспективы нефтегазоносности ниже-среднеюрских отложений северной части Усть-Тымской впадины // Геология нефти и газа, 1999. – № 3 – 4. – С. 12 – 19.

ХАРАКТЕРИСТИКА ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА БАЖЕНОВСКОЙ СВИТЫ ЮГАНСКОЙ МЕГАВПАДИНЫ ПО ПИРОЛИТИЧЕСКИМ ДАННЫМ

Р.С. Кашапов

Научный руководитель профессор И.В. Гончаров

Томский научно-исследовательский и проектный институт нефти и газа, г. Томск, Россия

В настоящее время баженовская свита широко признана главной нефтегазоматеринской свитой Западной Сибири. Несмотря на то, что пик ее исследований пришелся на 70-е и 80-е годы прошлого столетия, а за более чем полувековую историю изучения были обстоятельно рассмотрены многие вопросы, касающиеся ее роли в нефтегазоносности Западной Сибири, в последние годы интерес к ней резко возрос. Это обусловлено прогрессом в области добычи сланцевой нефти в мире.

При оценке нефтематеринских пород одним из основных принципов и решающим фактором является наличие в них органического вещества. Метод пиролиза зерна в инертной атмосфере по технологии Rock-Eval в данном случае является наилучшим стандартным методом определения содержания в породе органического углерода, его остаточного генерационного потенциала и катагенетической зрелости органического вещества. Также ряд определяемых стандартных параметров метода позволяет дать широкую характеристику свойствам органического вещества пород. Данные пиролиза, в совокупности с кинетическими, геологическими и другими, могут служить отправной точкой для бассейнового моделирования.

Еще в 1999 г. Н.В. Лопатин и Т.П. Емец написали статью «Баженовская свита Западно-Сибирского бассейна: нефтегенерационные свойства и катагенетическая зрелость», в которой охарактеризовали салымско-сургутский, красноленинск, ханты-мансийский (центральный и южный), нижневартовский, тарко-салинский и восточно-уренгойский разрезы баженовской свиты [2]. Разрез баженовской свиты Юганской мегавпадины, граничащий с Салымским мегавалом, Сургутским и Нижневартовским сводами, охарактеризован не был. В данной работе была поставлена цель охарактеризовать органическое вещество баженовской свиты Юганской мегавпадины по пиролизическим данным (Rock-Eval).

На рис. 1 представлено расположение Юганской мегавпадины на территории Российской Федерации и приведена схема её тектонических элементов с отмеченными на ней скважинами, из которых отбирались породы на анализ. Объектом исследований стал керн в разрезе баженовской свиты: 198 образцов из 13 скважин района исследований. Результаты пиролизического исследования пород представлены в таблице.



Рис. 1 Схема района работ

Таблица

Средние значения параметров Rock-Eval для пород баженовской свиты исследованных скважин

Скважина	S1, мг УВ/г породы	S2, мг УВ/г породы	PI	Tmax, °C	HI, мг УВ/г Сорг	OI	Сорг, %	Смин, %	Кол-во образцов
1	3,16	67,65	0,04	423	652	1	10,42	1,37	10
2	5,26	87,31	0,06	423	636	0	13,63	0,86	7
3	5,26	70,87	0,07	430	668	0	10,61	0,65	23
4	8,32	87,30	0,09	432	638	0	13,73	0,82	4
5	3,35	44,12	0,08	433	633	0	6,64	0,31	3
6	4,16	42,29	0,09	434	631	0	6,62	0,17	4
7	7,25	69,48	0,10	434	619	0	11,12	0,99	47
8	6,43	51,87	0,11	435	621	0	8,24	0,82	17
9	6,29	61,29	0,10	436	624	0	9,79	0,26	19
10	8,58	73,11	0,10	436	602	0	12,18	0,75	20
11	5,97	48,75	0,11	437	608	0	7,91	1,61	14
12	9,11	63,92	0,13	438	537	0	11,81	2,76	20
13	7,44	60,08	0,12	439	568	0	10,46	0,54	10

где: S1 – свободные углеводороды, мг УВ/г породы; S2 – генерационный потенциал породы, мг УВ/г породы; PI – коэффициент продуктивности; Tmax – температура максимума пика S2, °C; HI – водородный индекс, мг УВ/г Сорг; OI – кислородный индекс; Сорг – общий органический углерод, %; Смин – общий минеральный углерод, %.

Породы баженовской свиты во всех исследованных скважинах обладают отличным генерационным потенциалом. Низкие значения кислородного индекса (OI) характерны для органического вещества, накопившегося в восстановительной обстановке. На диаграмме HI-Tmax (рис. 2, а) образцы попадают в переходное поле эволюции керогена I-II типа, который генерирует нефть [3].

Породы из 1-3 скважин являются незрелыми (рис. 2, б). Это подтверждают невысокие значения коэффициента продуктивности ($PI < 0,10$) и Tmax (423-430 °C), которым соответствует уровень катагенеза МК1¹ [1]. Породы из скважин 4-13 являются зрелыми (рис. 2, б) и уже вступили в главную фазу нефтегенерации («oil window»). Их значения Tmax меняются от 432 до 439 °C, что соответствует уровню катагенеза МК1² [1]. Повышенные значения индекса продуктивности ($PI \approx 0,10$) подтверждают это.

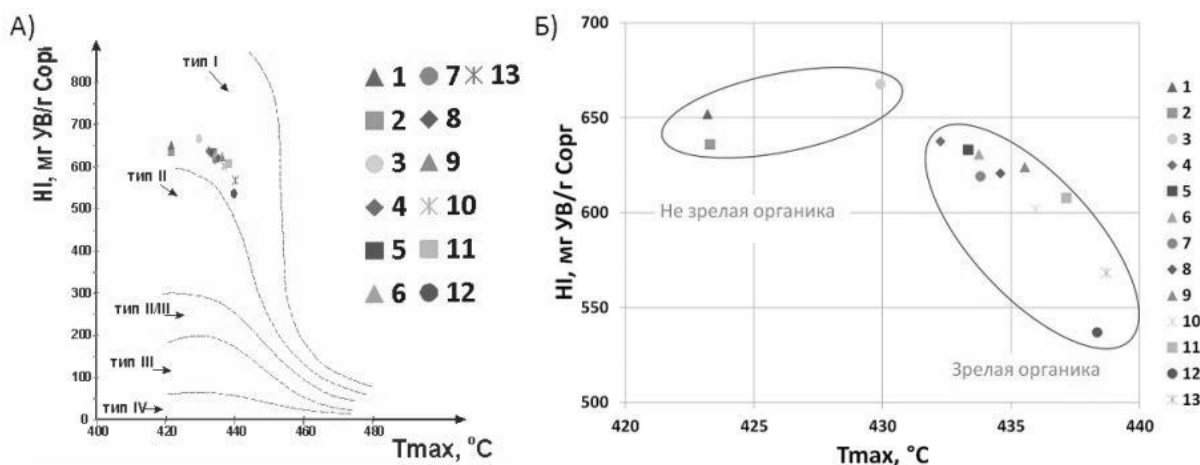


Рис. 2 Диаграммы HI-Tmax

На рисунке 3, а представлено распределение энергий активации незрелой породы (образец из 2 скважины), а на рисунке 3, б – более зрелой (образец из 13 скважины). Сопоставляя гистограммы на рис. 3, отметим, что зрелая порода уже реализовала генерационный потенциал, соответствующий химическим связям с энергиями активации 48 ккал/моль, равный 130 мг УВ/г Сорб или $\approx 20\%$ от начальных 660 мг УВ/г Сорб.

Зависимость реализации нефтематеринского потенциала незрелой породы из 2 скважины по мере увеличения температуры (рис. 3, в) подтверждает, что в интервале температур 430-440°C кероген реализует 15-20% своего нефтегенерационного потенциала.

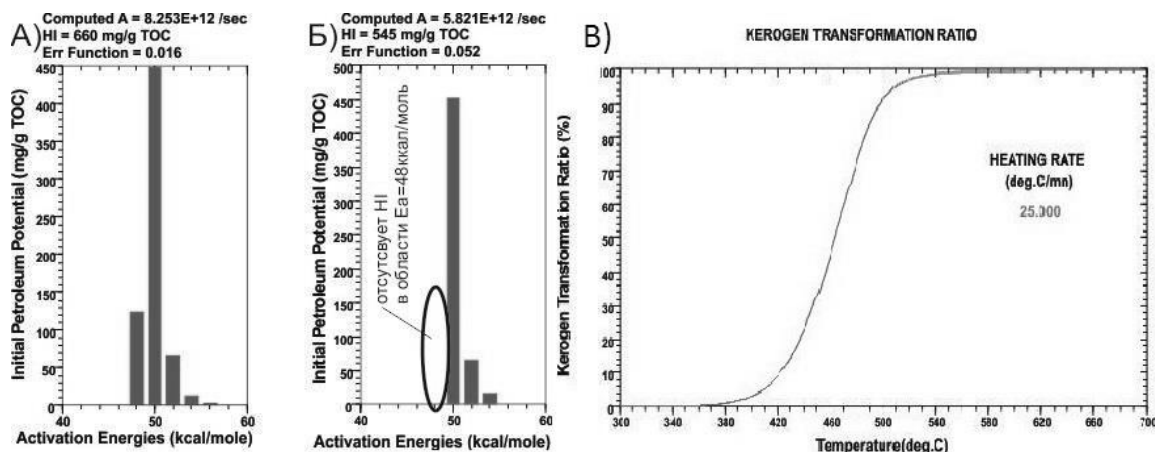


Рис. 3 Распределение энергий активации (а, б) и зависимость коэффициента трансформации керогена от температуры (в)

Литература

1. Гончаров И.В., Обласов Н.В., Самойленко В.В., Фадеева С.В. Катагенез органического вещества пород баженовской свиты юго-востока Западной Сибири (Томская область) // Нефтяное хозяйство. – Москва, 2013. – № 10. – С. 32 – 37.
2. Лопатин Н.В., Емец Т.П. Баженовская свита Западно-Сибирского бассейна: нефтегенерационные свойства и катагенетическая зрелость. // Геология, геофизика и разработка нефтяных месторождений. – Москва, 1999. – № 7. – С. 2 – 28.
3. Peters K.E., Walters C.C., Moldowan J.M. The biomarker guide. – Cambridge, U.K.: Cambridge University Press, 2005. – 1155 p.

ЛИТОЛОГИЯ И ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ВЕНДСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ ГЕОСИНЕКЛИЗЫ (НА ПРИМЕРЕ ЧКАЛОВСКОГО НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ, ТОМСКАЯ ОБЛАСТЬ)

А.Е. Ковешников, А.А. Буй, В.И. Речинская

Научный руководитель доцент А.Е. Ковешников

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В последние десятилетия наиболее перспективным объектом для открытий месторождений нефти и газа в пределах Западно-Сибирской геосинеклизы (ЗСГ) являются доюрские отложения. Доюрский разрез начинается с формирования вендских образований, представленных доломитами, реже известняками и аргиллитами. Нами ранее показано, что, наряду с точкой зрения, согласно которой месторождения нефти и газа в доюрских отложениях ЗСГ сформировались в зоне поверхностного выщелачивания доюрских отложений (именуемом горизонт НГТЗК – нефтегазоносный горизонт зоны контакта) палеозойских и мезозойских отложений, связанной с длительным континентальным стоянием региона, также имеет место широкое развитие пород-коллекторов и связанных с ними месторождений нефти и газа, приуроченных к зоне дезинтеграции, подстилающей горизонт НГТЗК (трещины), на которых накладывается зона вторично-катагенетического преобразования доюрских отложений, связанная с гидротермально-метасоматическими трещинными процессами, проявленными по карбонатным породам, лишенным примеси терригенного материала [1, 2].

Геологическими телами, благоприятными для формирования в них месторождений нефти и газа по описанной выше схеме, будут являться карбонатные платформы, сложенные известняками и доломитами, лишенными терригенной примеси. Поиском участков развития карбонатных платформ в вендских отложениях в пределах ЗСГ и посвящена настоящая статья.

Ранее нами при анализе мощности доюрского разреза структурно-фациальных районов, составляющих в совокупности палеозойский фундамент ЗСГ (рис. 1) предложено выделить [1, 2] три участка повышенной мощности, как доюрских образований в целом, так и входящих в состав конкретных геологических разрезов известняков: 1 – Шаимский, Красноленинский, Тюменский, Косолаповский, Уватский СФР; 2; – Нюрольский, Варьганский и Новопортовский; 3 – Тыйский и Ермаковский, которые показаны на рис. 1. Данные участки являются синклиноными зонами, в пределах которых доюрский разрез сохранился в максимальной степени, а разделяющие их антиклинозные зоны характеризуются уменьшением, вплоть до полного отсутствия, доюрских отложений.

На территории ЗСГ вендские отложения до настоящего времени установлены в пределах Вездеходного и Нюрольского СФР. На территории Вездеходного СФР вендские образования (по Вездеходной скважине 4) представлены магматическими породами сиенит-диорит-гранитового ряда (мощность 164 м). Выше залегают отложения лисицинской толщи V_3 поздневендского возраста.

Это эффузивные породы основного, среднего, кислого состава, туфы основного состава, которые интенсивно окремнены, карбонатизированы, гематитизированы, хлоритизированы (мощность около 1300 м).

Выше бурением вскрыты образования вездеходной толщи V_3 - C_{1vzd} верхневендско-раннекембрийского возраста, которую слагают доломиты, доломитизированные аргиллиты с линзами туфопесчаников, телами андезитов (мощность 780 м). Зоны распространения вездеходной толщи являются участками формирования в венде карбонатной платформы.

На части территории Вездеходного СФР (скважина Восток-3) установлены [4] отложения пойгинской свиты V_3pg , представленной частично перекристаллизованными доломитами, содержащими прослойки доларенитов. Нижняя граница не вскрыта, верхняя проведена согласно (мощность 420 м). Выше бурением установлены отложения котоджинской свиты V_3kt , представленные переслаиванием доломитов и доларенитов, содержащих примесь алюмосиликокластики и линзы кремней.

Нижняя и верхняя границы проведены согласно (мощность около 400 м). Выше выделены отложения райгинской свиты V_3rg , сложенной известняками обломочными с прослоями песчаников, алевролитов, аргиллитов, слагающих нижние части циклитов (выделено три циклита, общая мощность около 320 м). Весь этот разрез можно отнести к образованиям карбонатной платформы.

До возникновения вендско-карбонатового моря на территории ЗСГ существовала суша, сложенная комплексом образований, представленных метаморфическими, первоначально магматическими, карбонатно-терригенными и терригенными породами. Они развиты в виде зон, сложенных породами близкого состава, расположенных в виде полос субмеридионального направления.

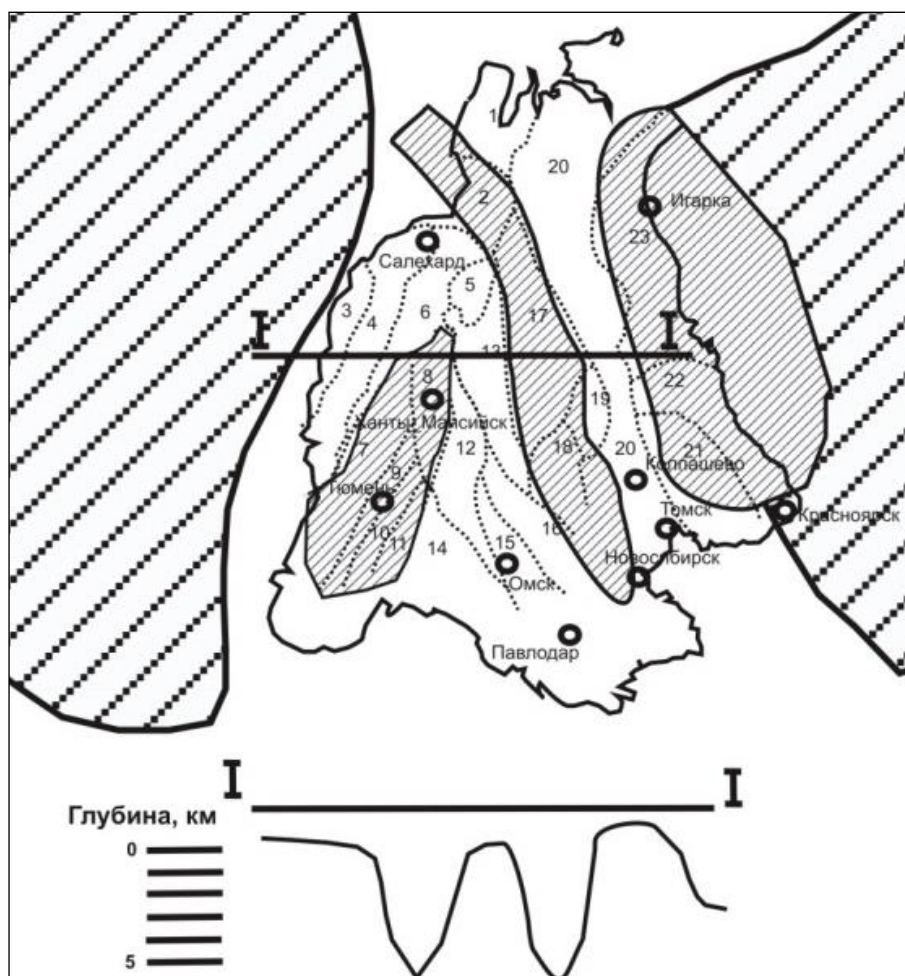


Рис. 1. Развитие известняков на территории Западно-Сибирской геосинеклизы: Штриховка – мощность известняков более 500 м (в центральной зоне до 1000–1800 м); остальная территория – малая мощность известняков или их отсутствие. Структурно-фациальные районы: 1 – Бованенковский, 2 – Новопртовский, 3 – Тагильский, 4 – Березово-Сартыньинский, 5 – Ярудейский, 6 – Шеркалинский, 7 – Шаимский, 8 – Красноленинский, 9 – Тюменский, 10 – Косолаповский, 11 – Уватский, 12 – Салымский, 13 – Усть-Балыкский, 14 – Ишимский, 15 – Тевризский, 16 – Туйско-Барабинский, 17 – Варьганский, 18 – Нюрольский, 19 – Никольский, 20 – Колпашевский, 21 – Вездеходный, 22 – Тыйский, 23 – Ермаковский [3]. Разрез по линии I – I показывает антиклинорно-синклинорную структуру доюрских образований ЗСГ

Если про распространение отложений пойгинской свиты сложно сказать что-то определенное, то уже образования котоджинской свиты, а особенно вездеходной толщи, определено, являются формированиями карбонатной платформы. В конце венда установлен профиль широтного направления. С востока накапливались ритмически построенные известняки с прослоями терригенных пород, западнее от них формировалась карбонатная платформа, представленная образованиями вездеходной толщи, еще западнее формировались относительно глубоководные черные аргиллиты с прослоями известняков «чкаловской толщи».

Итак, с востока на запад установлены: райгинская свита, (скважина Восток-3); далее на запад – вездеходная толща (скважины 3, 4 Вездеходной площади). К западу от образований вездеходной толщи установлены отложения «чкаловской» толщи («Чкаловская», V3 Чк-10, Чк-26, Чк-210, Чк-2, Чк-9). Породы «чкаловской» толщи представлены известняками и аргиллитами, переходящими в аргиллиты, с прослоями доломитовых брекчий в подошве толщи.

Если учесть, что в кембрии на территории Тыйского и Ермаковского СФР установлено накопление доломитов, то можно высказать предположение, что на каких-то участках этих СФР и в венде начали формироваться образования карбонатной платформы типа вездеходной толщи.

Такие же участки могут находиться и в пределах Колпашевского СФР, доюрские отложения которого уничтожены при формировании в его пределах антиклинорной зоны (рис. 2).

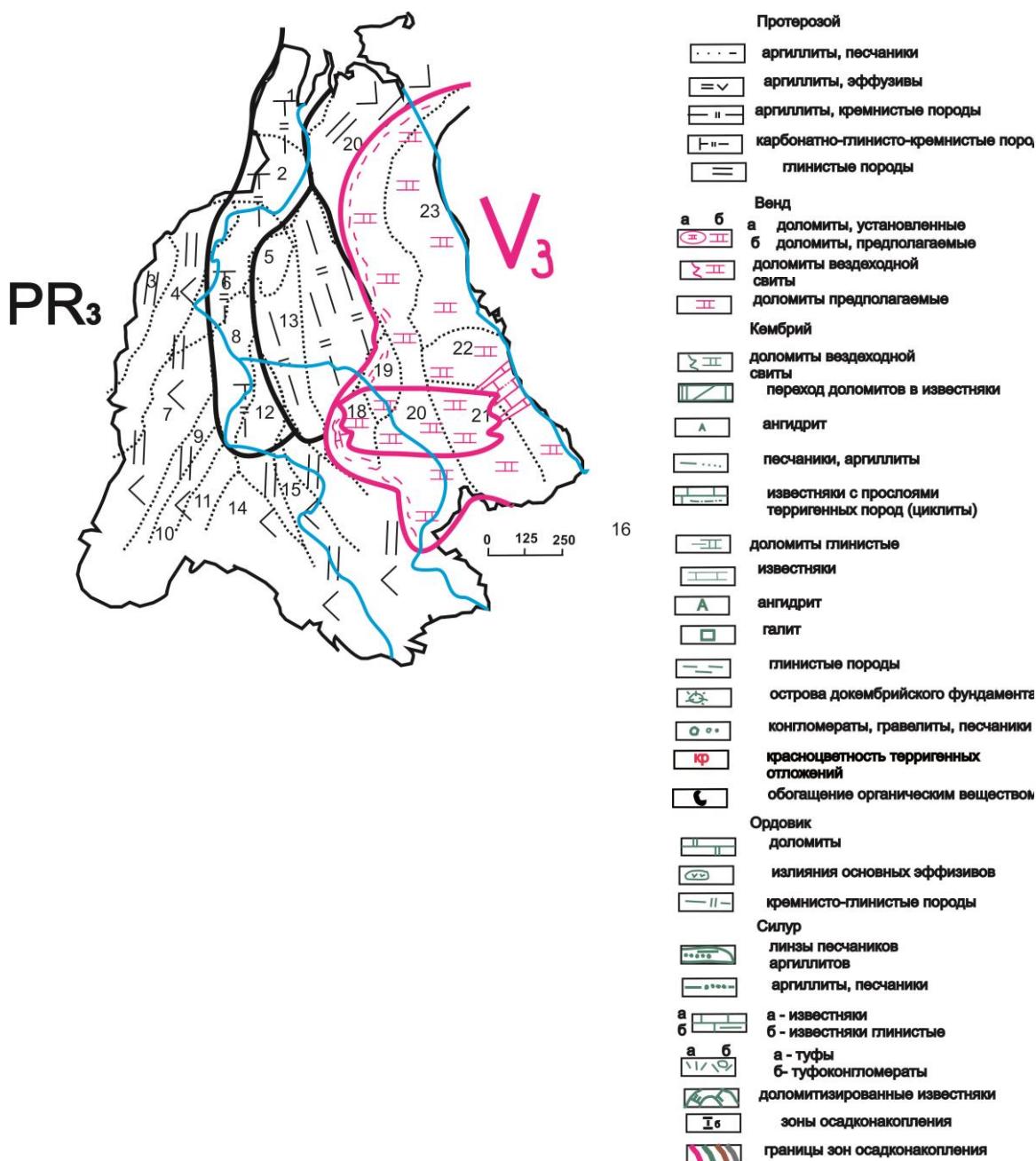


Рис. 2. Условия формирования отложений райгинской, вездеходной свит и «чкаловской» толщи верхнего венда

Выводы

1. Отложения венда первоначально формировались как доломиты, вверх по разрезу произошло подразделение на накопление от известняков с прослоями терригенных пород (прибрежная зона); накопление карбонатных образований типа карбонатной платформы зоны мелководья; и далее на запад – глинистые и глинисто-известковые образования зоны перехода к шельфу.

2. Вендские образования развиты в виде полосы меридионального направления вдоль всей территории ЗСГ в ее восточной части.

Литература

1. Конторович А.Э., Иванов И.А., Ковешников А.Е. и др. Геологические условия нефтегазоносности верхней части палеозойского разреза Западной Сибири (на примере Межовского срединного массива) // Теоретические и региональные проблемы геологии нефти и газа / Под ред. И.С. Грамберга и др. – Новосибирск: Наука, 1991. – С. 152 – 171.
2. Ковешников А. Е. Формирование пород-коллекторов в доюрских карбонатных отложениях Западно-Сибирской геосинеклизы // Известия Томского политехнического университета. – 2012. – Т. 321. – № 1. – С. 138 – 142.

3. Решения межведомственного стратиграфического совещания по рассмотрению и принятию региональной стратиграфической схемы палеозойских образований Западно-Сибирской равнины / Под ред. В.И. Краснова. – Новосибирск, 1999. – 80 с.
4. Венд приенисейской части Западно-Сибирского мегабассейна: стратиграфия, обстановки осадконакопления (по результатам бурения параметрической скважины Восток-3 [Томская область]) / А. И. Варламов [и др.] // *Фундамент, структуры обрамления Западно-Сибирского мезозойско-кайнозойского осадочного бассейна, их геодинамическая эволюция и проблемы нефтегазоносности: материалы Всерос. науч. конф. с участием иностр. ученых (Тюмень, 29 сент.–2 окт. 2008 г.)*. – Тюмень; Новосибирск, 2008. – С. 41 – 44.

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ОРДОВИКСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ ГЕОСИНЕКЛИЗЫ

А.Е. Ковешников, О.Н. Мамедов, А.С. Нестерова

Научный руководитель доцент А.Е. Ковешников

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В последние годы нами показано [1], что в доюрских образованиях Западно-Сибирской геосинеклизы (ЗСГ) при формировании пород-коллекторов и месторождений нефти и газа, кроме установленных ранее в горизонте НГГЗК (нефтегазоносный горизонт зоны контакта) палеозойских и мезозойских отложений, большое значение имеют карбонатные платформы, у которых формирование пород-коллекторов связано с проявлением гидротермально-метасоматических процессов, имеющих трещинную природу.

Рассмотрению условий формирования ордовикских отложений на всей территории ЗСГ в плане возможного обнаружения участков распространения карбонатных платформ и посвящено предлагаемое исследование.

Ордовикские отложения [2] на территории ЗСГ установлены на значительной части ее территории, а там, где бурением пока не установлены, по нашему мнению их разрез разрушен при проявлении герцинской складчатости. Ордовикские отложения на территории ЗСГ развиты, по данным [2], в пределах Тагильского, Березово-Сартыньинского, Шеркалинского, Красноленинского, Варьеганского, Нюрольского и Везеходного СФР.

В Тагильском СФР данные отложения представлены толщей ($O_{1t}-S_{2ld}$), сложенной базальтами, туфоконгломератами, кремнистыми сланцами, линзами известняков, которые несогласно перекрывают образования протерозойского возраста и имеют суммарную мощность 1500 м. На территории Березово-Сартыньинского СФР это образования ахтынтурской толщи ($O_{1t}-S_{2p}$), представленной яшмами, кремнисто-глинистыми сланцами, содержащими фауну радиолярий. Мощность толщи составляет 150 м. Нижняя и частично верхняя границы толщи проведены несогласно. На территории Шеркалинского СФР отложения ордовика представлены филипповской толщей ($O_{1t}-S_{1v}$), ордовикско-раннесилурийского возраста, сложенной серыми, зеленовато-серыми серицитовыми, глинистыми, кремнисто-углистыми сланцами с рассланцованными и метаморфизованными конгломерато-гравелитами, кварцитовидными олигомиктовыми песчаниками. Мощность толщи более 500 м. Нижняя граница проведена условно, верхняя проводится по границе нижнего и среднего силура.

В пределах Ярудейского, Шаимского СФР описываемые отложения до настоящего времени бурением не установлены и появляются только в пределах Красноленинского СФР. Это толща ($O_{1t}-S_{2p}$), которую слагают эпидотизированные, амфиболитизированные, альбитизированные андезиты и метабазалты. Возраст толщи соответствует ордовикской и силурийской системам в их полном объеме (мощность более 50 м). На территории Сальмской и Усть-Балыкской СФР описываемые отложения бурением пока не установлены.

В пределах Варьеганского СФР ордовикской системе соответствует полуденная толща ($O_{1t}-O_{3a\delta}$), названная по одноименной разведочной площади, разделенная на верхнюю и нижнюю части. Нижняя часть сложена красноцветными конгломератами, песчаниками, реже линзами черных илистых известняков с фауной, верхняя часть толщи представлена темными глинистыми комковатыми известняками с фауной (мощность более 100 м).

В пределах Нюрольского СФР нижнему и верхам среднего ордовика, возможно, соответствуют образования терригенной толщи ($\epsilon_{2,3}-O_{2ld}$) верхнекембрийско-среднеордовикского (?) возраста. Выше ее залегает павловская толща ($O_{2k}-O_{3a\delta}$) средне-верхнеордовикского возраста, представленная известняками тонкозернистыми, рассланцованными зеленоцветными, алевролитами известковистыми, аргиллитами, песчаниками. Мощность толщи более 250 м. Нижняя и верхняя границы толщи проведены условно.

В пределах Везеходный СФР ордовикские отложения представлены образованиями няргинской толщи ($O_{1t}-O_{3a\delta}$), сложенной темно-серыми известняками сгустковыми, водорослевыми, с примесью глинистого материала, с линзами алевролитов, доломитизированными (мощность около 200 м).

В раннем ордовике наблюдается разделение территории ЗСГ на четыре зоны. В западной части ЗСГ выделена зона 1, характеризующаяся наличием излияний лав основного и среднего состава, их туфов, накоплением терригенных пород, кремнистых и кремнисто-глинистых пород, установленных бурением в пределах Тагильского, Березово-Сартыньинского, Шеркалинского, Красноленинского и Уватского СФР. Зона 2 представлена участком суши или архипелага островов, с накоплением терригенных, участками красноцветных отложений. Зона соответствует территории Варьеганского и части Нюрольского СФР.

Зона 3 соответствует участку формирования карбонатных платформ. Это участок, включающий часть Везеходного и Ермаковского СФР, вероятно, некоторые участки Колпашевского СФР. Карбонатная платформа

переходит в зону 4, которая окаймляет зоны 2 и 3, соответствующие участкам мелководья. Здесь формируются относительно глубоководные известняки глинистые и аргиллиты, установленные бурением в пределах Тевризского, Новопортовского, части Нюрольского и части Ермаковского СФР (рис.).

В среднем и верхнем ордовике наблюдается изменение структурного плана. Зона 1 сохраняется унаследовано. К установленным в раннем ордовике образованиям добавляются известковистые песчаники и кремнисто-глинистые сланцы, установленные в пределах Ишимского СФР, к основным и средним эффузивам, установленным для нижнего ордовика в пределах Уватского СФР, в верхнем ордовике добавляются кислые дациты.

Зона 3 также развита унаследовано. Она сложена карбонатной платформой, чья площадь несколько увеличилась. Кроме составляющих в нижнем ордовике карбонатную платформу участков Вездеходного, Ермаковского, и Колпашевского СФР, в среднем и позднем ордовике в зону 3 попадают и некоторые участки Нюрольского СФР, а в конце среднем и весь поздний ордовик карбонатная платформа формируется в пределах Новопортовского СФР.

Зона 3 окружена участками зоны 2, подразделенной на подзоны 2а и 2б. Подзона 2а в значительной степени соответствует зоне 2 нижнего ордовика. Здесь установлено развитие известняков глинистых (Варьеганский СФР). В самом начале среднего ордовика еще продолжалось накопление калачинской толщи в пределах Тевризского СФР, что позволяет предположить накопление глинистых и терригенно-глинистых пород на части территории Нюрольского СФР, накапливавшихся параллельно.

В целом, вероятно, в течение ордовика на территории ЗСГ осуществлялась трансгрессия, сопровождаемая углублением дна бассейна. Сказанное относится к центральной и восточной частям ЗСГ. Западная часть в течение всего ордовика представляла зону, в пределах которой существовали острова, изливались лавы, в относительно погруженных участках накапливались кремнистые и кремнисто-глинистые образования.

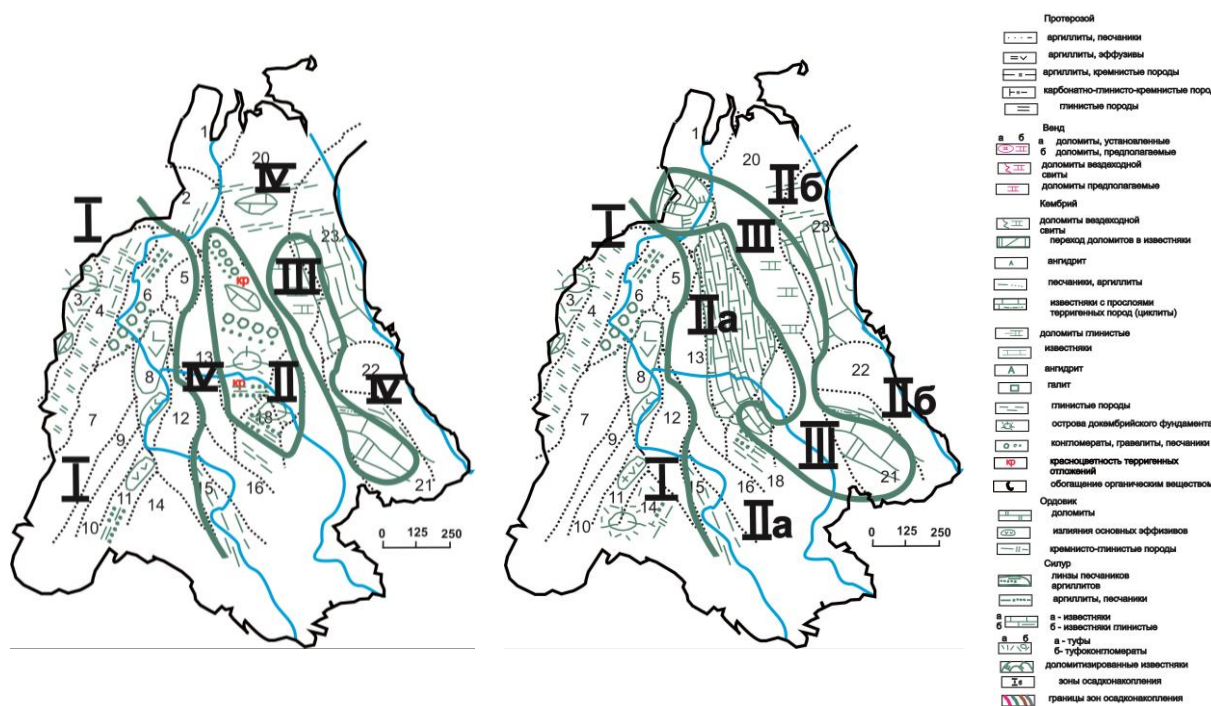


Рис. Палеогеографическая карта распространения нижне- и средне-верхнеордовикских отложений на территории Западно-Сибирской геосинеклызы:

Структурно-фациальные районы: 1 – Бованенковский, 2 – Новопортовский, 3 – Тагильский, 4 – Березово-Сартыньинский, 5 – Ярудейский, 6 – Шеркалинский, 7 – Шаимский, 8 – Красноленинский, 9 – Тюменский, 10 – Косолаповский, 11 – Уватский, 12 – Салымский, 13 – Усть-Балыкский, 14 – Ишимский, 15 – Тевризский, 16 – Туйско-Барабинский, 17 – Варьеганский, 18 – Нюрольский, 19 – Никольский, 20 – Колпашевский, 21 – Вездеходный, 22 – Тыйский, 23 – Ермаковский

Выводы

В раннем ордовике в центральной и восточной частях ЗСГ существовали участки суши (архипелага островов), к которым с восточной стороны примыкали участки карбонатной платформы в виде узкой зоны северо-западного простирания. Эти образования были окружены участками относительно глубоководного моря, где накапливались глинистые известняки и аргиллиты. В западной части ЗСГ существовала зона с островами, изливаниями лав основного и среднего состава, кремненакоплением.

В среднем и верхнем ордовике в результате осуществления трансгрессии произошло углубление морского бассейна, в результате чего зона карбонатонакопления увеличилась по площади. Существовавший

ранее участок суши (архипелаг островов) прекратил свое существование. Зона формирования карбонатной платформы окружена относительно глубоководным морем, в пределах которого накапливались относительно глубоководные образования (глинистые известняки и аргиллиты). Зона проявления вулканизма, размываемых островов и кремненакопления, находящаяся в западной части ЗСГ, в течение всего ордовика значительных изменений не претерпела.

Литература

1. Ковешников А.Е. Влияние герцинского складкообразования на сохранность палеозойских образований Западно-Сибирской геосинеклизы // Известия Томского политехн. ун-та. – 2013. – Т. 323. – № 1. – С. 148 – 151.
2. Решения межведомственного стратиграфического совещания по рассмотрению и принятию региональной стратиграфической схемы палеозойских образований Западно-Сибирской равнины / Под ред. В.И. Краснова. – Новосибирск, 1999. – 80 с.

УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ И ОСОБЕННОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ СИЛУРИЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ ГЕОСИНЕКЛИЗЫ

А.Е. Ковешников, А.С. Нестерова, О.Н. Мамедов

Научный руководитель доцент А.Е. Ковешников

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В последние годы нами показано [1], что в доюрском комплексе Западно-Сибирской геосинеклизы (ЗСГ) породы-коллекторы и месторождения нефти и газа помимо установленных ранее в горизонте НГТЗК (нефтегазоносный горизонт зоны контакта) палеозойских и мезозойских отложений, формировались также и в карбонатных образованиях типа карбонатных платформ. Установлению таких геологических объектов в силурийских отложениях ЗСГ и посвящена настоящая статья.

Отложения силурийской системы на территории ЗСГ [2] развиты в пределах Тагильского, Березово-Сартыньинского, Шеркалинского, Тюменского, Варьеганского, Нюрольского, Вездеходного структурно-фациальных районов (СФР).

На территории Тагильского СФР в нижнем и лудловском ярусе верхнего силура закончилось формирование толщи ($O_{1t}-S_{2ld}$), сложенной базальтами, туфоконгломератами, кремнистыми сланцами, линзами известняков (мощность около 1500 м). В пржидольском ярусе верхнего силура формировались отложения толщи (S_{2p}), сложенной трахибазальтами и их туфами, конгломератами, сланцами, известняками. Нижняя и верхняя границы проведены согласно и предположительно (мощность более 50 м). На территории Березово-Сартыньинского СФР в силуре завершилось формирование ахтынтурской толщи ($O_{1t}-S_{2p}$), ордовикско-силурийского возраста, сложенной яшмами, кремнисто-глинистыми сланцами, содержащими фауну радиолярий (мощность 150 м).

На территории Шеркалинского СФР отложения нижнего силура представлены филипповской толщей ($O_{1t}-S_{1v}$), ордовикско-раннесилурийского возраста, сложенной серыми, зеленовато-серыми серицитовыми, глинистыми, кремнисто-углистыми сланцами с рассланцованными и метаморфизованными конгломерато-гравелитами, кварцитовидными олигомиктовыми песчаниками (мощность более 500 м). В верхнем силуре, после перерыва в лудлове, начали формироваться образования ловинской толщи ($S_{2p}-D_{2ef}$) верхнесилурийско-среднедевонского возраста, сложенной переслаиванием кремнисто-глинистых сланцев, мраморизованных известняков, афировых базальтов, плагиоклазовых порфиринов, туфов. Силурийские отложения на территории Тюменского СФР представлены заозерной тощей ($S_{1l}-S_{2p}$), сложенной песчаниками, светло-серыми аргиллитами, тонкоритмичными мергелями (мощность 500 м).

На территории Варьеганского СФР отложения силура представлены (снизу вверх): ларинской толщей ($S_{1l}-S_{1v}$) раннесилурийского возраста, сложенной известняками, аргиллитами, песчаниками (мощность более 350 м), которая с угловым несогласием перекрывает нижележащие отложения ордовика. Отложения среднего силура здесь не установлены, и в пржидольском веке позднего силура начинает формироваться толща ($S_{2p}-D_{1p}$) позднесилурийско-раннедевонского возраста (суммарная мощность более 100 м), представленная черными глинистыми сланцами и известняками. На территории Нюрольского СФР отложения силура представлены образованиями бассейнового и рифогенно-аккумулятивного комплексов. Бассейновый комплекс слагают (снизу вверх): большеичская свита ($S_{2ld}-S_{2p}$), сложенная витрокластическими туфами, андезитами, базальтами (лудловский ярус верхнего силура, мощность более 208 м); майзасская свита (S_{2p}), сложенная известняками, голубоватыми мергелями, туфами, эффузивами (мощность около 200 м). Отложения рифогенно-аккумулятивного комплекса представлены межовской свитой ($S_{2ld}-S_{2p}$), сложенной белыми доломитизированными известняками, доломитами (мощность около 380 м).

В пределах Вездеходного СФР силур представлен лымбельской толщей ($S_{1l}-S_{2p}$), сложенной темно-серыми и вишнево-красными аргиллитами, мергелями, глинистыми и глобидными известняками (мощность около 150 м).

Итак, на территории ЗСГ в момент начала формирования отложения силура (рис.) формировались в виде 4 зон. Зоне 1 соответствует кремненакопление и проявление вулканизма, с размываемыми островами, перемежающимися с относительно погруженными участками, в пределах которых накапливались кремнисто-глинистые отложения. Формировались породы, представленные телами лав базальтов, андезитов, с накоплением

между ними известняков, мергелей, терригенных пород, и с депрессионными зонами, сформированными кремнисто-глинистыми отложениями. Это образования Тагильского СФР, представленные базальтами, туфоконгломератами, кремнистыми сланцами и линзами известняков, также это образования ахтынтурской толщи Березово-Сартыньинского СФР, сложенные яшмами, кремнисто-глинистыми сланцами с радиоляриями. В пределах Шеркалинского СФР зона 1 сложена отложениями филипповской толщи, представленными серицитовыми, глинисто-кремнистыми сланцами, рассланцованными конгломерато-гравелитами и песчаниками. К зоне 1 отнесены также образования Красноленинского СФР, представленные интенсивно метаморфизованными андезитами.

Зона 2 более обширная, сложена известняками глинистыми, мергелями, песчаниками, аргиллитами. Подразделяется на две подзоны. Подзона 2а – это отложения Тюменского СФР, представленные заозерной толщей, сложенной песчаниками, аргиллитами, мергелями, и образования ларинской толщи в пределах Варьганского СФР, сложенные известняками, аргиллитами и песчаниками. Подзона 2б соответствует Вездеходному СФР и представлена образованиями льмбельской свиты, сложенной темно-серыми и вишнево-красными аргиллитами, мергелями, глинистыми и глобидными известняками.

Зона 3 подразделена на две подзоны. Подзона 3а соответствует территории Новопортовского и северной части Ермаковского СФР, а также соединяющей их части Колпашевского СФР. Это доломиты и доломитизированные известняки Новопортовского СФР и известняки доломитизированные глинистые с линзами аргиллитов и песчаников северной части Ермаковского СФР. В пределах подзоны 3б на территории Нюрольского СФР формируются известняки доломитизированные, что и отличает их от образований ларинской толщи на территории Варьганского СФР, отнесенных к подзоне 2а ввиду наличия прослоев аргиллитов и песчаников. Возможно, отдельные локальные участки в пределах Варьганского СФР также являют собой небольшие по площади карбонатные платформы, этот участок является переходным к зоне 3. Он не очерчен, но показан как 3в.

В среднем и позднем силуре, предполагаемая связь между участками карбонатной платформы в пределах Новопортовского и Нюрольского СФР, показанные для нижнего силура как подзоны 3а, 3б и 3в, сливаются в единую зону 3, имеющую северо-западное простирание. В пределах Новопортовского СФР зону слагают доломиты, доломитизированные известняки, в пределах Нюрольского СФР развиты доломитизированные известняки и доломиты межовской свиты. На части территории Нюрольского СФР развиты бассейновые образования большеичской и майзасской свит, представленные известняками, мергелями, туфами, эффузивами, сменяемыми вверх по разрезу глинистыми известняками и аргиллитами. В северо-западном направлении эти бассейновые участки переходят в накопление на территории Варьганского СФР черных глинистых сланцев и известняков. Здесь мы, по аналогии с нижним силуром, предполагаем наличие локальных участков накопления доломитизированных известняков и доломитов, аналогичных установленным бурением для территории Новопортовского и Нюрольского СФР, и объединяем территорию от Новопортовского до Нюрольского СФР в зону 3. Зона 1 унаследовано сохраняется в тех же, очерченных для раннего силура в пределах Тагильского, Березово-Сартыньинского, Шеркалинского и Красноленинского СФР. Зона 4 отсутствует, так как в пределах Ермаковского СФР верхнесилурийские отложения бурением не установлены.

Выводы

1. В силурийский период на территории ЗСГ карбонатные платформы существовали на ограниченной площади в северной, северо-восточной, центральной и южной частях территории геосинеклизы. В западной части ЗСГ установлено кремненакопление, сформированные отложения при соответствующей гидротермальной проработке также могут формировать породы-коллекторы.

2. В среднем и верхнем силуре формировались карбонатные платформы; карбонатонакопление осуществлялось в центральной части ЗСГ в виде полосы северо-западного простирания при сохранившемся участке кремненакопления в западной части ЗСГ.

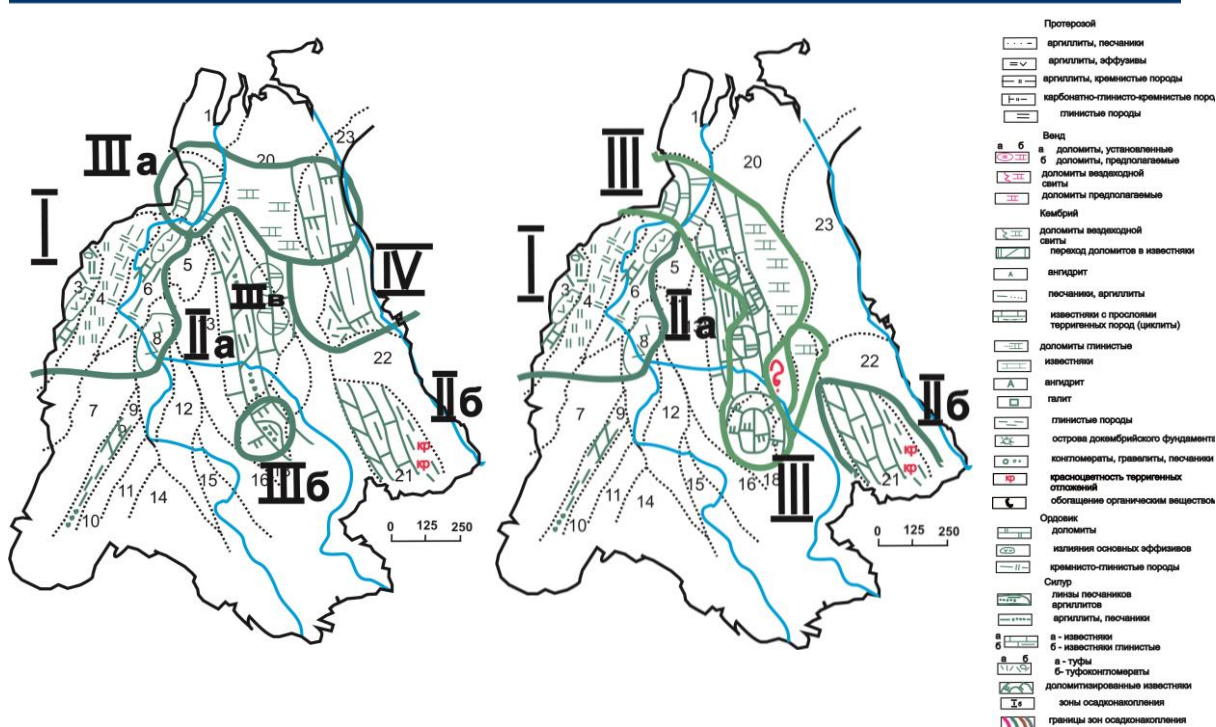


Рис. Палеогеографическая карта распространения нижнесилурийских и верхнесилурийских отложений на территории Западно-Сибирской геосинеклизы:

Структурно-фациальные районы: 1 – Бованенковский, 2 – Новопортовский, 3 – Тагильский, 4 – Березово-Сартыньинский, 5 – Ярудейский, 6 – Шеркалинский, 7 – Шаимский, 8 – Красноленинский, 9 – Тюменский, 10 – Косолаповский, 11 – Уватский, 12 – Сальмский, 13 – Усть-Балыкский, 14 – Ишимский, 15 – Тевризский, 16 – Туйско-Барабинский, 17 – Варьеганский, 18 – Нюрольский, 19 – Никольский, 20 – Колпашевский, 21 – Вездеходный, 22 – Тыйский, 23 – Ермаковский

Литература

- Ковешников А.Е. Влияние герцинского складкообразования на сохранность палеозойских образований Западно-Сибирской геосинеклизы // Известия Томского политехн. ун-та. – 2013. – Т. 323. – № 1. – С. 148 – 151.
- Решения межведомственного стратиграфического совещания по рассмотрению и принятию региональной стратиграфической схемы палеозойских образований Западно-Сибирской равнины / Под ред. В.И. Краснова. – Новосибирск, 1999. – 80 с.

ЛИТОЛОГИЧЕСКИЙ СОСТАВ И УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ КЕМБРИЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ ГЕОСИНЕКЛИЗЫ (НА ПРИМЕРЕ ЧКАЛОВСКОГО НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ, ТОМСКАЯ ОБЛАСТЬ)

А.Е. Ковешников, В.И. Речинская, А.А. Буй

Научный руководитель доцент А.Е. Ковешников

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Наиболее перспективными объектами для открытий месторождений нефти и газа в пределах Западно-Сибирской геосинеклизы (ЗСГ) в последние десятилетия признаны доюрские образования, среди которых нами [1] установлено широкое развитие пород-коллекторов гидротермально-метасоматического трещинного генезиса, приуроченных к карбонатным платформам, представленным известняками или доломитами.

В основании доюрского разреза установлены вендские образования, представленные доломитами, сменяемыми вверх по разрезу комплексом отложений, представляющих профиль от мелководья к относительно глубоководным образованиям.

С востока на запад это: известняки с прослоями терригенных пород (райгинская свита), далее мелководные доломиты карбонатной платформы (вездеходная толща), далее – относительно глубоководные известняки с прослоями аргиллитов или аргиллиты («чкаловская» толща). Выявлена меридиональная зона развития карбонатной платформы.

Ранее нами [3] при анализе мощности доюрского разреза структурно-фациальных районов (СФР), составляющих в совокупности палеозойский фундамент ЗСГ (рис. 1), выделены три участка повышенных мощностей доюрских образований (входящих в их состав известняков) с востока на запад: 1 – Тыйский и Ермаковский; 2 – Нюрольский, Варьеганский и Новопортовский; 3 – Шаимский, Красноленинский, Тюменский,

Косолаповский, Уватский СФР. Высказано предположение о том, что зоны отсутствия накопления отложений доюрского комплекса являются антиклинориями, а зоны их наличия – синклинориями. Отсюда следует, что при фациальных реконструкциях необходимо учитывать, что атиклинорные зоны – это не участки, где не происходило накопление отложений соответствующего возраста, а зоны, в пределах которых сформированные ранее отложения уничтожены процессами эрозии.

В нижнем кембрии [2] на территории ЗСГ в пределах Вездеходного СФР установлены образования вездеходной толщи ($PR-C_{1tn}$) мощностью около 200 м, представленные доломитами, строматолитами, доломитизированными аргиллитами с линзами туфопесчаников и телами андезитовых порфиритов. Они перекрыты образованиями жигаловской толщи ($C_{2m}-C_{3br}$) мощностью около 65 м, сложенной красноцветными песчаниками, алевролитами, глинистыми сланцами, пестроцветными известняками, комковатыми мергелями и доломитами.

В пределах Тыйского СФР кембрийский разрез слагают (снизу вверх): толща ($C_{1t}-C_{1at}$), представленная глинистыми доломитами, ангидритистыми доломитами, известняками, пластами соли – мощностью около 1100 м; толща ($C_{1at}-C_{2am}$), сложенная ангидритовыми доломитами с прослоями известняков, буроватых алевролитов, мощностью около 1200 м; елогуйская толща ($C_{2m}-C_{3br}$), сложенная алевролитами серыми с красновато-коричневым и зеленовато-серым оттенком с прослоями аргиллитов, известняков, аргиллитов, комковатых мергелей, мощностью более 965 м.

Образования кембрия на территории Тевризского СФР представлены калачинской толщей ($C_{3as}-O_{1a}$), сложенной метаморфизованными глинистыми породами (более 65 м). Верхняя и нижняя границы не согласные. В пределах Ермаковского СФР отложения кембрия представлены образованиями елогуйской толщи, сложенной серыми доломитизированными известняками, доломитами, красноцветными известковистыми аргиллитами, мощностью более 600 м.

В последние годы на территории Вездеходного СФР в районе скважин Восток-3 и Восток-1 [4, 5] установлено, что кембрийский разрез слагают свиты (снизу вверх): чурбигинская ($C_{1.2}$), пайдугинская ($C_{1.2}$), пуджелгинская (C_2), поделгинская (C_3), кондесская (C_3), шеделгинская (C_3), пыжинская (C_3) [4, 5]. Образования чурбигинской свиты (C_{1chr}), залегающие на глубинах 3870–3660 м, согласно перекрывают отложения райгинской свиты вендского возраста. Это микритовые известняки, чередующиеся с темными пиритсодержащими глинисто-карбонатными породами, перекрытыми микритовыми нодулярными известняками, переслаивающимися с глинистыми породами. Пайдугинскую свиту (C_{1pd}) слагают карбонатно-глинисто-кремнистые породы с высоким содержанием углеродистого вещества, с пиритом и прослоями силицитов. Выше залегают образования карбонатно-глинистого с примесью эвапоритов состава.

Лемковский тип разреза по скважине Восток-4 представлен образованиями оксымской, тыйской, аверинской, кольчумской и эвенкийской свит [6] карбонатно-терригенного состава.

В пределах Нюрольского СФР установлен раннекембрийский возраст отложений «чкаловской» толщи (Чкаловские скважины 9 и 210), которая представлена черными сланцами, переходящими по простиранию в переслаивание черных сланцев и известняков и далее – в переслаивание черных и светло-серых известняков. На отдельных участках территории Чкаловской площади (Чкаловская скважина 2) накапливались доломиты и доломитовые известняки – аналог вездеходной толщи.

В нижнем кембрии продолжается накопление образований карбонатной платформы, установленной для венда в виде полосы меридионального простирания, пересекающей всю территорию ЗСГ (рис.), в западной части которой накапливались глинистые и известково-глинистые породы. Вся остальная территория ЗСГ представляла собой сушу, сложенную образованиями верхнего протерозоя.

В среднем и верхнем кембрии картина осадконакопления значительно изменяется. В районе Вездеходного СФР предположительно накапливаются песчаники красноцветные, алевролиты, гравелиты, глинистые породы, в дальнейшем преобразованные в глинистые сланцы, пестроцветные известняки, комковатые мергели, доломиты. Для этих образований возраст установлен как одровикский, но так как возраст определялся по прослоям известняков, то нижняя возрастная граница этих образований вполне могла относиться к кембрию. На этот вывод наводит нахождение красноцветных отложений средне-позднекембрийского возраста в пределах Вездеходного и Ермаковского СФР, предположительно Нюрольского СФР. На север они переходят в алевролиты серые с красноватым или зеленовато-серым оттенком и с прослоями аргиллитов, известняков, доломитов и комковатых мергелей Тыйского СФР, а на запад (Нюрольский СФР) сменяются темно-серыми с буроватым оттенком аргиллитами с прослоями алевролитов, песчаников кварцевых глинистых, также имеющих буроватый оттенок. Учитывая наличие красноцветных отложений на территории Варьганского СФР и отсутствие четких знаний о наличии или отсутствии каких-либо отложений кембрия, мы вправе предполагать наличие и на территории Варьганского СФР терригенных красноцветных отложений. Эти отложения выделены нами в зону 1.

Еще западнее, в пределах Тевризского СФР (показаны локальным участком развития глинистых пород), установлены метаморфизованные глинистые породы верхнего кембрия, наличие которых дает основание предполагать накопление терригенных пород, таких как аргиллиты с прослоями алевролитов и песчаников на большой, если не всей, остальной территории ЗСГ.

Можно предположить, что в среднем и позднем кембрии осуществлялось погружение значительной части территории ЗСГ, в результате чего сформировалось море с многочисленными островами, окруженными ареалом песчано-алевролитно-глинистых отложений, которые при удалении от этих островов сменяются аргиллитами, с примесью кремнистого материала, вероятно, имеющего гидротермальную природу. Эти образования показаны на рисунке как зона 2.

Карбонатнакопление, локализованное в пределах зоны 3, в среднем и верхнем кембрии продолжалось в восточной части ЗСГ, где в пределах Ермаковского СФР накапливались доломиты, известняки, терригенные красноцветные породы (красноцветные известковистые аргиллиты елогуйской толщи Ермаковского СФР), в пределах Туйского СФР установлены алевролиты с прослоями аргиллитов, известняков, доломитов, мергелей, а в пределах Вехдеходного СФР – отложения жигаловской толщи, представленные терригенными породами, содержащими известняки, мергели и доломиты. Возможно, карбонатнакопление продолжалось на всех этих территориях в виде обособленных, соединенных воедино участков, а на части территории Колпашевского СФР (является антиклинорной зоной, отложения которой в значительной степени разрушены при проявлении герцинской складчатости и последующих процессов гипергенного выщелачивания), возможно, продолжалось накопление доломитов, в участке, примыкающем к территории Ермаковского СФР (рис.).

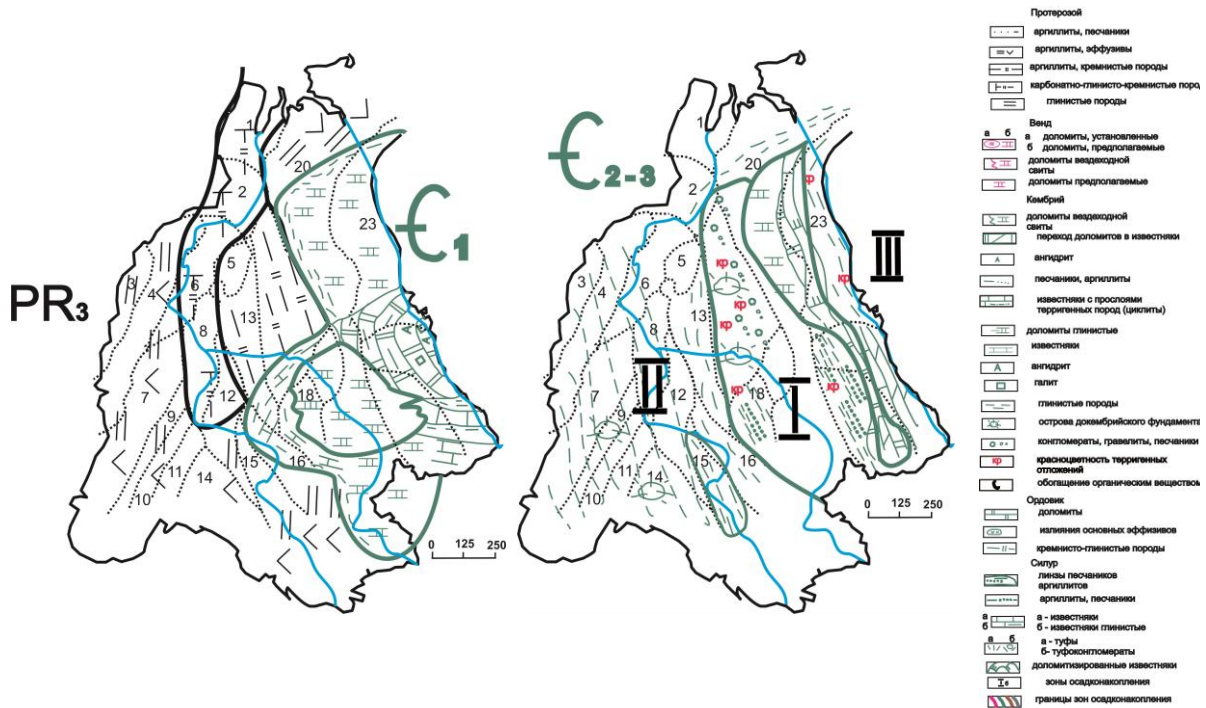


Рис. Палеогеографическая карта распространения нижнекембрийских (чурбинская свита) и средне-верхнекембрийских отложений в пределах Западно-Сибирской геосинеклизы.

Структурно-фациальные районы: 1 – Бованенковский, 2 – Новопртовский, 3 – Тазильский, 4 – Березово-Сартыньинский, 5 – Ярудейский, 6 – Шеркалинский, 7 – Шаимский, 8 – Красноленинский, 9 – Тюменский, 10 – Косолаповский, 11 – Уватский, 12 – Салымский, 13 – Усть-Балыкский, 14 – Ишимский, 15 – Тевризский, 16 – Туйско-Барабинский, 17 – Вярязанский, 18 – Нюрольский, 19 – Никольский, 20 – Колпашевский, 21 – Вехдеходный, 22 – Тыйский, 23 – Ермаковский

Выводы

1. В раннем кембрии на востоке ЗСГ унаследовано формировались образования карбонатной платформы в виде полосы меридионального простирания, к востоку от которых в застойных водоемах формировались образования, обогащенные органическим веществом (до 25 %).

2. В среднем и верхнем кембрии на территории центральной и восточной частей ЗСГ формировались красноцветные терригенные отложения, в то время как карбонатная платформа по площади накопления значительно уменьшилась, и сформировалась в центральной зоне зоны карбонатнакопления, сформированной в нижнем кембрии, что вероятно, отражает проявление в среднем и верхнем кембрии в пределах ЗСГ трансгрессии.

Литература

1. Ковешников А.Е. Влияние герцинского складкообразования на сохранность палеозойских образований Западно-Сибирской геосинеклизы // Известия Томского политехн. ун-та. – 2013. – Т. 323. – № 1. – С. 148 – 151.
2. Решения межведомственного стратиграфического совещания по рассмотрению и принятию региональной стратиграфической схемы палеозойских образований Западно-Сибирской равнины / Под ред. В.И. Краснова. – Новосибирск, 1999. – 80 с.
3. Ковешников А.Е. Формирование пород-коллекторов в доюрских карбонатных отложениях Западно-Сибирской геосинеклизы // Известия Томского политехн. ун-та. – 2012. – Т. 321. – № 1. – С. 138 – 142.
4. Венд приенисейской части Западно-Сибирского мегабассейна: стратиграфия, обстановки осадконакопления (по результатам бурения параметрической скважины Восток-3) [Томская область] / А.И. Варламов и др. // Фундамент, структуры обрамления Западно-Сибирского мезозойско-кайнозойского осадочного бассейна, их

- геодинамическая эволюция и проблемы нефтегазоносности: материалы Всеросс. науч. конф. с участием иностр. ученых. Тюмень, 29 сент.-2 окт. 2008 г. – Тюмень, 2008. – С. 41 – 44.
5. Новый тип разреза кембрия в восточной части Западно-Сибирской плиты (по результатам бурения параметрической скважины Восток-1) [Томская область и перспективы нефтегазоносности] / А.Э. Конторович и др. // Геология и геофизика. – 2008. – Т. 49. – № 11. – С. 1119 – 1128.
 6. Разрез кембрия в восточной части Западно-Сибирской геосинеклизы (по результатам бурения параметрической скважины Восток-4) / А.Э. Конторович и др. // Геология и геофизика. – 2012. – Т. 53. – № 10. – С. 1273 – 1284.

ТЕХНОЛОГИЯ ОЦЕНКИ НЕФТЕПЕРСПЕКТИВНОСТИ ОРШАНСКОЙ ВПАДИНЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ

А.В. Кондратенко

Научный руководитель ассистент И.И. Шишкова

Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины, г. Гомель,
Республика Беларусь

Космоаэрогеологические работы при поисках нефти и газа развиваются по следующим основным направлениям:

- геолого-структурное дешифрирование с целью выделения потенциальных структурных ловушек углеводородов (УВ) и тектонически активных зон;
- морфометрические и структурно-геоморфологические построения с целью выделения потенциальных структурных ловушек УВ и тектонически активных зон;
- инструментальный и визуальный анализ трещиноватости с целью локализации коллекторов в зонах повышенной трещиноватости в рифовых образованиях;
- анализ оптической яркости изображения с целью выявления спектральных индикаторов нефтегазоносности.

Количество работ по каждому из выше перечисленных методов и комплексировании полученных результатов с геолого-геофизическими данными растет. Однако эффективность оценочных работ пока не высока.

Для повышения эффективности в исследовании нефтегазоносности необходимо внедрение новых технологий, способных увеличить рентабельность поисковых работ. Для достижения этой цели необходимо полномасштабное использование космической информации в комплексе с выборочной сейсморазведкой. При относительно высокой эффективности использования космической информации для оценочных работ, ее стоимость на несколько порядков ниже стоимости сейсморазведки, что и позволит повысить рентабельность этих дорогостоящих работ.

Предлагаемая технология включает комплекс независимых друг от друга методов с многоцелевым использованием многозональных дистанционных съемок, включающих как анализ структурного плана осадочной толщи, так и анализ спектральных характеристик изображения над предполагаемыми скоплениями углеводородов. Кроме того, для повышения достоверности полученных результатов выполнен комплекс структурно-геоморфологических и морфометрических построений, дающих возможность выделять, как разломные, так и пликативные структуры, образовавшиеся или активизировавшиеся в неотектонический этап развития (т.е. включает, практически, все направления космоаэрогеологических работ при поисках нефти и газа).

Технология выполняемых исследований базируется на геоиндикационной концепции о взаимосвязи и взаимозависимости всех компонентов и элементов ландшафта, главной составной частью которого является структурно-геологическая основа (каркас), на которой сформировался современный облик земной поверхности. Элементы и компоненты ландшафта и их определенные сочетания, содержащие информацию о глубинных геологических объектах, являются индикаторами таких объектов и отражаются на данных дистанционного зондирования.

Определенные ландшафтные условия, формирующиеся над областями повышенных концентраций углеводородов (распределение линеаментов, уплотнение, проседание, трещинообразование, структура и состав поверхностных отложений и др.), связанные с неотектоническими подвижками блоков, а также формирование аномальных биогеохимических условий, отражающихся в почвах и растительности, возникающих под воздействием вертикальной миграции нефтидогенных флюидов и изменения геофизических полей, также регистрируются на данных дистанционного зондирования (ДДЗ).

Технология состоит из следующих операций:

1. Формирование Базы данных, включает:
 - сбор и анализ геолого-геофизических, топографических и ландшафтных данных об особенностях исследуемой территории и их отражения на ДДЗ;
 - подбор и приобретение комплектов ДДЗ разного уровня генерализации;
 - выявление геоиндикационных связей элементов ландшафта и геологического строения;
 - предварительную компьютерную обработку ДДЗ;
 - ввод собранных материалов в базу данных.
2. Тематическая обработка и анализ данных включает:
 - анализ ДДЗ разного уровня генерализации;
 - выделение индикаторов тектонических элементов;

- анализ структурного плана территории исследований (структурное дешифрирование);
- анализ линеаментов (линейных элементов изображения);
- тематическую компьютерную обработку многозональных изображений, направленную на усиление тектонической информации на ДДЗ и слабых ландшафтных аномалий, образующихся под воздействием залежей углеводородов.

Анализ структурного плана выполняется методом традиционного дешифрирования оригинальных и обработанных изображений с контролем на экране монитора. Основными геоиндикаторами, индицирующими глубинное строение территории исследований, являются распределение мезо- и микроформ рельефа, рисунок эрозионной сети, распределение озер, болот и линейных элементов ландшафта. Структурное дешифрирование выполняется поэтапно, путем последовательной детализации. Результирующая информация является итогом постепенного заполнения структурного каркаса, полученного на наиболее высоком уровне генерализации.

Линеаментный анализ является эффективным методом изучения зон разрывных нарушений и блоков. Кроме того, дешифрирование линеаментов (линейных элементов изображения) для контроля разломных структур и трещиноватости было выполнено также в автоматизированном режиме.

Тематическая обработка многозональных данных ДДЗ для усиления структурно-тектонической информации на изображении включает создание различных цветовых композиций, направленную фильтрацию, различные виды классификаций и др.

Алгоритм обработки многозональных изображений, дающий возможность найти и усилить слабые ландшафтные аномалии, отождествляемые с повышенной концентрацией углеводородов, подбирается на известных месторождениях в аналогичных условиях (в данном случае это Прибалтика). Затем в подобранном алгоритме, адаптированном к условиям Оршанской впадины, поэтапно обрабатывается исследуемая территория. Для контроля и отбраковки ландшафтных аномалий выполняется комплексный анализ изображения исследуемой территории.

3. Структурно-геоморфологические, морфометрические исследования включают:

- комплекс морфометрических и структурно-геоморфологических построений, дающих возможность проанализировать новейшую геодинамику (неотектонику) исследуемой территории, играющей важную роль в формировании месторождений нефти и газа;
- создание цифровых моделей рельефа (ЦМР) для последующих морфометрических построений в автоматизированном режиме.

4. Полевые исследования включают:

- ландшафтное обследование разного уровня детальности территории исследований и каждого предполагаемого объекта с учетом всех полученных в процессе исследований результатов для контроля и отбраковки ландшафтных аномалий.

5. Комплексирование и анализ всех данных включает:

- комплексный интегрированный анализ всех имеющихся полученных материалов;
- выделение индикаторов прогнозируемых объектов;
- выделение площадей для детальных сейсморазведочных работ;
- создание морфоструктурных моделей;
- создание итоговых прогнозных схем, карт.

Технология реализуется на базе программного обеспечения ГИС (ERDASImagine, ArcGIS 9, ERMapper, ENVI и др.) (рис.).

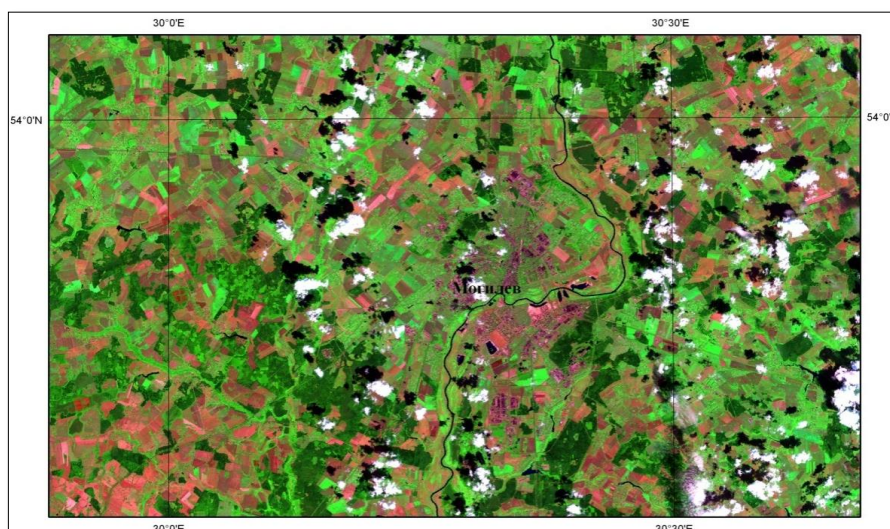


Рис. Результат синтезирования космического снимка Landsat 7 ETM+ (спектральные диапазоны: 2,09–2,35 мкм; 0,75–0,90 мкм; 0,525–0,605 мкм; каналы 7–4–2). Участок Оршанской впадины

Работы выполняются методом последовательной детализации. Поэтому, практически, на протяжении всего периода исследований выполнялись практически все операции технологической схемы, но на разных уровнях детализации.

Таким образом, предлагаемая технология оценки нефтеперспективности Оршанской впадины в силу многоцелевого использования многозональных космических снимков и комплексирования различных методик позволяет углубить прогноз и делает его более эффективным, значительно уменьшая площади для постановки детальных сейсморазведочных работ, что позволит сэкономить значительные средства при подготовке площадей к бурению.

Технология апробирована при изучении нефтеперспективности Балтийской синеклизы, Непско-Ботубинской антеклизы и Ростовского свода.

Предлагаемая технология может быть скорректирована в зависимости от геологического строения, этапа, изученности территории, технических возможностей их выполнения, а также по мере накопления данных и уровня развития исследований в данном направлении.

ИССЛЕДОВАНИЕ ГОРНЫХ ПОРОД МЕТОДОМ РЕНТГЕНОВСКОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ

А.А. Кочнев, С.Н. Кривошеков

Научный руководитель профессор В.И. Галкин

*Пермский национальный исследовательский политехнический университет,
г. Пермь, Россия*

Компьютерная томография – метод неразрушающего послойного исследования внутренней структуры объекта, был предложен в 1972 г. Годфри Хаунсфилдом и Алланом Кормаком, удостоенными за эту разработку Нобелевской премии. Исследования горных пород рентгеновским методом основано на различии в плотности горной породы, минеральных включений, пустот и трещин, и заполняющих их пластовых флюидов [2].

Микрофокусная рентгеновская пушка просвечивает объект, регистрация его теневых проекций выполняется матричным детектором. Рентгеновское излучение, проходя сквозь горную породу, теряет мощность пропорционально ее плотности и регистрируется ячейками матрицы приемника, формируя пиксельное изображение. В процессе сканирования объект вращается вокруг своей оси, за счет чего накапливается пакет из сотен виртуальных сечений [3].

Из полученных снимков, представляющих собой полутоновые изображения, яркость которых характеризует степень поглощения рентгеновского излучения, реконструируется объемная трехмерная модель образца. Таким образом, результатом рентгеновской томографии является трехмерное распределение плотности образца в объеме, что позволяет судить о структуре матрицы горной породы и распределении пор и включений [1].

С 2011 г. в ПНИПУ проводятся исследования керн на базе системы рентгеновского контроля с функцией компьютерной томографии NikonMetrology XT H 225, которая хорошо зарекомендовала себя при исследованиях керна за рубежом. Обработка полученных изображений и трёхмерное моделирование образцов проводилось в программном комплексе VSG Avizo Fire.

Нами были проведены исследования образцов горных пород Восточной Сибири, Пермского края, Узбекистана и Ирака:

- 1) терригенных пород (полноразмерные D=100мм, стандартные D=30мм);
- 2) карбонатных пород (полноразмерные D=100мм, стандартные D=30мм);
- 3) сильвинитов Верхнекамского месторождения калийно-магниевых солей (ВКМКС) – кубических образцов размером 50x50x50 мм.

При исследовании полноразмерных терригенных пород удалось обнаружить лишь трещины и крупные поры (рис. 1, а). Обнаруженные трещины, как правило, очень узкие (ширина 0,001 мм); редко попадались широкие трещины с максимальной шириной раскрытия 1 мм. Межгранулярная пористость на полноразмерных образцах не видна. При исследовании стандартных терригенных образцов межгранулярные поры уже отличимы от скелета породы (рис. 1, б).

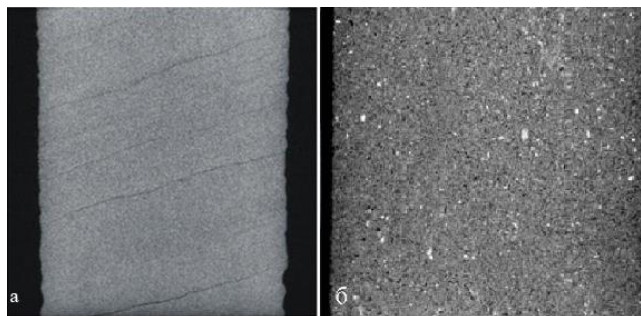


Рис. 1. Терригенные образцы (а – Ø100 мм, б – Ø30 мм)

При исследованиях карбонатных полноразмерных образцов было обнаружено большое число каверн, они довольно крупные, максимальные размеры 2–3 мм (рис. 2, а). Подсчитана каверновая пористость. При опытах над стандартными образцами карбонатных пород получены самые успешные результаты. В образцах обнаружены трещины, каверны, поры, включения кальцита. В ходе исследования были зафиксированы совпадения каверн, определенных ранее в полноразмерных образцах. Каверны достаточно крупные – диаметр в пределах 3 мм, в некоторых образцах каверны соединены каналами и занимают довольно большой объем.

В других типах образцов были зафиксированы поры. Поры по размерам крупные, по форме округлые, открытые. Коллектор такого типа высокопористый; коэффициент пористости составляет от 20 до 30 % (рис. 2, б). Методом рентгеновской компьютерной томографии были проведены исследования образцов карбонатных пород до прокачки соляной кислоты и после. Результат был представлен не только наглядно, но и подтвержден численно. Каналы в образцах значительно расширились и в некоторых случаях соединились, а также появились новые каналы. Пористость, соответственно, тоже возросла.

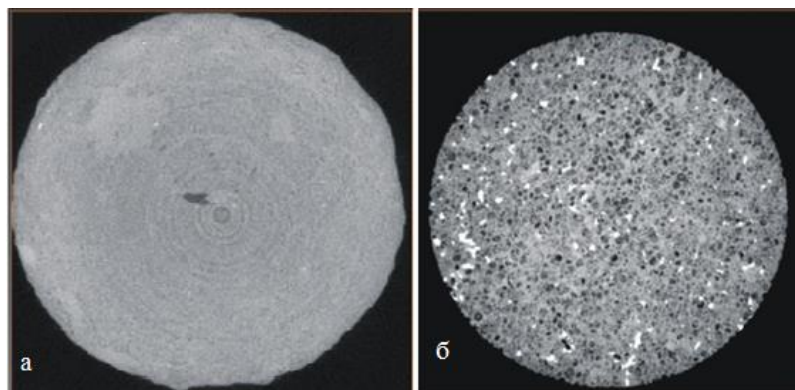


Рис. 2. Карбонатные образцы (а – $\varnothing 100$ мм, б – $\varnothing 30$ мм)

Также нами проводилось исследование образцов сильвинитов ВКМКС кубической формы до воздействия на них нагрузки сжатия, после первой нагрузки, а затем после повторной нагрузки, соответствующей пределу прочности образца на сжатие. Результат – не только визуальное представление в пространстве самого образца и трещин, но и цифровые значения объемов до и после нагрузки (рис. 3). Ширина трещин соответственно возрастала с каждым разом, так например на одном из образцов в первый раз ширина раскрытия трещины была 0,01–0,1 мм; во второй раз 0,19–0,5 мм; в третий раз 0,26–1,4 мм.

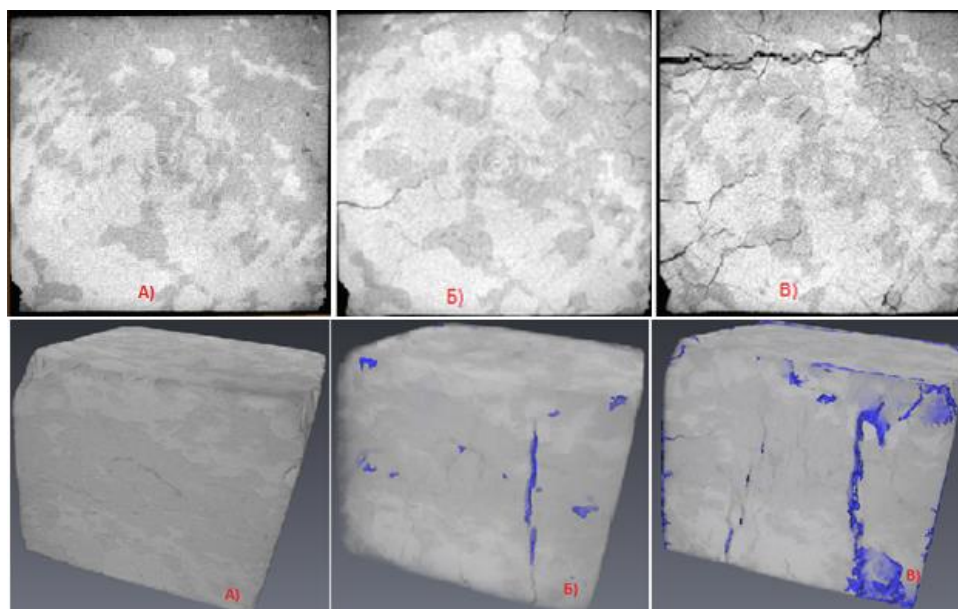


Рис. 3. Образец в ходе исследований: А – до сжатий, Б – после первого сжатия, В – после второго сжатия

Рентгеновская томография керн – очень перспективный метод при исследовании петрофизических свойств горных пород. Метод позволяет решать огромное разнообразие прикладных и фундаментальных геологических задач. Можно полностью визуализировать породу в 3D изображении и рассчитать все её свойства, выделить трещины, поры, каверны, включения, а также неоднородности, различные слои породы и дифференциацию плотности.

Рентгеновская томография позволяет исследовать образцы различных размеров, не только коллектора, но и любые другие горные породы.

Литература

1. Еременко Н.М., Муравьева Ю.А. Применение методов рентгеновской микротомографии для определения пористости в керне скважин // Нефтегазовая геология. Теория и практика. – 2012. – Т. 7. – № 3. – URL: http://www.ngtp.ru/rub/2/35_2012.pdf (дата обращения: 23.02.2014 г.).
2. Жуковская Е.А., Лопушняк Ю.М. Использование рентгеновской томографии при исследовании терригенных и карбонатных коллекторов // Геология и геофизика, 2008. – 55 с.
3. Иванов М.К., Бурлин Ю.К., Калмыков Г.А., Карнюшина Е.Е., Коробова Н.И. Петрофизические методы исследования кернового материала. Учебное пособие в двух книгах. – М.: Изд-во Московского университета, 2008. – 104 с.

ВОЗМОЖНОСТИ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФАЦИАЛЬНОЙ ОБСТАНОВКИ НА ПРИМЕРЕ ПЛАСТОВ ЮК₂₋₅ КРАСНОЛЕНИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (ТЮМЕНСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Л.К. Кудряшова

Научный руководитель профессор В.Б. Белозеров

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В последние годы одними из основных источников увеличения запасов нефти и газа являются залежи углеводородов глубокозалегающих горизонтов со сложным геологическим строением и неоднозначными фильтрационно-емкостными свойствами коллекторов. Повышение эффективности поисков, разведки и разработки рассматриваемых объектов требует построения качественно новых геологических моделей.

Экономическая целесообразность их разработки основывается на надежности прогноза распространения коллектора и анализе условий его формирования, влияющих на выбор технологической схемы эксплуатации залежи углеводородов. Одним из методов прогноза особенностей строения и пространственного развития нефтеносного пласта является фациальный анализ отложений его слагающих.

При фациальном анализе осадочных образований важнейшая роль принадлежит гранулометрическим исследованиям [6]. В литологии существуют различные способы характеристик фракционного состава, позволяющих разделять осадки различных фаций, например, генетические и динамогенетические диаграммы Л.Б. Рухина, Р. Пассеги, Г. Фридмана, Г.Ф. Рожкова и других.

Одной из относительно простых является диаграмма К. Бьёрликке, основанная на разных соотношениях отсортированности и характере асимметрии распределения фракций песчано-алевритовых пород [2].

Наиболее удовлетворительные результаты в определении генезиса современных осадков были получены на динамогенетических диаграммах Р. Пассеги и Г.Ф. Рожкова. Несмотря на различный подход к определению условий седиментации, результаты, полученные на этих двух диаграммах для водной среды седиментации, оказались во многом сходными [4].

Важную роль генетической интерпретации играют аутигенные минералы, являющиеся индикаторами определенных сред осадконакопления. Например, Д. Голдсмит с коллегами выяснил фазовые отношения в системе Са–Mg–Fe–Mn–CO₂, помогающие определить условия осадкообразования. Они связывают причину образования сидерита с обстановкой, характерной для застойных бассейнов или участков, подвергающихся действию приливов и отливов, а также эстуариев, для которых присуща высокая продуктивность органического вещества [5].

Таким образом, проанализировав современные подходы к определению генезиса по данным гранулометрического и минералогического анализов, можно сделать вывод о том, что разные обстановки осадконакопления могут иметь схожие характеристики, при этом совместное использование существующих методик гранулометрических исследований позволяет однозначно решать некоторые вопросы фациального анализа. В рассматриваемой работе предлагается комплексное использование методов по следующей схеме:

1. Обобщенное определение обстановки, по Фюхтбауэру и Мюллеру [1];
2. Определение генезиса отложений по соотношению отсортированности и особенностям асимметрии (диаграмма К. Бьёрликке);
3. Определение условий седиментации по соотношению асимметрии и эксцесса (динамогенетическая диаграмма Г.Ф. Рожкова);
4. Определение способа переноса обломочных частиц в водной среде (генетическая диаграмма Р. Пассеги);
5. Анализ состава аутигенных минералов, присутствующих в породах.

При таких комплексных исследованиях каждым последующим методом уточняются условия осадконакопления, что позволяет более объективно определять условия формирования осадка.

Рассмотрим предлагаемую методику на примере Ем-Еговской площади Красноленинского месторождения (Тюменская область), расположенной в северо-восточной части месторождения.

Основная продуктивность связана с пластами тюменской свиты (ЮК_{2.5}). Породы-коллекторы представлены песчано-алевритовыми разностями с подчиненными по мощности прослоями глин. Песчаники

мелкозернистые, алевритистые с преобладающей песчаной (0,12–0,30 мм) и алевритовой (0,05–0,10 мм) размерностью.

Были обработаны и проанализированы результаты гранулометрического анализа 208 образцов пластов ЮК_{2,5} тюменской свиты, отобранных из 7 скважин Ем-Еговского месторождения.

Гранулометрический состав определен ООО «Сибгеоцентр» двумя методами: во-первых, в прозрачных петрографических шлифах и, во-вторых, механическим ситовым (до фракции 0,05 мм) и отмучиванием пипеточным (более мелкие фракции) методами.

В качестве начального этапа графической обработки результатов были построены гистограммы гранулометрического состава для изучения и иллюстрации изменения характера пород по разрезу. Затем строились кумулятивные кривые, которые важны, как для графического изображения аналитических данных, так и для определения ряда параметров, характеризующих структуру породы. Рассмотрим в качестве примера результаты, полученные для скважины 1819 Ем-Еговского месторождения (табл.).

Следующим этапом является анализ полученных данных по методике, описанной выше.

Таблица

Основные гранулометрические характеристики пород (скважина 1819 Ем-Еговского месторождения)

№ обр.	Глубина, м	Литология	X _{ср}	S ₀	Md, мм	A	E	Открытая пористость по керну, Кп, %	Объемная плотность, г/см ³
27	2259,65	Алевритистая глина	0,08	1,85	0,088	0,024	0,733	5,88	2,585
38	2266,25	Песчанистый алевролит	0,11	1,40	0,110	0,165	1,004	8,30	2,503
39	2266,95	Глинистый алевролит	0,10	1,46	0,093	-0,102	0,997	8,69	2,468
40	2267,20	Глинистый алевролит	0,09	1,53	0,095	0,143	0,856	9,81	2,470
41	2267,95	Глинистый алевролит	0,09	1,53	0,098	0,193	0,820	7,99	2,521
42	2268,07	Глинистый алевролит	0,08	1,58	0,090	-0,001	0,961	7,55	2,553
43	2268,86	Глинистый алевролит	0,09	1,55	0,090	-0,007	0,985	6,85	2,550
45	2270,90	Сидеритово-алевритистая глина	-	-	-	-	-	5,38	2,651

Примечание: X_{ср} – средний размер частиц, S₀ – стандартное отклонение (коэффициент сортировки), Md – медиана, A – параметр асимметрии, E – мера эксцесса

Согласно обобщениям Фюхтбауэра и Мюллера, исследуемые породы в основном были сформированы в речной обстановке осадконакопления (русло и прирусловые отмели), так как сортировка в основном > 1,2; асимметрия < 1.

По соотношению отсортированности к асимметрии (по К. Бьёрликке) изучаемые породы относятся к турбидитам.

При этом способ накопления турбидитных отложений понимается по-разному: либо как результат перемещения береговой линии и изменения глубины места седиментации, происходившие на относительно мелководном (не более 200 м) шельфе, либо как результат осаждения этих образований из мутьевых потоков в нижней части и у подножия континентального подводного склона в относительно глубоководной (1200 м и более) части бассейна седиментации [3]. Поэтому необходимо провести дальнейшее уточнение генезиса осадков.

Учитывая, что на осаждение материала в эстуарии существенное влияние оказывают морские приливы и отливы, течения, связанные с приливами, могут характеризоваться различной скоростью. В эстуариях происходит латеральное и вертикальное перемешивание вод [6], т.е. столкновение двух разнонаправленных динамических потоков и выпадение осадка, характеристика которого близка к турбидитам

Следующим шагом является построение и анализ динамогенетических диаграмм Г.Ф. Рожкова и Р. Пассеги. Из анализа расположения точек на диаграмме Г.Ф. Рожкова следует, что часть образцов попала в область прибрежно-морских фаций (поле VII, нижняя часть), а другая – в область прибрежной фации огромных открытых акваторий (поле VIII). На диаграмме Р. Пассеги образцы попали в область поля R – область берегового вала.

Ассоциация аутигенных минералов – каолинит+сидерит+пирит свидетельствуют в пользу переходных условий осадконакопления. Так, преобладание глинистой составляющей в качестве каолинита указывает на континентальную обстановку формирования, но следует отметить и значительное содержание хлорита и смешанно слойных образований (ССО), которые говорят о морских условиях. Большое содержание сидерита является показателем континентальной или прибрежно-морской обстановки.

Необходимо также обратить внимание на наличие в осадке одновременно, как обломков древесины, отпечатков листьев, корней растений, указывающих на континентальный режим осадконакопления, так и оолитовых известняков, характерных для мелководных прибрежных участков с высокой турбулентностью течений [6], а также ростов белемнитов, наличие которых может быть связано с процессами их переотложения в условиях морского побережья.

Таким образом, проанализировав полученные результаты определения генезиса по совокупности гранулометрических и минералогических исследований, можно сделать следующий вывод – изучаемые отложения были сформированы в пределах эстуария.

Необходимо отметить, что все описанные в работе методы определения генезиса осадков не называют четкой фациальной обстановки осадконакопления, а позволяют только разграничить осадки на морские, континентальные или сформированные в переходной зоне.

Для более точного определения фаций необходимо провести комплексное исследование изучаемой территории с подбором седиментационной модели, основываясь не только на данных гранулометрического анализа, но и привлекая дополнительные данные по керну (фаунистические, петрографические, текстурные и т.д.), ГИС (фациальный электрометрический анализ), ГДИС (фильтрационно-емкостные).

Литература

1. Крашенинников Г.Ф., Волкова А.Н., Иванова Н.В. Учение о фациях с основами литологии. Руководство к лабораторным занятиям. – М.: Изд-во МГУ, 1988. – 214 с.
2. Кузнецов В.Г. Литология. Осадочные горные породы и их изучение. Учеб. пособие для вузов. – М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2007. – 511 с.
3. Маркевич П.В. «Турбидиты» и «флиш» без пояснений – опасные термины // Вестник ДВО РАН. – 2004. – № 4. – С. 95 – 105.
4. Методы палеогеографических реконструкций (при поисках залежей нефти и газа) / В.А. Гроссгейм, О.В. Бескровная, И.Л. Герашенко и др. – Л.: Недра, 1984. – 271 с.
5. Петтиджон Ф., Поттер П., Сивер Р. Пески и песчаники. – М.: Мир, 1976. – 536 с.
6. Романовский С.И. Седиментологические основы литологии. – Л.: Недра, 1977. – 408 с.

ВЛИЯНИЕ НЕОДНОРОДНОСТИ КОЛЛЕКТОРОВ ШЕРКАЛИНСКОЙ СВИТЫ НА ИЗВЛЕЧЕНИЕ НЕФТИ ТАЛИНСКОЙ ПЛОЩАДИ КРАСНОЛЕНИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (ТЮМЕНСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Л.К. Кудряшова, А.Ю. Фомичев

Научный руководитель доцент Т.А. Гайдукова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В связи с истощением основных запасов углеводородов на крупных месторождениях Западной Сибири необходимо вовлекать в разработку перспективные глубокозалегающие горизонты, характеризующиеся сложным строением и неоднородными фильтрационно-емкостными свойствами (ФЕС).

Ярким примером являются пласты ЮК₁₀, ЮК₁₁ шеркалинской свиты Талинской площади Красноленинского месторождения. Это один из наиболее сложных и уникальных объектов нефтедобывающей промышленности.

Разработка залежей нефти шеркалинской свиты характеризуется как крайне неблагоприятная: из 895 млн. т геологических запасов нефти промышленных категорий в лучшем случае будет добыто 150 – 180 млн. т.

Поэтому актуальной для данной площади является проблема увеличения коэффициента извлечения нефти (КИН) из пластов шеркалинской свиты. В связи с этим целью данной работы является выбор и обоснование наиболее рационального метода по увеличению КИН.

Талинская площадь расположена в западной части Красноленинского свода – структуре первого порядка [3]. Основными продуктивными отложениями в исследуемом районе являются пласты ЮК₁₀, ЮК₁₁ шеркалинской свиты, представленные разнородными песчаниками и гравелитами. В составе этих пластов уверенно выделяются пять циклитов: ЮК₁₀^а, ЮК₁₀^б, ЮК₁₀^с, ЮК₁₁^а, ЮК₁₁^б. Наиболее опесчаненными представляются циклиты в подошвенной части пластов, а наиболее заглинизированными – в кровельной.

Стоит также отметить, что пласты шеркалинской свиты имеют сложное геологическое строение, обусловленное условиями осадконакопления [1]. Формирование коллекторов шеркалинской свиты началось с накопления турбидитно-дельтовой толщи и закончилось комплексом отложений со сложным внутренним строением, обусловленным различными обстановками подводных дельт.

Устойчивая цикличность в режиме осадконакопления характеризует четко выраженную дифференциацию ФЕС пород-коллекторов пластов ЮК₁₀ и ЮК₁₁ и усложняет процесс извлечения нефти. ФЕС меняются в широком диапазоне, как по разрезу, так и по площади. Так, для песчаников и гравелитов проницаемость ($K_{пр}$) колеблется в пределах от 0,01 до 4418,00 мД, а пористость (K_p) – от 9,0 до 24,2 %.

По результатам ГДИС в режиме КВД оценили скин-эффект. Для добывающих скважин объектов ЮК₁₀, ЮК₁₁ средняя величина скин-эффекта составила 7,2. Простые расчеты зависимости изменения дебита от скин-эффекта свидетельствуют, что в нашем случае ухудшение ФЕС в призабойной зоне пласта снижает дебит скважин ~ в 1,8 раза.

Также значительное влияние на нефтеотдачу оказывает система разработки месторождения. На начальном этапе обеспечение высоких дебитов фонтанных скважин сопровождалось значительным увеличением депрессии на пласт. Низкие забойные давления в фонтанирующих скважинах приводили к разгазированию нефти в прискважинной области пласта. Высокие темпы отборов привели к снижению пластового давления и, как следствие, к уменьшению дебитов фонтанных скважин. С целью компенсации добычи нефти форсировали освоение системы заводнения.

При использовании заводнения, а это были достаточно интенсивные блочно-замкнутые системы, значительные давления нагнетания и объемы закачиваемой воды привели к превышению текущего пластового давления над начальным, формированию трещин в высокопроницаемой части пласта и к последующему прогрессирующему росту обводненности. Увеличение объемов нагнетания воды сопряжено с избирательным вытеснением нефти исключительно из той части разреза, которая подвержена искусственному трещинообразованию.

Низкопроницаемая часть коллектора оказалась блокированной со стороны добывающих скважин зоной разгазирования нефти в пласте и фильтратом тяжелых жидкостей глушения, применявшихся в условиях повышенных пластовых давлений при частых подземных и капитальных ремонтах скважин.

Проанализировав данные по ФЕС, результаты ГДИС и состояние разработки, видно, что со временем освоения месторождения наблюдается несоответствие между высокой (~92 %) обводненностью продукции скважин и низким значением (0,098) текущего коэффициента нефтеизвлечения. Все это указывает на то, что вовлечь в разработку удалось только незначительные запасы нефти. Для «традиционных» среднепродуктивных залежей Западной Сибири такая система разработки обеспечила бы более полную выработку запасов [2]. В рассматриваемом же случае речь идет о весьма сложном строении залежей шеркалинской свиты, где основные потоки пластовых флюидов, по всей видимости, контролируются тонкими прослоями с аномально высокой проницаемостью, в присутствии которых традиционные методы и технологии в разработке залежей малоэффективны. Учитывая сложность в строении изучаемых пластов, нами предложены следующие наиболее эффективные методы, которые необходимо использовать комплексно, чтобы увеличить КИН.

Одной из ключевых технологий для увеличения КИН шеркалинской свиты является гидроразрыв пласта (ГРП). Это один из инструментов, многократное применение которого в независимости от текущей обводненности скважин-кандидатов будет способствовать перемещению заблокированной нефти к забоям добывающих скважин. Важным результатом проведения ГРП является образование системы трещин не только по площади, но и по разрезу. Для этого необходимым условием является наличие оптимальной эффективной толщины пластов (в среднем около 10 м), что позволит провести качественный ГРП и увеличить КИН.

В связи с наличием как низкопроницаемых интервалов, так и интервалов с аномально высокими ФЕС, необходимо проводить работы по изоляции водопритока. Такие технологии направлены на устранение комплекса причин поступления воды в добываемую нефть: прорыв воды по высокопроницаемым интервалам, подъем ВНК, перетоки по заколонному пространству, негерметичность эксплуатационной колонны. Это поможет сдерживать прорывы воды в скважину и, как следствие, не увеличит обводненность пласта.

Также необходимо выполнять выравнивание профиля приемистости. Данные технологии направлены на рациональное изменение фильтрационных потоков в условиях наличия высокопроницаемых интервалов пластов, характеризующихся высокой проводимостью. Одним из рациональных методов является закачка в пласт через систему нагнетательных скважин потококорректирующих составов, которые блокируют высокопроницаемые интервалы, в результате чего происходит перераспределение фильтрационных потоков в направлении низкопроницаемых интервалов пласта и, как следствие, вовлечение в разработку слабопроницаемых интервалов, участков пласта. А технологии по регулированию профиля притока применяются в нагнетательных скважинах, вскрывших неоднородные пласты, не вовлеченные в эксплуатацию, с низкопроницаемыми, нефтенасыщенными интервалами, используя комплексные растворы кислотного состава. Применение таких технологий позволит увеличить фильтрационные свойства малопродуктивных коллекторов.

Циклическое заводнение осуществляется путем периодических изменений давления при нагнетании и отборе жидкости [2]. Попеременной работой нагнетательных и добывающих скважин меняем направления фильтрационных потоков. В результате, в активную фильтрацию вовлекаются новые, в том числе низкопроницаемые зоны пласта, увеличивается охват пласта воздействием, снижается обводненность.

Однако, исходя из сложности строения изучаемых пластов и неоднородности ФЕС по разрезу, можно полагать, что для достижения высокой эффективности воздействия циклического заводнения рекомендуется проведение его в комплексе с полимерными добавками. Сущность физико-химического заводнения состоит в изменении соотношения темпа продвижения вытесняющей жидкости и нефти. Снижение подвижности воды происходит из-за роста её вязкости, за счет содержащегося в ней полимера, это способствует выравниванию линии вытеснения в высокопроницаемых зонах. Величина снижения коэффициента остаточной нефтенасыщенности зависит от количества и концентрации прокачиваемого реагента относительно порового объема и максимально (по данным лаборатории физики пласта) может достигать 6 %.

Весьма перспективными для увеличения эффективности нефтеизвлечения являются водогазовое и акустическое воздействия на продуктивный пласт, которые успешно применяются на Самотлорском месторождении. При водогазовом – могут сочетаться полезные особенности воды и газа. Вследствие этого достигается более высокий коэффициент нефтеотдачи пластов по сравнению с заводнением. При использовании в качестве вытесняющего агента углеводородного газа КИН увеличивается на 22 %. При акустическом – излучатели, расположенные в скважинах, влияют упругими колебаниями на пласт. Это в конечном итоге повышает проницаемость и нефтеотдачу пластов. Низкочастотный акустический метод влияния на пласт является одним из эффективных способов увеличения нефтеотдачи, а также может усилить эффект вытеснения остаточной нефти при закачке в пласт водогазовой смеси. Несмотря на то, что эти два метода являются достаточно эффективными, но они требуют значительных капитальных затрат. Для организации водогазового – необходимо построить газокomppressorную станцию и газопровод, а для акустического – приобрести низкочастотные излучатели. Однако, согласно постановлению правительства РФ от 2009 г. о допустимом уровне сжигания попутного газа на факельных установках (не более 5 % от объема полученного попутного газа), в

любом случае необходимым будет строительство станции по переработке газа. Таким образом, водогазовое воздействие в дальнейшем будет одним из наиболее перспективных методов для увеличения КИН.

Так как изучаемое месторождение находится на последней стадии разработки, а обводненность продукции составляет более 90 %, эффективной может оказаться технология форсированного отбора жидкости. Эта технология связана с применением высоконапорных электрических центробежных насосов (ЭЦН) с глубиной спуска более 2000 м, она сопровождается увеличением дебитов жидкости на 40 %.

Для форсированного отбора жидкости рекомендуются зоны с повышенными значениями нефтенасыщенности, где возможно производить снижение забойного давления до 5–7 МПа без потери дебита.

Изучив сложное геологическое строение и неоднородности ФЕС коллекторов Талинской площади Красноленинского месторождения, а также проанализировав основные технологии по повышению нефтеотдачи, нами был предложен комплекс методов, наиболее оптимальный для изучаемой территории. Данный комплекс представлен следующими методами: ГРП, изоляция водопритока, выравнивание профиля приемистости и регулирование профиля притока, циклическое заводнение с использованием полимерных добавок, водогазовое и акустическое воздействие на пласт, а также технология форсированного отбора жидкости. Используя только разумное сочетание режимов работы скважин, технологий и дизайна ГРП, оптимизации системы заводнения и кинематики потоков в системе пласт-скважина, можно добиться повышения КИН.

Литература

1. Геология нефти и газа Западной Сибири / А.Э. Конторович, Ф.К. Салманов и др. – М.: Недра, 1975. – 678 с.
2. Разработка малопродуктивных нефтяных месторождений / В.Д. Лысенко и др. – М.: Недра, 2001. – 284 с.
3. Сурков В.С., Жеро О.Г. Фундамент и развитие платформенного чехла Западно-Сибирской плиты. – М.: Недра, 1981. – 143 с.

НЕФТЕДОБЫЧА В ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

В.А. Курбанова

Научный руководитель профессор Н.П. Запивалов

Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука, г. Новосибирск, Россия

Западная Сибирь – крупнейшая нефтегазоносная провинция, начальные суммарные ресурсы которой составляют 60 % начальных суммарных ресурсов России. На этой территории открыто около 500 нефтяных, газонефтяных и нефтегазоконденсатных месторождений, содержащих 75 % текущих разведанных запасов нефти России. Добыча нефти в стране значительно возросла благодаря открытию крупных месторождений в Западной Сибири. Но сегодня в активной разработке находится лишь малая часть этих месторождений [1].

По мнению Игоря Шпурова, генерального директора Западно-Сибирского научно-исследовательского института геологии и геофизики: «Из 747 нефтяных и газовых месторождений Западной Сибири осваивается лишь 339. 10 месторождений в Западной Сибири ввели в разработку в 2012 году». Так, можно сделать вывод о том, что потенциал запасных ресурсов не реализуется в полной мере, что ведет к снижению объемов добычи на полтора процента. В 2013 году потерянно 300 млн. т.

В настоящее время основная добыча нефти в Западной Сибири ведется на зрелых и уже истощенных месторождениях. Полное и исчерпывающее функционирование новых месторождений, а также их разработка ограничены из-за их удаленности от существующих центров добычи. Для разработки требуются крупные вложения в создание региональной сети коммуникаций и транспортной системы.

Западная Сибирь была и еще долго останется основным добытчиком нефти – 57 % от общероссийского показателя. Регион останется и главным объектом запасов нефти и газа.

Западно-Сибирская нефтегазоносная провинция территориально расположена на Западно-Сибирской равнине. Благоприятная структура разведанных запасов: высокая концентрация углеводородных запасов в крупных и крупнейших месторождениях и продуктивность их разработки являются особенностью этой провинции.

В настоящей работе статистические данные представлены по регионам.

Ханты-Мансийский – богатейший нефтяной регион Западной Сибири и России в целом. Две трети добываемой нефти в России сосредоточено в месторождениях Ханты-Мансийского автономного округа. Открыто 273 месторождения нефти, 120 введено в разработку. Большинство месторождений, введенных в разработку в XX веке, на сегодняшний момент выработаны и обводнены, такие месторождения, как Самотлорское, Мамонтовское, Федоровское.

В то же время ряд резервных крупных месторождений (Приобское, Приразломное, Красноленинское и др.) разрабатываются на режимах ограниченного отбора. Основной проблемой дебитов нефти является выборочная разработка месторождений. В Ханты-Мансийском автономном округе до 2007 г. наблюдалось повышение добычи, в настоящее время уровень добычи снижается (рис. 1).

Ямало-Ненецкий автономный округ так же характеризуется крупнейшими запасами и ресурсами нефти, но по сравнению с Ханты-Мансийским автономным округом их структура сложнее, так как преобладают нефти высокой плотности и вязкости (Русское, Северо-Комсомольское, Тазовское, Западно-Мессояхское месторождения). Запасы нефти сосредоточены в 153 месторождениях.

Несомненно, основной объем ресурсов (85 % начальных извлекаемых) включает в себя крупные и уникальные месторождения, а доля в накопленной добыче нефти крупных месторождений составляет 90 %.

Своей особенностью крупных месторождений является то, что они либо уже входят в разработку (более 50 % их общего числа), или находятся в распределенном фонде недр и в скором времени будут введены в промышленную эксплуатацию (более 90 %).

По сравнению с крупными месторождениями, из 114 мелких и средних в разработку вовлечено только 27 (23 %). Если рассмотреть структуру запасов, то 60 % их объема еще не вовлечено в разработку, т.е. характеризуется «нулевой» степенью выработанности (рис. 2).

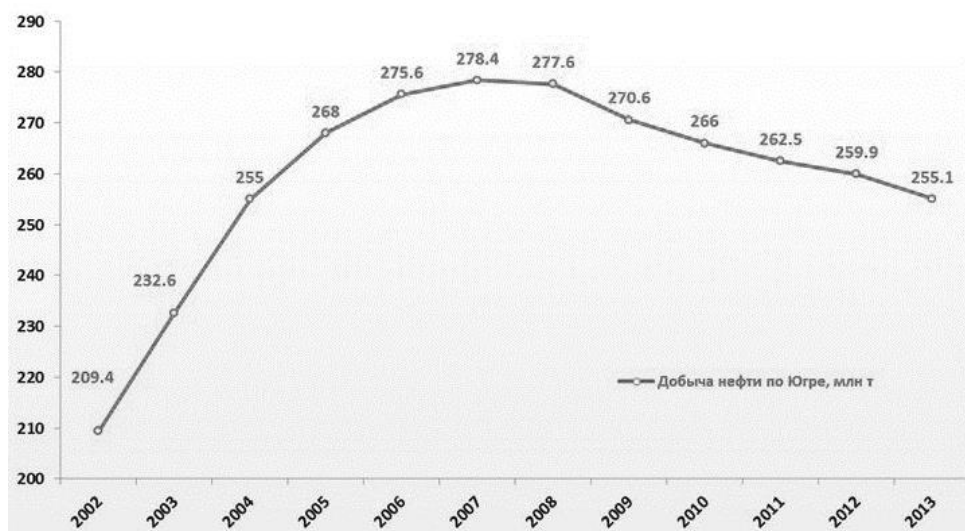


Рис. 1 Добыча нефти по годам в ХМАО-Югра

Степень выработанности запасов (отношение накопленной добычи к начальным извлекаемым запасам) для мелких и средних месторождений изменяется от 0 до 9 %, в то время как для крупных месторождений этот показатель равен 18–19 %, а для уникальных – 1 % начальных извлекаемых запасов.

Из 114 мелких и средних месторождений 35 числятся в нераспределенном фонде недр, что в относительном выражении составляет 30 % их общего числа.

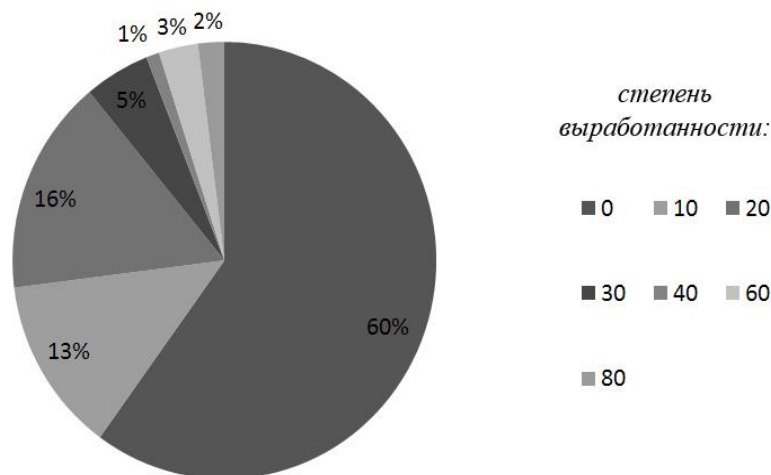


Рис. 2. Распределение начальных извлекаемых запасов нефти мелких и средних месторождений по степени выработанности

Таким образом, темпы освоения мелких и средних месторождений отстают от темпов освоения крупных месторождений. Нефтяным компаниям гораздо выгоднее работать не с мелкими объектами (риск получения отрицательного результата по которым достаточно высок), а с более крупными месторождениями, многие из которых были выявлены и введены в разработку еще до начала 1990-х гг. [2].

Томская область стоит на третьем месте в нефтедобывающей промышленности Западной Сибири. Сейчас в Томской области 39 месторождений: 27 нефтяных, 3 нефтегазовых, 8 газоконденсатных.

Крупные месторождения: Советское, Первомайское, Лугинецкое. Средняя выработанность начальных запасов открытых месторождений составляет 30 %, а перечисленных крупных месторождений 17,58 %. По данным геологических прогнозов, количество неразведанных ресурсов в Томской области превышает число известных запасов в 1,8 раза, что благоприятствует многолетней сырьевой обеспеченности нефтедобывающих предприятий.

Литература

1. Конторович А.Э., Фотиади Э.Э., Демин В.И. и др. Прогноз месторождений нефти и газа. – М.: Недра, 1981. – 350 с.
2. Коржубаев А.Г., Мартынов И.В. Минеральные ресурсы России // Экономика и управление, 2008. – № 5. – С. 33 – 36.

ОБОСНОВАНИЕ ДОРАЗВЕДКИ КРАПИВИНСКОГО НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (ТОМСКАЯ И ОМСКАЯ ОБЛАСТИ)

Е.В. Кушнряева

Научный руководитель доцент Н.М. Неволишко

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Освоение Крапивинского месторождения ведется с 1969 года. В ходе исследований, проведенных в 1984 году, было выявлено сложное строение продуктивных пластов месторождения. По особенностям литологического строения и фильтрационно-ёмкостной неоднородности пласта Ю₁³, а также по результатам поисково-разведочных и эксплуатационных скважин в пределах Крапивинского поднятия было выявлено 4 типа разреза [1]. Не смотря на то, что месторождение давно было введено в разработку, существуют районы, которые требуют дополнительного изучения. В числе таких районов находится юго-восточная часть месторождения, запасы которой до сих пор не переведены из категории С₂ в С₁.

Для устранения недостатка информации, уточнения строения и морфологических особенностей района, перевода запасов из категории С₁ в С₂ предлагается пробурить разведочную скважину. Закладка скважины планируется в своде купола, который околонтурен изогипсой -2570, пресечен сейсмопрофилем 8033 (рис.). Глубина скважины 2800 м, проектный горизонт – тюменская свита, пласты Ю₁² и Ю₁³ горизонта Ю₁.

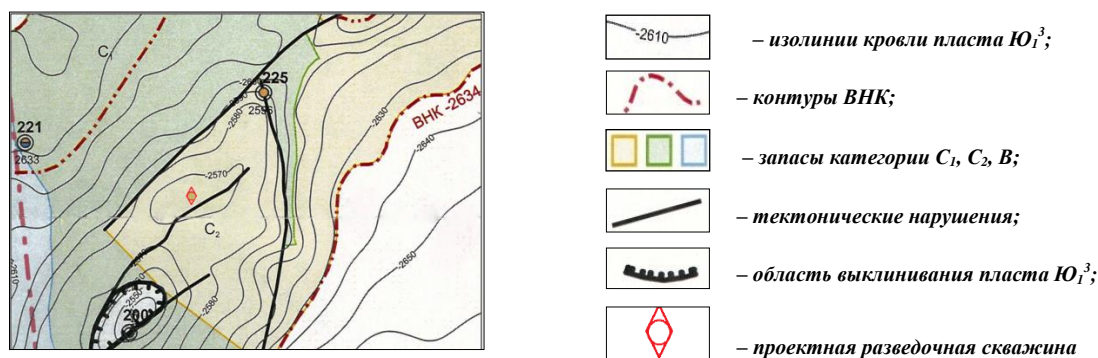


Рис. Схема расположения проектной скважины

В ходе доразведки месторождения планируется решить следующие задачи:

- уточнение положения контактов нефть-вода и контура залежей;
- пересчёт дебетов нефти и воды, определение пластового давления, давления насыщения нефти и коэффициентов продуктивности скважин;
- проследить изменчивость фильтрационно-ёмкостных характеристик коллекторов;
- уточнение распространения пород – коллекторов различных типов.

В процессе доразведки месторождения рекомендуется проведение следующих мероприятий, которые должны явиться обязательными.

1. Отбор керн в интервале горизонта Ю₁ васюганской свиты. Дополнительной целью будет являться дальнейшая разведка месторождения, уточнение структуры залежей и запасов углеводородов.

2. Проведение комплекса ГИС (табл. 1):

3. Литолого-фациальные и петрофизические исследования кернового материала полученного при бурении скважин.

4. Исследование ФЭС образцов керн отобранных в интервале продуктивного пласта, включающее изучение коллекторских свойств, порометрические исследования, определение относительных фазовых проницаемостей для нефти и воды, исследования коэффициента вытеснения нефти различными рабочими агентами.

5. Отбор и исследование глубинных проб нефти для определения свойств и состава пластовых флюидов.

6. Систематический отбор и анализ поверхностных проб УВ действующего фонда скважин для контроля за процессом разработки и получения и уточнения данных для проектирования объектов обустройства месторождения.

7. Испытание пластов перед вводом скважины в эксплуатацию, во всех вводимых скважинах в период пробной эксплуатации месторождения.

8. Гидродинамические исследования новых скважин, а так же до и после проведения ГТМ. План проведения исследования составляется индивидуально по скважине, в соответствие с прогнозируемыми параметрами пластов, требуемого радиуса охвата, поставленными целями и задачами.

Бурение скважины планируется проводить с обязательным отбором керна в интервалах залегания продуктивных пластов. Отбор керна следует начинать с отложений битуминозных аргиллитов баженовской свиты, основной нефтематеринской породы на территории Западной Сибири.

Это позволит не только наиболее точно привязаться к продуктивным отложениям васюганской свиты и отобрать кондиционную коллекцию продуктивных песчаников для исследований, но и получить керновый материал для геохимических исследований. На полученном керновом материале должны быть получены аналитические данные, позволяющие внести корректировки в гидродинамическую модель и обосновать коэффициент извлечения нефти при дальнейшем пересчете запасов УВ и при переводе запасов в более высокие категории.

Таблица 1

Промыслово-геофизические исследования скважин

Виды каротажа	Интервалы Исследований, м
В открытом стволе	
Стандартный каротаж зондом А2М0,5N; ПС и профилеметрия	0–930; 930–1350; 1300–1730; 1680–2200; 2150–2730; 2680–2800
Микрозондирование, БК и МБК, ИК, ПС, акустический (АКШ), резистивиметрия, БКЗ(7 зондов), профилеметрия	930–1730; 1680–2200; 2150–2700; 2650–2800
ВИКИЗ	930–1730; 1680–2200; 2150–2700; 2650–2800
ГГК-П, НКТ, ГК, НГК, ГГК-С	930–1730; 1680–2200; 2150–2700; 2650–2800
Временные замеры А4М0,5N, БК, ИК, ПС	1680–2700; 2150–2800
Инклинометрия	0–2800 – в интервалах стандартного каротажа
Газовый каротаж	0–2800
Термометрия (ОГТ)	0–2800
Стандартный зонд, ПС, профилемер	перед проведением ИП
В обсаженном стволе	
Отбивка забоя (локатор муфт)	930–2790
Определение качества цементирования (АКЦ, СГДТ)	0–930; 930–2790
Локатор муфт (до и после перфорации)	в интервалах перфорации
НКТ, ГК	930–2790
НКТ, ГК	0–930
ВСП–ОГТ	0–2790
Инклинометр	0–2790 через 25 м

В результате бурения проектной скважины планируется получить прирост запасов по категории С₁ нефти в количестве 1715,5 тыс. т (табл. 2).

Таблица 2

Подсчетные параметры и запасы нефти с учетом планируемого прироста по проектной скважине 111

Категория	Пласт	F, м ²	H, м	K _п , д.е.	K _н , д.е.	ρ	β	Запасы нефти, тыс.т	
								Геологические	Извлекаемые
С ₁	Ю ₁ ³	7.500	2,5	0,166	0,900	0,852	0,590	1389,4	514,1
С ₁	Ю ₁ ²	4.150	1	0,161	0,900	0,857	0,527	305	67
Итого								1715,5	581,1

Литература

1. Белозеров В.Б. Палеогеографические особенности формирования нефтеносных пластов васюганской свиты Западной Сибири // Известия ТПУ, 2008. – Т. 311. – № 1. – С. 67–72.

**ПРИНЦИПЫ ВЫДЕЛЕНИЯ ГРАНИЦ ЗАЛЕЖЕЙ НА ПРИМЕРЕ ПЛАСТА Ю₁₀
НЕФТЕГАЗОКОНДЕНСАТНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ «К»**

Е.П. Ларина

Научный руководитель заведующий сектором А.А. Горкальцев
Томский научно-исследовательский и проектный институт нефти и газа, г. Томск, Россия

Значительное количество нефтепроявлений и промышленных залежей на территории Томской области связано с коллекторами пластов юры и палеозоя. Эти залежи приурочены к ловушкам различных типов – пластовым, массивным, осложненным различными экранами. По типу экрана в ловушке залежи делятся на сводовые, литологически, стратиграфически и тектонически ограниченные, гидродинамически экранированные и другие.

Эти факторы обуславливают сложность геологического строения месторождения, влияют на величину начальных геологических запасов и определяют эффективность разработки месторождения и рентабельность проекта. Поэтому качественное и детальное изучение строения ловушек УВ, а, следовательно, особенностей геологического строения залежи является одним из наиболее актуальных вопросов при планировании разработки месторождения, а также пополнении минерально-сырьевой базы.

В пределах 52 лицензионного блока по результатам 3Д сейсмических работ по отражающим горизонтам Ф₂ (кровля палеозойского фундамента), I^a (кровля угольного пласта У₁₀) и II^a (подшоша баженовской свиты) выделяются многочисленные тектонические нарушения, которые прослеживаются на продуктивных горизонтах юрского и палеозойского комплексов и часто формируют отдельные тектонические блоки, в коллекторах которых могут аккумулироваться залежи УВ.

Для выделения блоков необходимо использовать комплексный подход и учитывать:

- фильтрационно-емкостные свойства пород-коллекторов;
- фактические скважинные данные;
- тектонические экраны, выделяемые по результатам интерпретации 3Д сейсмики;
- ГДИС;
- гидропрослушивание;
- трассерные исследования.

Примером применения подобного подхода к выделению блоков может выступать пласт Ю₁₀ тюменской свиты месторождения К. Для исследуемого месторождения проведен детальный анализ исходных данных, на основании которых была построена геологическая модель.

Стратиграфическое расчленение разреза месторождения К выполнено на основе действующих региональных стратиграфических схем Западной Сибири с использованием керновых данных и комплекса ГИС [1].

При корреляции разрезов скважин использовались реперы первого порядка, которые регионально выдержаны и хорошо выделяются по каротажу (высокоомные аргиллиты баженовской свиты, низкоомные глинистые отложения георгиевской и нижневасюганской подсвит, угольные пласты У₁, У₁₀ и высокоомные палеозойские образования), а также локальные реперы (низкоомные глинисто-кремнистые отложения коры выветривания, угольные пласты У₄-У₁₄).

Основной продуктивный пласт Ю₁₀ залегают на угольном пласте У₁₀. В пределах тюменской свиты выделение угольного пласта У₁₀ базировалось на возрастных определениях в скважинах № 9Р и 16Р (отложения ааленского возраста), а также использовались реперы второго порядка – угольный пласт У₈, который прослеживается в большинстве скважин месторождения.

Результатом работы явилась уточненная стратиграфическая схема корреляции отложений пласта Ю₁₀ тюменской свиты, выполненная по 31 скважине.

Рассмотрим подробнее продуктивный пласт Ю₁₀ тюменского блока.

Для разделения пласта Ю₁₀ на отдельные изолированные блоки использовался комплексный подход:

- тектонические экраны, выделяемые по результатам интерпретации 3Д сейсмики. По результатам детального анализа 3Д сейсмических данных были выделены зоны тектонических экранов. Описанные зоны деструкции прослеживаются на сейсмических разрезах.

- физико-химические свойства пластовых флюидов: анализ глубинных проб показывает, что в разных участках пласта, разделенных тектоническими нарушениями, зафиксированы различные физико-химические свойства УВ, что свидетельствует об экранирующей способности данных тектонических нарушений.

- анализ работы скважин подгазовой зоны на месторождениях-аналогах показал, что замеры газового фактора в нефтяной и в газовой зонах различаются более чем в 8–10 раз.

В качестве месторождения-аналога выбрано ближайшее нефтегазоконденсатное месторождение, находящееся в эксплуатации. Анализ работы добывающих скважин подгазовой зоны на месторождении-аналоге показал, что скважины имеют высокий газовый фактор (порядка 1500 м³/т и выше). На рассматриваемом месторождении К газовый фактор в разных участках залежи варьируется от 112–202 м³/т до 10,6 тыс. м³/т, что также доказывает экранирующие свойства разломов.

В результате применения данного подхода в пределах продуктивного разреза пласта Ю₁₀ месторождения К по «тюменскому» блоку принята амплитудно-блоковая модель. Залежи пласта Ю₁₀ имеют очень сложное строение: пласт делится на два тектонических блока системой непроницаемых субмеридианальных разломов, протягивающихся с севера на юг (рисунок).

К данным блокам приурочены нефтяные, газовые залежи и залежь нефти с газовой шапкой.

По результатам уточнения геологического строения района исследования были подсчитаны запасы нефти, выделены перспективные для разработки участки, в пределах которых в 2014 г. запланировано бурение.

Применение комплексного подхода в работах по подсчету запасов позволяет уточнить геологическое строение месторождения (геометризация и выделение залежей, локализация перспективных для бурения участков залежи), что позволяет осуществлять его эффективную разработку, а также учет минерально-сырьевой базы.

В итоге на месторождении **К** по результатам уточнения геологического строения были списаны предварительно оцененные (недоказанные) запасы по категории C_2 в объеме (геол./извл.) 68 % / 78 % и выполнен прирост по доказанным запасам категории $B+C_1$ в объеме геол./извл. 14 % / 49 %.

Эффективность разработки пласта $Ю_{10}$ месторождения **К** можно будет оценить в ближайшей перспективе по результатам эксплуатационного бурения.

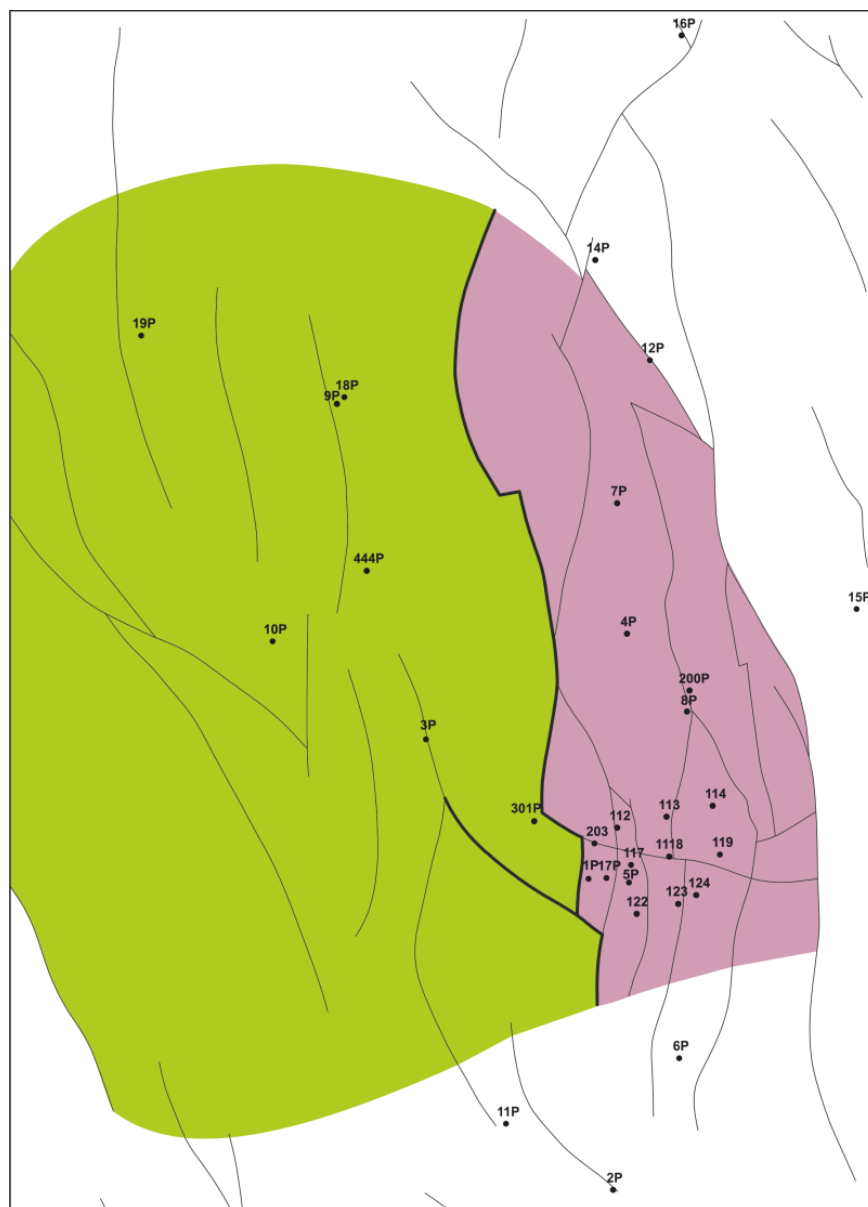


Рис. Блоковая модель пласта $Ю_{10}$

Литература

1. Решение 6-го межведомственного стратиграфического совещания по рассмотрению и принятию уточненных стратиграфических схем мезозойских отложений Западной Сибири. – Новосибирск: Изд-во СНИИГГИМС, 2004. – 113 с.

СТРАТИГРАФИЧЕСКОЕ РАСЧЛЕНЕНИЕ И НЕФТЕГАЗОНОСНОСТЬ КАРБОНАТНЫХ ПОРОД ДЮОРСКОГО КОМПЛЕКСА ВОСТОЧНОГО СКЛОНА АЛЕКСАНДРОВСКОГО МЕГАВАЛА (ТОМСКАЯ ОБЛАСТЬ)

А.Ю. Линдт

Научный руководитель профессор Н.П. Запивалов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Многими исследователями пород палеозойского возраста Томской области была отмечена их слабая изученность. Так, А.А. Трофимук, Ф.Г. Гурари, И.И. Нестеров и другие подчёркивали, что вышеуказанная проблема не позволяет достоверно оценить нефтегазоносность доюрского комплекса Западной Сибири и выделить наиболее перспективные на нефть и газ районы. Поэтому они рекомендовали накапливать информацию по доюрским отложениям и на каждой поисковой площади, углубляться в фундамент на 100 метров всеми тремя поисковыми скважинами [5].

На сегодняшний день на территории Томской области в породах палеозойского комплекса выявлено более 30 залежей нефти и газа. Основная их часть связана с рифогенными образованиями.

Объект изучения – восточный склон Александровского мегавала. В географическом плане территория расположена в юго-восточной части Западно-Сибирской низменности, в районе среднего течения р. Оби, а в административном отношении находится на приграничной территории Томской области и Ханты-Мансийского автономного округа (рис. 1). Стратиграфия палеозойского комплекса изучаемого региона приведена лишь для верхней части доюрского разреза. Возраст отложений по ряду скважин определён неоднозначно.

В наиболее приподнятых частях территории Назино-Сенькинского мегантиклинория распространены граниты докембрийского возраста. Они несогласно перекрываются осадочной толщей палеозоя, которая полосовидно простирается в северо-западном направлении (в западной части разведочным бурением вскрыты более древние породы, в восточном – более молодые) (рис. 2). Такое стратиграфическое распределение характерно для центрального блока, с востока и запада палеозойская поверхность погребена под эффузивно-осадочной толщей пермо-триаса, выполняющей грабены триасового рифтогенеза [5].



Рис. 1 Фрагмент обзорной тектонической карты Томской области

Наиболее древние отложения центрального блока представлены, по мнению Г.Д. Исаева, пономарёвской толщей (S_1^{pn}) нижнего силура. Возраст определён по аналогии со стратиграфическим расчленением Сильгинской структурно-фациальной зоны, так как силурийский комплекс в пределах исследуемого региона палеонтологически «немой». Разрез представлен метаморфизованными, трещиноватыми породами тёмно-серого цвета с зеленоватым оттенком [3].

Девон восточного склона характеризуется широким площадным распространением, он простирается параллельно пономарёвской толще и изучен наиболее полно.

Скважины №1, №3 Трайгородской площади и №82Р Вахского месторождения вскрыли отложения нижнего девона, предположительно, кыштовской свиты (D_1^{kt}). Возраст определён В.Н. Дубатовым по результатам палеонтологических исследований кораллов керна скважины №82Р. Разрез представлен метаморфизованными, глинистыми, серыми до чёрных известняками с голубоватым или зеленоватым оттенком (рис. 3). Угол наклона пород 20° – 80° к горизонту [3]. Восточнее (скважины №4529, №102Р, №952, №99Р, №72Р, №88Р) доюрский комплекс представлен переслаиванием тёмно-зелёных, кремово-бурых до чёрных сланцеватых плотных метаморфизованных аргиллитов и алевролитов с включениями кальцита по трещинам и светло-серыми, тёмно-серыми до чёрного цвета песчаниками. Для них характерно наличие нефтепризнаков: масляные пятна, включения твёрдых битумов, запах нефти. Толща характеризуется крутым залеганием 30° – 60° . По своему вещественному составу она схожа с комбарской толщей (D_1^{2-3kb}) нижнего девона Сильгинской структурно-фациальной зоны. В направлении с юго-запада на северо-восток степень метаморфизации пород увеличивается. В фациальном плане эти отложения глубоководно-морские, сформированные ниже уровня насыщения кислородом, о чём говорит полное отсутствие какой-либо органики.

Средний и верхний отделы девонской системы в рифогенном типе разреза северной части восточного склона представлены герасимовской и лугинецкой свитами (рис. 3).

Наиболее полно герасимовская свита (D_{2gr}) охарактеризована разведочными скважинами Кошильской площади (№4364, № 93P, №97P, №304P, №312P, №347P). По керну она представлена очень крепкими, трещиноватыми, местами органогенными известняками от светло-серого до темно-серого цвета с коричневым оттенком [3].

Отложения лугинецкой свиты (D_{3lg}) прослежены по результатам бурения скважины №302P Кошильской площади. Из известняков механическим путём были извлечены беззамковые брахиоподы, а при растворении пород получены конодонты. На основании этих данных возраст установлен как раннефаменский. Разрез скважины представлен мелкозернистыми, местами тонкополосчатыми известняками грязно-серого цвета с буровато-красным оттенком, с видимыми ходами илоедов и пиритизацией [1].

Параллельно им в восточном направлении в скважине №330P вскрыты чёрные, массивные, глинисто-кремнисто-известковые разности кехорегской толщи ($C_1'kx$) нижнего карбона (рис. 2). Значительное преобладание глинистого материала свидетельствует о глубоководно-морской, спокойной по гидродинамике обстановке осадконакопления свиты [1].

На первых порах оценить перспективность нефтегазоносности данной территории было довольно сложно. При испытании скважин доюрского комплекса северной части Александровского мегавала положительные результаты были получены только по одной скважине №347P Кошильской площади. Приток жидкости из интервала 2644–2656 м составил 11,7 м³/сут, из них нефти – 4,8 м³/сут.

На основании выявленных в керне скважин фаунистических остатков можно судить о возможности существования в доюрский период в пределах исследуемого района одиночных рифов или рифовых комплексов, с которыми в Западной Сибири связано значительное число месторождений нефти и газа. Особенности строения делают рифы идеальными образованиями для формирования залежей.

Но искать их довольно сложно. Как правило, ловушки рифогенных построек по площади менее 1 км². Также следует обратить внимание на ряд скважин, в керне которых были выявлены нефтепризнаки. По мнению многих исследователей (Исаев Г.Д., Запывалов Н.П., Столбова Н.Ф.) их проявление в палеозойских толщах свидетельствует о высокой вероятности наличия скоплений углеводородов в пределах структур нефтегазоносных объектов, особенно если бы одной скважиной была выявлена промышленная залежь [4].

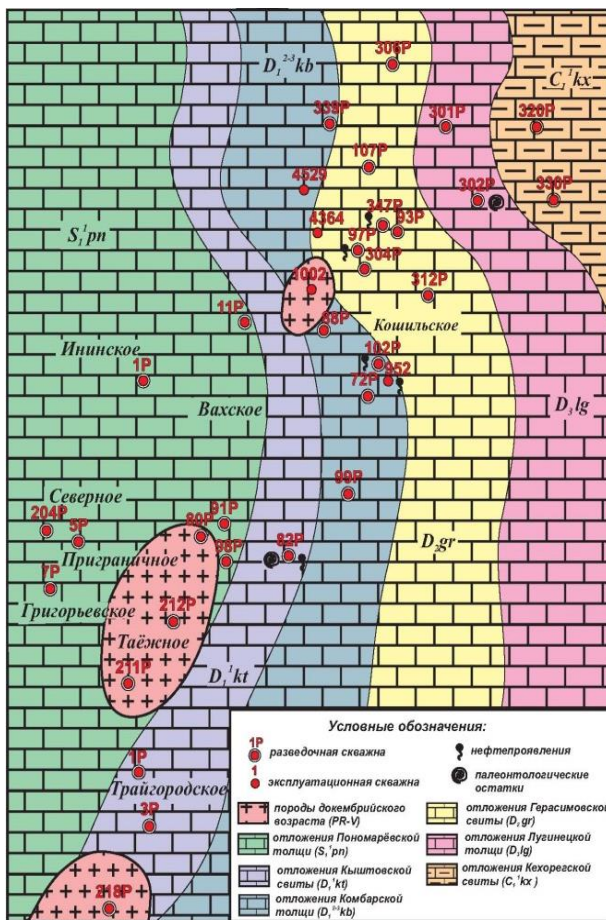


Рис. 2 Карта литологического состава кровли пород доюрского комплекса восточного склона Александровского мегавала (Томская область)

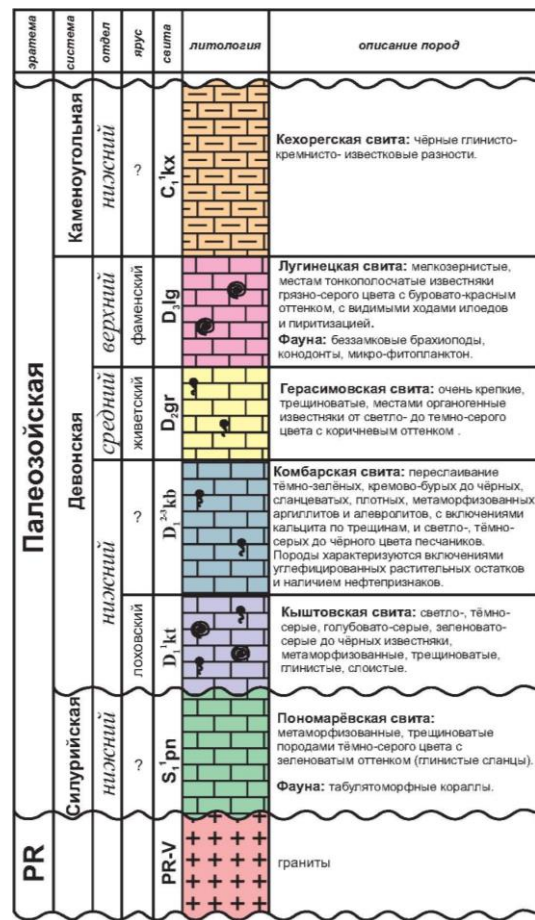


Рис. 3 Схематичный сводный стратиграфический разрез палеозойских отложений восточного склона Александровского мегавала (Томская область)

Региональной предпосылкой наличия скоплений углеводородов в доюрском комплексе также является присутствие в разрезах стратифицированных единиц нефтематеринских пород доманикового типа. К ним относятся высокоуглеродистые отложения с ураноносным керогеном типа-II. По результатам анализа 500 скважин Нюрольской и Сильгинской структурно-фациальных зон такие породы были выявлены в шести свитах: пономарёвской, кыштовской, комбарской, варьёганской, лугинецкой и чагинской, четыре из которых присутствуют в пределах изучаемой территории [2].

Таким образом, осадочный комплекс палеозойской толщи центрального блока восточного склона Александровского мегавала, при всём его разнообразии, можно считать потенциально перспективными в нефтегазоносном отношении. Структурно-стратиграфические ловушки, приуроченные к рифовым комплексам, следует ожидать в породах кыштовской и герасимовской свит. Но и все остальные отложения доюрского возраста не должны оставаться недоизученными. В них вполне могут формироваться залежи с высокоёмкими коллекторами.

Более детальное рассмотрение стратиграфии, проведение дополнительных палеонтологических и литологических исследований керна разведочных скважин, а также бурение новых позволит более точно оценить нефтегазоносный потенциал региона.

Литература

1. Ёлкин Е.А., Краснов В.И., Бахарев Н.К. и др. Стратиграфия нефтегазоносных бассейнов Сибири. Палеозой Западной Сибири. – Новосибирск: СО РАН филиал «Гео», 2001. – 94 с.
2. Запивалов Н.П., Исаев Г.Д. Критерии оценки нефтегазоносности палеозойских отложений Западной Сибири. // Вестник Томского государственного университета. – Томск, 2010. – №341. – С. 226.
3. Исаев Г.Д. Кораллы, биостратиграфия и геологические модели палеозоя Западной Сибири. – Новосибирск: СО РАН филиал «Гео», 2007. – 78 с.
4. Критерии нефтегазоносности отложений палеозоя юго-восточной части Западно-Сибирской плиты / Г.Д. Исаев, Н.Ф. Столбова, Ю.В. Киселев, М.С. Паровинчак, Н.П. Запивалов, Б.А. Канарейкин // Известия Томского политехнического университета: Тематический выпуск, посвященный 100-летию горно-геологического образования в Сибири. – Томск, 2001. – Т. 304. – С. 49 – 56.
5. Сурков В.С., Жеро О.Г. Фундамент и развитие платформенного чехла Западно-Сибирской плиты. – М.: Недра, 1981. – 141 с.

О ВОЗМОЖНОЙ РОЛИ РЕВЕРСНЫХ РАЗЛОМОВ В СТРОЕНИИ СЕВЕРНЫХ РАЙОНОВ ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ ПЛИТЫ

А.В. Липянина

Научный руководитель профессор В.П. Алексеев

Уральский государственный горный университет, г. Екатеринбург, Россия

Северные районы нефтегазоносного бассейна Западной Сибири являются относительно мало изученными и наиболее труднодоступными. К самым северным перспективным территориям относится Гыданская область, которая имеет достаточно сложные особенности накопления горючих ископаемых. Освоение углеводородного потенциала этой области происходило замедленными темпами и ограниченными объемами геологоразведочных работ. В связи с этим накоплен сравнительно небольшой объем геолого-геофизической, геохимической и другой информации о геологическом строении и нефтегазоносности недр этой области [4]. Но по уже полученным данным, можно с уверенностью говорить о высоких перспективах нахождения преимущественно газовых месторождений. Запасы нефти, по сравнению с запасами газа, малы. Возникает необходимость дальнейшего усиленного изучения северных районов Западной Сибири. При проведении межскважинной корреляции возникает много невязок, причиной которых может быть наличие в строении толщ реверсного разлома.

Реверсный тип разлома определяется разнонаправленными движениями блоков по разные стороны от сместителя (ниже и выше нейтральной поверхности) [1]. Если выше нейтральной поверхности разлом классифицируется как прямой сброс, то ниже этой поверхности он трансформируется в прямой взброс. При этом по одну сторону плоскости сместителя пласты смещаются навстречу друг другу, а по другую сторону - расходятся. «По одну сторону плоскости реверсного разлома без нарушения последовательности залегания пластов и отсутствия перерывов осадконакопления происходит сокращение мощности за счет встречного движения блоков, пластического выдавливания и уплотнения пород. По другую сторону плоскости разлома за счет растяжения происходит нагнетание и разуплотнение пород» [1]. Разница в мощностях по разные стороны реверсного разлома становятся значительной. Тем самым наблюдается инверсия направленности развития отложений (рис. 1).

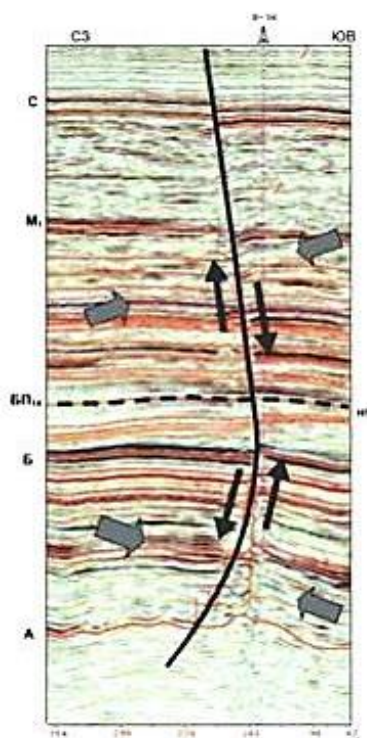


Рис. 1 Принципиальная модель формирования реверсного разлома [1]

Смена знака происходит на уровне ачимовской толщи, что значительно усложняет ее строение. Она является одним из важнейших перспективных объектов севера Западной Сибири. Отложения ачимовской толщи представляют большой поисковый интерес и требуют детального изучения строения и условий формирования. Необходима детальная корреляция пластов (рис. 2).

В ходе изучения ачимовской толщи возникают вопросы, касающиеся ее строения. Одни из основных вопросов это причины разницы в мощностях толщи и наличие меняющегося аномально высокого пластового давления, которое возникает в залежи нефти (газа) внутри пласта, когда оно, с поправкой на Ризб (высота залежи), превосходит условное гидростатическое давление для гипсометрической отметки точки пласта, в которой производится измерение.

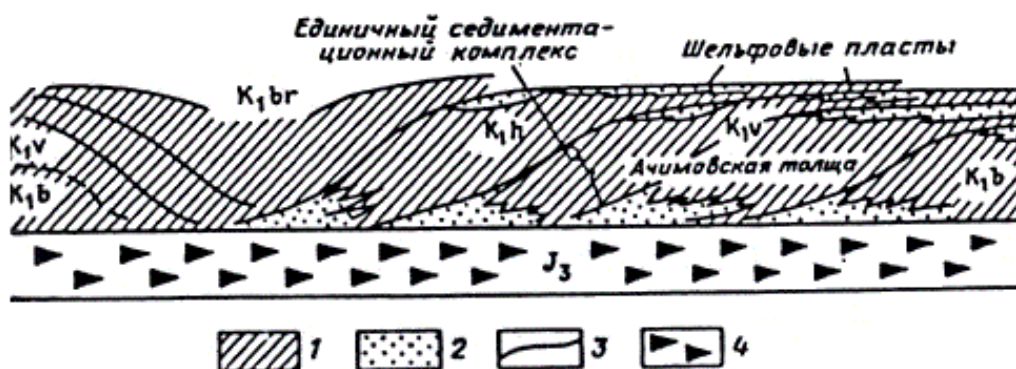


Рис. 2 Принципиальная схема строения неокомских отложений Западной Сибири [3]:
1 – глины; 2 – песчаник; 3 – изохроны; 4 – преимущественно битуминозные глины

Наличие массивной системы аномально высокого пластового давления в ачимовской толще предполагается на основе геолого-промысловых данных и материалов сейсморазведки методом общей глубинной точки [2]. Оно может возникать вследствие действия разных факторов или их совокупности. Влияние на изменение давлений могут оказать и тектонические подвижки в толще. Если это так, то справедливо говорить о присутствии в строении реверсных разломов. В результате их образования меняется мощность пластов, а значит и меняется давление. С одной стороны от сместителя оно уменьшается, а по другую сторону увеличивается при сжатии и уплотнении пород.

Можно уверенно полагать, что ачимовская толща севера Западной Сибири (п-ова Гыдана) скользит во времени, но при этом является литологически однородной. Это явно подтверждает закон Головкинского-

Вальтера, который гласит, что возрастное скольжение отдельных петрографических горизонтов – типов осадков (фаций) и их границ – это явление, обусловленное смещением береговой линии. Если учитывать то, что реверсный разлом может быть связан со сменой кинематики движений по простиранию нарушений во времени (в процессе геологического развития) в результате трансформации левосторонних сдвигов в правосторонние (и наоборот), то можно предположить, что реверсный разлом является диахронным то есть тоже поддается временному скольжению. Значит, справедливо говорить о наличии в строении ачимовской толщи реверсного разлома, который может является причиной гетерохронности ачимовской толщи

Изучение влияния реверсных разломов на результаты межскважинной корреляции, позволяет понять причину многих существующих невязок. Установление точек вертикальной инверсии дает возможность более точно коррелировать отложения в зонах их существенной изменчивости.

Литература

1. Гогоненков Г.Н., Тимурзиев А.И. Сдвиговые деформации в чехле Западно-Сибирской плиты и их роль при разведке и разработке месторождений нефти и газа // Геология и геофизика – Новосибирск, 2010. — Т. 51. — № 3. – С. 384-400.
2. Мельникова М.В. Строение отложений осадочного чехла полуострова Гыдан и оценка перспектив его нефтегазоносности: Автореф. дис... канд. геол.-минерал. наук. –Тюмень, 2013. – 16 с.
3. Нежданов А.А., Пономарев В.А., Туренков Н.А., Горбунов С.А. Геология и нефтегазоносность ачимовской толщи Западной Сибири. – М.: Изд-во АГН, 2000. – 247 с.
4. Скоробогатов В.А., Строганов Л.В. Гыдан: геологическое строение, ресурсы углеводородов, будущее. – М.: Изд-во ООО «Недра-Бизнесцентр», 2006. – 261 с.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПО ЭФФЕКТИВНЫМ ПОИСКАМ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ (НЕФТИ И ГАЗА) И ПРОГНОЗУ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ

Т.В. Логвинова, П.Ю. Балабин, В.М. Харченко

Научный руководитель доцент В.М. Харченко

Северо-Кавказский федеральный университет, г. Ставрополь, Россия

Многочисленные месторождения полезных ископаемых, в том числе нефти и газа находятся на различных стадиях разработки и освоения и близки к истощению запасов, поэтому в настоящее время требуются новые научные обоснования и подходы, которые обеспечивали бы более эффективные поиски, разведку и разработку месторождений. Вместе с тем, в свете новых событий в Японии, Турции, на сегодняшний день не решена проблема прогноза землетрясений.

Поэтому постановка научных исследований как в плане эффективных поисков месторождений полезных ископаемых, так и прогноза землетрясений является в настоящее время актуальной задачей.

В предложенной работе по существу подобраны ключи для решения этих проблем: комплексная концепция тектогенеза, основанная на ротационной тектонике [3, 4, 6, 10, 14]; концепция об универсальном механизме образования структур центрального типа (рингтектоника) на базе закономерностей распределения тектонических напряжений (закона скальвающих напряжений) [3, 7, 9]; современные представления о ритмах и циклах на основе их философского определения Ю.Н. Соколова и В.Т. Фролова [5, 8].

В основе ротационной тектоники лежит фундаментальная особенность природы – вращение Земли вокруг своей оси, по орбите вокруг Солнца и вращение Солнечной системы вокруг центра Галактики [1, 2]. В результате этих вращений и изменений скорости движения в различные периоды (в различных частях орбиты Галактики) происходят в недрах Земли процессы сепарации и дифференциации вещества на границах геолого-геофизических сред, образования энергетических или геодинамических центров различного порядка, зон сжатия и растяжения, связанные с тектоническими напряжениями (нормальными и максимальными касательными).

В ходе конвективных восходящих и нисходящих движений вещества (плюмтектоника), на земной поверхности и в земной коре получают развитие процессы спрединга и субдукции, образование трансформных разломов (согласно известной теории Эйлора), линейных (линеаментов) и дугообразных с радиусами большого размера. В целом эти разломы на земной поверхности образуют радиально-концентрические структуры центрального типа (СЦТ) различного ранга, которые в целом представляют собой модель «разбитой тарелки», чаще перевернутой. Предлагается наиболее общее определение СЦТ, которые представляют собой древние, новейшие и современные флюидодинамические системы с выраженной центральной симметрией в форме «разбитой тарелки» в плане и конуса в объеме. Они образовались в результате как импульсной разрядки тектонических напряжений (астроблемы, вулканы и тектонические землетрясения), так и постоянно действующих тектонических напряжений (нормальных и максимальных касательных), связанных с процессами магматического, соляного, глинистого и нефтяного диапиризма в условиях пульсационного режима Земли и неравномерного вращения ее вокруг своей оси, Солнца и центра Галактики [13]. Структурами центрального типа первого порядка являются Восточно- и Западно-Тихоокеанская структура центрального типа с радиусом более 6 тыс. км на востоке, Центрально-Атлантическая и Индоокеанская структуры центрального типа примерно с таким же радиусом на западе, Антарктическая на юге и СЦТ Северного ледовитого океана. Соединенные линиями центры этих СЦТ образуют целостную фигуру Платона – октаэдр.

Размерам структур центрального типа по радиусу соответствуют глубина до энергогенерирующих центров и геолого-геофизических неоднородностей, что объясняется законом скальвающих напряжений и

подтверждается расчетами [5], статистическими данными [2], геофизическими исследованиями и результатами бурения на конкретных территориях Калмыкии: (Нурин-Хагская, Северо-Шаджинская, Касаткинская площади) [13].

Выявленная закономерность соответствия радиусов структур центрального типа глубинам до энергогенерирующих центров и геолого-геофизических неоднородностей позволяет строить геолого-тектонические модели, как в плане, так и в разрезе, где показываются очаги рудообразования и нефтегазообразования, залежи руд и углеводородов, пути миграции рудоносных и углеводородных растворов. Как правило, они приурочиваются к узловым точкам (пересечения тектонических разломов), зонам растяжения и местам интерференции этих зон. Очаги землетрясений пространственно приурочиваются также к геодинамическим центрам и узловым точкам (местам пересечения тектонических нарушений) в зонах сжатия.

Картирование и интерпретация структур центрального типа и линейментов позволяет выявлять локальные и региональные очаги землетрясений, а современные представления о ритмах и циклах позволяют (по данным изучения современных сейсмограмм, палеосейсмодислокаций и тектонических движений) прогнозировать и время землетрясений.

По нашему мнению, циклические и ритмические процессы существенно отличаются. Графически циклы представляют сложный график в виде циклоиды, отражающий сочетание линейных и нелинейных процессов. Циклы по философскому определению Ю.Н. Соколова и В.Т. Фролова [5, 8] представляют собой вполне законченный процесс с обязательной разрядкой тектонических напряжений, который периодически повторяется во времени. Графически этот процесс представляет собой нелинейную функцию с характерным увеличением амплитуды в конце периода колебания. В целом график представляет собой аналог сейсмограммы землетрясения или даже кардиограммы работы человеческого сердца. В геологической среде ритмические процессы порождают ритмиты (например, флишевые толщи); циклические процессы порождают циклиты, для которых характерно не только набор пород ритма, но наличие в разрезе вулканитов, турбидитов, хемогенных карбонатов, следов разрядки тектонических напряжений. Как правило циклиты венчаются карбонатными толщами пород, которые образовались при интенсивной вулканической деятельности в результате которой как известно при извержении флюидов: углекислоты и щелочей образуются хемогенные известняки, кроме того в условиях вулканических островов в океане образуются как правило рифогенные известняки.

Таким образом, сделан вывод о том, что в циклах существуют ритмы, а циклы, в свою очередь, ритмичны, что позволяет прогнозировать циклы различного ранга (начиная от одиннадцатилетних солнечных циклов до тектономагматических циклов Бертрана, примерно 200 млн. лет). Структуры центрального типа с импульсной разрядкой тектонических напряжений являются своеобразными циклитами.

Литература

1. Белов С.В. Космические причины периодичности вулканизма // Система планеты Земля. Нетрадиционные вопросы геологии: Труды XI научного семинара. – Москва, 2003. – С. 199 – 200.
2. Ежов Б.Ф., Худяков Р.И. Морфоструктуры центрального типа и глубинные геофизические раздели // Доклады АН СССР. – Москва, 1982. – № 3. – С. 687 – 689.
3. Лопатин А.Ф. К проблеме пульсации Земли // Тектоника и геодинамика: Сборник научных трудов. Ставрополь, 2002. – Т. 1. – С. 78 – 79.
4. Павленкова Н.И. Ротационные движения крупных элементов Земли и глобальная геодинамика / Ротационные процессы в геологии и физике. – М.: КомКнига, 2007. – С. 103 – 114.
5. Петров А.И. О механизме образования структур центрального типа // Советская геология. – Москва, 1968. – №9. – С. 139 – 145.
6. Попков В.И. Отражение глубинной структуры «закрытых» территорий в дневной поверхности // Геология, география и глобальная энергия. – Москва, 2010. – № 3. – С. 45 – 53.
7. Полетаев А.И. Ротационная тектоника земной коры // Материалы XXXVIII Тектонического совещания. – Москва, 2005. – Т. 1. – С. 97 – 100.
8. Соколов Ю.Н. Общая теория цикла, единая теория поля // Материалы V международной конференции «Циклы». – Ставрополь, 1999. – Т. 1. – С. 16 – 39.
9. Тверетина Т.Ю., Викулин А.В. Волновая ротационно-упругая тектоника планет // Ротационные процессы в геологии и физике. – М.: КомКнига, 2007. – С. 271 – 278.
10. Устинова В.Н., Устинов В.Г., Васильев С.В. Роль ротационных сил в формировании структур центрального типа // Ротационные процессы в геологии и физике. – М.: КомКнига, 2007. – С. 287 – 296.
11. Фролов В.Т. Циклы везде и всегда // Материалы 1 международной конференции «Циклы». – Ставрополь, 1999. – Т. 1. – С. 40 – 46.
12. Харченко В.М. Природа структур центрального типа и закономерности распространения залежей углеводородов, локальных и региональных очагов землетрясений // Вестник Северо-Кавказского государственного технического университета. – Ставрополь, 2006. – № 2. – С. 48 – 53.
13. Харченко В.М. Спиральная циркуляция мантийного, корового вещества, цикличность и глобальная геотектоника // Вестник Северо-Кавказского государственного технического университета. – Ставрополь, 2006. – № 5. – С. 67 – 76.
14. Хаин В.Е., Полетаев А.И. Ротационная тектоника: предыстория, современное состояние, перспективы развития // Ротационные процессы в геологии и физике. – М.: КомКнига, 2007. – С. 12 – 101.

**КОМПЛЕКСНЫЙ АНАЛИЗ ВЗАИМОСВЯЗИ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК
НЕФТЕЙ И ПЛАСТОВОЙ МИКРОФЛОРЫ**

С.В. Лучкова, И.Г. Яценко

Научный руководитель доцент Т.О. Перемитина

Институт химии нефти Сибирского отделения Российской академии наук, г. Томск, Россия

В последние годы растут объемы добычи трудноизвлекаемых нефтей – вязких, парафинистых, высокосмолистых и тяжелых [4–6]. В связи с этим в настоящее время заметно возрос интерес к поиску путей повышения добычи трудноизвлекаемой нефти. Особая роль здесь отводится комплексным физико-химическим и микробиологическим методам увеличения нефтеотдачи пластов. Указанные методы повышения нефтеотдачи привлекают внимание достаточно высокой степенью экологической безопасности и относительно невысокими экономическими затратами. Физико-химические свойства нефтей и условия их залегания влияют на видовой состав микрофлоры пластовых вод и пределы ее распространения в конкретных геолого-геофизических условиях.

Из комплексных физико-химических и микробиологических методов повышения нефтеотдачи наиболее перспективными являются методы, основанные на закачке в пласт вместе с водой веществ, которые имеют высокие нефтевытесняющие свойства и одновременно стимулируют рост и развитие отдельных групп эндемичной микрофлоры. Применение данных методов позволяет значительно повысить коэффициент нефтеотдачи за счет уменьшения вязкости нефти, увеличения охвата пласта, снижения межфазного натяжения на границе раздела «нефть – вода – порода», увеличения подвижности пластовых флюидов и прироста коэффициента нефтевытеснения. Однако решение задач повышения эффективности указанных методов сдерживается недостаточной изученностью зависимости численности и активности пластовой микрофлоры от химического состава нефтей и условий их залегания, что и определило основную цель данной работы.

Исследованы физико-химические свойства нефти и микробиологические процессы на месторождениях с трудноизвлекаемыми нефтями России: Советское, Самотлорское, Лас-Еганское, Малореченское, Усть-Балыкское, Шингинское, Северное, Вахское, Ван-Еганское, Русское, Талинское, Урманское, Крапивинское, Арчинское, Западно-Крапивинское (Западно-Сибирский нефтегазоносный бассейн), Ульяновское (Волго-Уральский нефтегазоносный бассейн), Усинское (Тимано-Печорский нефтегазоносный бассейн); Монголии: Зуунбаян, Цаган-Элс (Восточно-Гобийский нефтегазоносный бассейн) и Тамсагбулаг (Тамсагбулагский нефтегазоносный бассейн); Вьетнама – Белый Тигр (бассейн Вунг-Тау) и Китая – Фуларти (бассейн Сунляо). Месторождения характеризуются широким диапазоном пластовых температур, давлений, pH и величин окислительно-восстановительного потенциала пластовых и закачиваемых вод.

По результатам проведенных микробиологических исследований пластовых вод сформирован многомерный массив данных, где дана характеристика образцов проб пластовых вод (табл.).

Известно, что для размножения бактерий необходимо обеспечить подходящие условия. К ним относятся кислотность среды (pH), окислительно-восстановительный потенциал (Eh) и минерализация пластовой воды, которые влияют на скорость роста, выход биомассы, метаболизм и химический состав бактерий. Водородный показатель pH характеризует активность ионов водорода, многие виды бактерий растут в относительно узком интервале pH, а большинство из них – при значениях pH, близких к 7. По нашим данным, величина pH изменяется для исследованных образцов от 6,5 (месторождения Арчинское, Зуунбаян и Цаган-Элс) до 8 (Белый Тигр). Чем больше положительная величина окислительно-восстановительного потенциала Eh, тем выше концентрация окислителя по отношению к восстановлению в растворе.

Таблица

Перечень микробиологических показателей пластовой воды и физико-химических свойств нефти

Характеристики	Исследуемые свойства
1. Физико-химические и микробиологические показатели пластовой воды	1.1 Степень кислотности или щелочности воды, в ед. pH
	1.2 Окислительно-восстановительный потенциал Eh, мВ
	1.3 Минерализация, г/л
	1.4 Численность гетеротрофов, тысяч клеток/мл
	1.5 Численность сульфовосстанавливающих бактерий (СВБ), тысяч клеток/мл
	1.6 Численность денитрифицирующих бактерий (ДНБ), тысяч клеток/мл
	1.7 Численность углеводородокисляющих бактерий (УОБ), тысяч клеток/мл
2. Физико-химические свойства нефти	2.1 Плотность, г/см ³
	2.2 Вязкость при 20 °С, мм ² /с
	2.3 Содержание серы, % мас.
	2.4 Содержание смол, % мас.
	2.5 Содержание асфальтенов, % мас.
	2.6 Содержание твердого парафина, % мас.

При высоких положительных значениях Eh, обусловленных присутствием растворенного кислорода, подавляется рост анаэробных бактерий. В образце пластовой воды Усинского месторождения самый высокое

значение E_h – более 250 мВ. В таблице приведен перечень основных физико-химических характеристик нефтей, информация о которых извлекается из базы данных (БД) о физико-химических свойствах нефти ИХН СО РАН [1, 5]. Геофизические характеристики пластов исследуемых месторождений включают: глубину пласта, температуру ($T_{пл}$), давление ($P_{пл}$), проницаемость породы, обводненность продукции и др.

Для проведения комплексного анализа сформирован многомерный массив данных, включающий описание 23 образцов нефтей и пластовых вод с использованием 13 характеристик (табл.). На первом этапе была проведена классификация данных с использованием программы комплексного анализа многомерных данных на основе метода кластерного анализа, описанного в [2, 3]. При этом использован алгоритм кластеризации, реализующий метод максимального локального расстояния, что позволило разделить все объекты исследования на два однородных класса в исходном 13-ти мерном пространстве. В первый класс вошли 15 образцов, во второй класс – 8 образцов пластовой воды и нефти из 23 пластов рассматриваемых месторождений.

На втором этапе был проведен МГК-анализ данных [3]. Получено для первой и второй главных компонент $F_1=39,74\%$ и $F_2=33,62\%$, т.е. первая и вторая главные компоненты, описывают в сумме более 70 % всей информации, что позволяет произвести переход из 13-ти мерного пространства признаков в пространство двух первых главных компонент F_1 и F_2 .

Для проведения сравнительного анализа и выявления наиболее значимых физико-химических показателей был проведен МГК-анализ массивов данных о физико-химических свойствах нефтей для двух классов исследованных образцов нефти. Установлено, что наиболее значимыми показателями для образцов двух классов из 6, приведенных в таблице, являются вязкость нефти (при 20 °С) и содержание твердого парафина в нефти. Образцы нефти 1 класса отличаются максимальными значениями вязкости нефти при 20 °С, а образцы нефти месторождений 2 класса обладают наибольшими значениями содержания твердого парафина в нефти.

Для выявления наиболее значимых микробиологических свойств пластовой воды был проведен МГК-анализ массивов данных о микробиологических свойствах пластовой воды для двух классов образцов пластовой воды. Наиболее значимыми показателями для образцов двух классов являются численность гетеротрофов, ДНБ и окислительно-восстановительный потенциал (E_h). Образцы пластовой воды 1 класса отличаются наибольшими значениями увеличенной численности гетеротрофов, а образцы пластовой воды 2 класса обладают наибольшими значениями численности значением денитрифицирующих бактерий (ДНБ).

Сопоставление результатов, позволяет выявить следующие важные закономерные взаимосвязи между свойствами пластовой микрофлоры и физико-химическими характеристиками нефтей.

Так, образцы 1 класса показывают, что в пластах вязкой нефти пластовые воды имеют наибольшее количество гетеротрофов.

А из анализа данных 2 класса следует, что в пластах с парафинистыми нефтями пластовые воды характеризуются высокой численностью ДНБ. Образцы пластовой воды первого класса отличаются наибольшими значениями численности гетеротрофов, в том числе углеводородокисляющей микрофлоры. Образцы пластовой воды второго класса характеризуются наибольшей численностью анаэробных микроорганизмов, в том числе ДНБ. Физиологическая группа ДНБ способна восстанавливать нитраты до нитритов и свободного азота. Некоторые представители группы денитрификаторов также принимают участие в процессах окисления углеводородов.

В результате проведенных исследований выявлено, что пластовые воды месторождений вязкой нефти (1 класс) характеризуются максимальными значениями E_h , что обусловлено присутствием растворенного кислорода и создает условия для развития аэробной гетеротрофной микрофлоры, в том числе углеводородокисляющей. Пластовые воды месторождений вязкой парафинистой нефти (2 класс) с меньшими значениями E_h , определяемые в диапазоне от 60 до 100 мВ, что создает условия для развития анаэробной микрофлоры, в том числе ДНБ. Полученные результаты имеют научную и практическую значимость. Выявленные закономерности позволяют прогнозировать микробиологические процессы в условиях нефтяного пласта по известным физико-химическим характеристикам нефтей, представленных в базе данных ИХН СО РАН, что может быть практически использовано при совершенствовании технологий повышения нефтеотдачи пластов.

Литература

1. Ан В.В., Козин Е.С., Полищук Ю.М., Яценко И.Г. База данных по химии нефти и перспективы ее применения в геохимических исследованиях // Геология нефти и газа, 2000. – № 2. – С. 49 – 51.
2. Лучкова С.В., Перемитина Т.О., Яценко И.Г. Применение программного комплекса анализа многомерных данных на основе нечеткого и статистического моделирования // Информационные технологии, 2014. – № 1. – С. 24 – 30.
3. Перемитина Т.О. Программный комплекс для анализа многомерных данных на основе сочетания метода главных компонент и геоинформационных технологий // Информационные технологии, 2005. – № 5. – С. 40 – 43.
4. Полищук Ю.М., Яценко И.Г. Тяжелые нефти: закономерности пространственного размещения // Нефтяное хозяйство, 2007. – № 2. – С. 110 – 113.
5. Полищук Ю.М., Яценко И.Г. Геостатистический анализ распределения нефтей по их физико-химическим свойствам // Геоинформатика, 2004. – № 2. – С. 18 – 28.
6. Яценко И.Г., Полищук Ю.М. Анализ пространственного распределения тяжелых нефтей и изменений их физико-химических свойств // Геология нефти и газа, 2013. – № 4. – С. 57 – 64.
7. Яценко И.Г., Полищук Ю.М. География высокосмолистых нефтей и особенности их физико-химических свойств // Известия Томского политехнического университета, 2011. – Т. 318. – № 1. – С. 99 – 102.

ХАРАКТЕРИСТИКА ОТЛОЖЕНИЙ ФУНДАМЕНТА В РАЗРЕЗЕ СКВАЖИНЫ ВОСТОЧНО-ПАЙДУГИНСКАЯ-1П

П.О. Маерков, Н.Ф. Столбова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Скважина Восточно-Пайдугинская-1П располагается в Кольвань-Томской структурно фациальной зоне. Скважиной вскрыт разрез фундамента в интервале 3400–4007 м.

Актуальность работы обусловлена необходимостью получения детальной литолого-петрографической и геохимической информации о разрезе отложений палеозойского фундамента вскрытого глубокой параметрической скважиной, пробуренной в центре Восточно-Пайдугинской впадины. В настоящее время это единственный объект глубокого бурения в новом нефтегазоносном районе.

Цель работы – изучение литолого-петрографической и геохимической информации об отложениях пород фундамента.

Для достижения цели были отобраны образцы керн из пород фундамента, всего 138 образцов, из них было сделано 40 петрографических шлифов. Для исследований были применены следующие методы: литолого-петрографический, ядерно-геохимический, битуминологический, рентгено-флуоресцентный. Выбранный комплекс методов позволяет получить характеристику процессов седиментогенеза, постседиментационных изменений исследованных отложений, а также наблюдать миграцию флюидов, в том числе углеводородных. Для всех образцов были даны литологические и петрографические описания и названия пород с использованием современных классификаций и систематик [2, 3]. Дополнительно все образцы были просмотрены под биноклем, петрографические шлифы изучены в поляризованном свете микроскопа ПОЛАМ-Л213М и в ультрафиолетовом свете микроскопа МИКМЕД-2. Элементный и химический состав базальтоидов в обломочном материале определялся рентгенофлуоресцентным методом под анализатором XGT-7200. В работе все образцы были изучены на базе исследовательского ядерного реактора Томского политехнического университета методом запаздывающих нейтронов. Результаты исследований использованы в работе.

Результаты литолого-петрографического исследования показали, что фундамент в разрезе представлен вулканогенно-обломочным комплексом пород основного состава. Он сопровождается высокоуглеродистыми, преимущественно аргиллитовыми породами пермо-триасового возраста. Вулканогенно-обломочный комплекс пород представлен туфами и состоит преимущественно из обломков базальтоидного состава. Структуры обломочных пород псефитовые, псаммитовые и алевритовые. Верхняя часть разреза сложена крупнообломочными разновидностями пород, нижняя – более мелкообломочная. Текстуры пород плотные, однородные, хорошо литифицированные и миндалекаменные. Породы имеют преимущественно офитовые структуры: в породах верхней части разреза – пойкилоофитовые, долеритовые; в нижней – гиалоофитовые. В составе пород принимают участие измененные плагиоклазы, темноцветные минералы в виде пироксенов и местами оливинов, а также минералы, замещающие их и принимающие участие в структуре миндалин: хлориты и кремнистые минералы.

Важным обстоятельством является то, что в составе пород принимают участие калиевые полевые шпаты. Они располагаются в интерстиционных промежутках плагиоклазов и частично замещают их (рис. 1, а). Присутствие калиевых полевых шпатов подтверждено методом рентгено-флуоресцентного анализа (рис. 1, б). Выявленное количество калия позволяет относить эти породы к умеренно-щелочным преимущественно калиевой направленности.

Судя по количеству калия, некоторые базальты следует отнести к умеренно-щелочным со средним содержанием K_2O – 2,64 %, т.е. к трахибазальтам [3].

В верхней части изученного разреза палеозойского фундамента выявлены интервалы с проявлениями типичных осадочных пород: 3541,5–3544,7 м и 3546,0–3548,6 м. Породы представлены высокоуглеродистыми аргиллитами с реликтами органогенного происхождения. В образце с глубины 3396,9 м видны споры (рис. 2, а), которые свидетельствуют об участии в их составе организмов растительного происхождения.

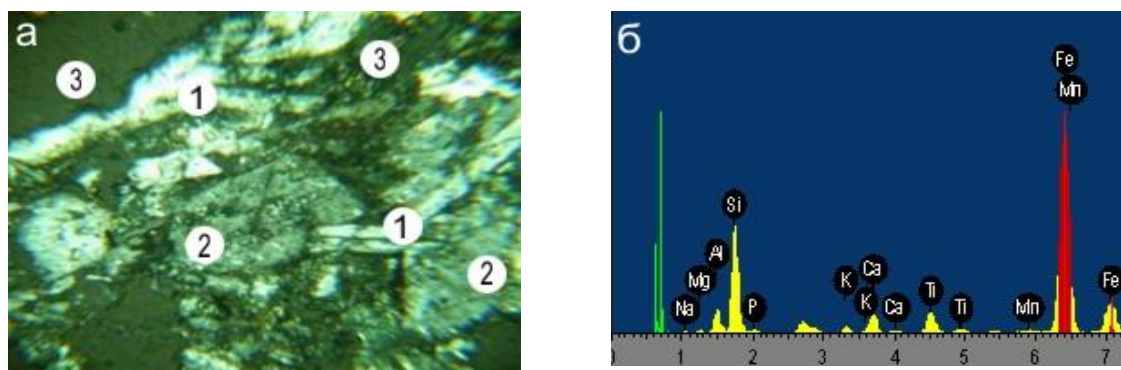


Рис. 1. Минеральный (а) и элементный (б) состав обломков базальтоидов
 а: 1 – микролиты плагиоклазов; 2 – ортоклаз; 3 – хлоритизация. Ув. 3х ник + ; б – высокий уровень калия и кальция относительно натрия

Также среди осадочных пород выделяются (рис. 2, б) разновидности с высоким содержанием урана, достигающего до 13 г/т, в интервале 3541,5–3559,5 м.

В породах интервала наблюдаются выделения керогена типа-II [4]. Они характеризуются наличием ореолов битуминозных углеродистых веществ [5]. Анализ битуминозности таких пород зафиксировал наличие маслянисто-смолистых, а также асфальтовых битумоидов с желто-бурым и темно-коричневым свечением.

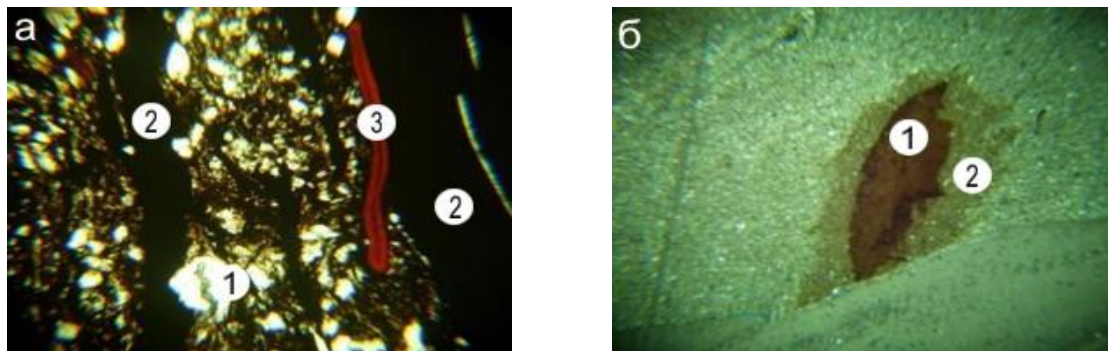


Рис. 2. Аргиллит (а) алевритистый (1) высокоуглеродистый, с прослоями углей (2) и реликтами спор (3) Ув.3х ник ||. Аргиллит (б) высокоуглеродистый с включением керогена типа-II (1), сопровождаемого ореолом битуминозного вещества (2) Ув.3х ник +

В вулканогенно-обломочных породах фундамента в туфобрекчиях и туфоконгломератах выявлен интервал 3484,4–3491,0 м с выходами жидкой нефти. По данным исследований [1] нефть тяжелая ($\rho=0,921$ г/см³ при $t=22^{\circ}\text{C}$), высоковязкая ($\eta=38,3$ мПа \times с), парафинистая ($T_{\text{застывания}}=40^{\circ}\text{C}$), с доминированием метановых компонентов. Изучение таких пород под люминесцентным микроскопом показало наличие битумоидов различного состава: от маслянисто-смолистых до асфальтовых (рис. 3).

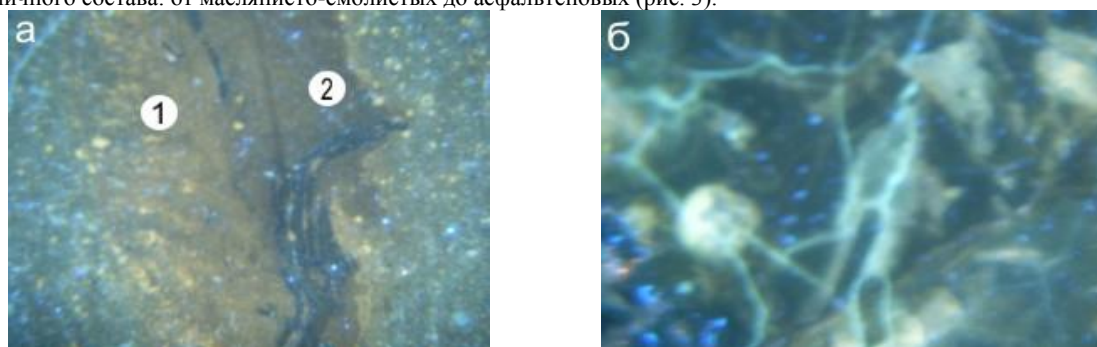


Рис. 3. Битумоиды (а) в ореоле керогена типа-II. 1 – маслянисто-смолистые. 2 – асфальтовые. Различный характер свечения битумоидов (б) в обломках базальтоидов

Проведенные исследования позволяют сделать заключение о том, что осадочные отложения палеозойского фундамента могут служить очагом нефтегазообразования в регионе, что и дает возможность считать перспективным правобережье р. Томи.

Литература

1. Грибова И.С., Горбачев В.И., Кузьмин Д.А. Новые данные о перспективах нефтегазоносности правобережья Томской области по результатам бурения и исследования Восточно-Пайдугинской скважины №1 // Первая научно-практическая конференция «Геология, геофизика и минеральное сырье Сибири. 29–31 января 2014 г. – Новосибирск, 2014. – 9 с.
2. Систематика и классификация осадочных пород и их аналогов / В.Н. Шванов, В.Т. Фролов, Э.И. Сергеева и др. – СПб.: Недра, 1998. – 352 с.
3. Петрографический кодекс России. Магматические, метаморфические, метасоматические, импактные образования / О.А. Богатиков, А.Ф. Морозов, О.В. Петров. – СПб: Изд-во ФГУП «ВСЕГЕИ», 2009. – 160 с.
4. Столбова Н.Ф., Столбов Ю.М. Петрографические и геохимические особенности захороненного органического вещества баженовской свиты // Органическое вещество в современных и ископаемых осадках. – М., 1986. – С. 278 – 280.
5. Столбова Н.Ф., Столбов Ю.М. Использование радиографии в нефтяной геологии // Труды 17 Международного симпозиума по радиографии. – Варшава, 1990. – С. 95.

**ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ ВЕНДСКИХ
ТЕРРИГЕННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ЦЕНТРАЛЬНЫХ РАЙОНОВ АНГАРО-ЛЕНСКОЙ СТУПЕНИ**

Е.В. Мальцева

Научный руководитель младший научный сотрудник М.Ю. Скузоватов
*Новосибирский государственный национальный исследовательский университет,
г. Новосибирск, Россия*

Ангаро-Ленская ступень в настоящее время рассматривается в качестве одной из наиболее крупных зон преимущественно газонакопления на Сибирской платформе. На её территории открыт ряд крупных месторождений, таких как крупнейшее по запасам газоконденсата Ковыктинское, а также Ангаро-Ленское, Хандинское, Чиканское, Левобережное, Братское, Атовское, Чиканское и др. Притоки газа были получены на Парфёновской, Коркинской, Христофорской, Балытинской и многих других площадях [1–2]. Многочисленные газопроявления были отмечены практически на всей территории в пределах всего венд-кембрийского разреза [3]. Все это, а также близость планируемых к строительству магистральных газопроводов создает все предпосылки для формирования на этой территории крупнейшего газодобывающего центра Восточной Сибири.

Геолого-геофизические работы, проведенные на изученной территории, показали высокую степень литофациальной неоднородности отложений, прежде всего наиболее перспективного в нефтегазоносном отношении парфеновского горизонта, коллекторские свойства которого в пределах Ангаро-Ленского и Ковыктинского месторождений существенно дифференцированы.

В качестве критерия поиска улучшенных коллекторов горизонта в пределах исследуемой территории использовались амплитуды отраженных волн, связь которых с фильтрационно-емкостными свойствами отложений установлена ранее при разведке Ковыктинского ГКМ, однако результаты дальнейших геологоразведочных работ были признаны малоудовлетворительными, на что указывают, прежде всего, отрицательные результаты испытания скважины Правобережной площади, в которой притоков углеводородов не получено ни в одном из перспективных горизонтов терригенного комплекса. Детальный анализ кернового материала позволил сделать вывод о том, что парфеновский горизонт на Ковыктинском и Ангаро-Ленском месторождениях представлен отложениями разных фациальных обстановок, что предполагает различный подход к прогнозу коллекторских свойств отложений. В этом плане весьма актуальным представляется анализ и обобщение геолого-геофизических данных по территории Ковыктинского, Ангаро-Ленского и Левобережного месторождений и создание единой сейсмогеологической модели вендских терригенных отложений для оценки перспектив их нефтегазоносности и выявления первоочередных зон для постановки детальных геологоразведочных работ.

Осадочный чехол на исследуемой территории представлен в основном рифейскими, вендскими, кембрийскими и в меньшей степени ордовикскими отложениями. Мощность осадочного чехла изменяется от 2,5 до 4 км. Терригенный венд на исследуемой территории представлен чорской свитой, которая в свою очередь подразделяется на нижне- и верхнечорскую [4, 5] подсвиты. В составе первой из них выделены базальный, боханский, в кровельной части – шамановский продуктивные горизонты. Верхнечорская подсвита, согласно официально принятым стратиграфическим схемам [4], в полном объеме выделяется в качестве парфеновского горизонта. В настоящей работе в качестве парфеновского горизонта рассматривается песчаный интервал, залегающий в верхней части верхнечорской подсвиты, нижняя граница которого не является изохронной. На территории Ковыктинского месторождения по литологическим признакам и форме каротажных кривых разделяется на пакки Π_2 и Π_1 (вверх по разрезу), с нижней паккой связана газовая залежь. На смежных территориях деление парфеновского горизонта на пакки Π_1 и Π_2 не так ярко выражено, а на некоторых вовсе отсутствует. Кембрийский интервал в основном сложен галогено-карбонатными породами, в верхней части – терригенными отложениями.

На рассматриваемой территории выделяется два структурно-тектонических комплекса – венд-нижнекембрийский подсолевой и нижнекембрийский солевой. Такое деление обосновано существенными различиями структурных планов подсолевых и солевых уровней.

Для подсолевых горизонтов (ОГ А – кровля осинского горизонта, ОГ М – кровля чорской свиты, ОГ Ro – кровля рифейской толщи либо кристаллического фундамента) характерно моноклинальное погружение в северо-западном направлении [2, 6]. Такой характер тектонического строения создает предпосылки для поиска залежей неантиклинального типа.

Построение набора структурных карт и карт толщин продуктивных горизонтов вендского терригенного комплекса выполнено в интегрированном программном комплексе W-Seis (ИНГГ СО РАН) на основе сейсмических временных разрезов МОГТ 2D общей протяженностью 5075 км, плотность сети профилей в среднем около 0,15 км/км². Построению структурных карт предшествовал анализ результатов глубокого бурения и испытания продуктивных пластов. За этим следовала корреляция основных стратиграфических границ по данным ГИС и уточнение базы данных стратиграфических разбивок. Собственно структурные построения выполнены в три этапа. На первом этапе осуществлялась корреляция основных отражающих горизонтов (ОГ) и построение сеточных моделей значений наблюдаемых времен T_0 . Далее с использованием стратиграфических разбивок были построены карты средних скоростей, после чего путем перемножения карт времен и скоростей были получены структурные карты. В завершении были вычислены карты толщин путем вычитания из поверхностей кровли поверхностей подошвы горизонтов.

Структурный план подсолевых горизонтов в целом схож и различается лишь в деталях. Структурный план солевых уровней имеет значительные отличия от подсолевых, что связано главным образом с широким распространением соляной тектоники. Анализ структурных поверхностей позволил сделать вывод о том, что рельеф по подошве вендских отложений характеризуется большей расчлененностью по сравнению с вышележащими горизонтами, что вполне отвечает характеру эрозионной поверхности фундамента. На территории Ангаро-Ленского месторождения рельеф осложнен серией небольших впадин и поднятий. В пределах центральной зоны выделяется ряд замкнутых и антиклинальных структур. Структурный план кровли чорской свиты в целом подобен структурному плану подошвы вендских отложений на изученной территории. Центральная часть территории (район Ангаро-Ленского месторождения), представляет собой моноклиальный склон, слабо осложненный мелкими структурами.

Анализ геолого-геофизических материалов по Ковыктинскому месторождению позволяет сделать вывод о том, что перспективы нефтегазоносности на нем связаны с развитием нижнего пласта парфеновского горизонта P_2 , формировавшегося в условиях дельты. Верхний пласт P_1 сложен более мелкозернистыми разностями, на его формирование большое влияние оказывали приливно-отливные течения. В пределах Правобережной и Левобережной площадей, вероятно, получил развитие только верхний пласт P_1 [7], что существенно уменьшает перспективы газоносности парфеновского горизонта на этих территориях. В ходе выполненных исследований установлено, что низкоскоростные прослои, подобные таковым в разрезе парфеновского горизонта Ковыктинского ГКМ, отмечаются в разрезах скважин и других площадей – Ангаро-Ленской, Грузновской, Подволочной и Чорской. Все эти площади тяготеют к областям развития увеличенных толщин песчаников парфеновского горизонта. В разрезе скважин Левобережной, Знаменской, Правобережной площадей такие прослои отсутствуют, промышленных притоков газа здесь не получено.

Строение боханского горизонта в пределах изученной территории также существенно различно. Наименьшие толщины боханского горизонта отмечены на Левобережной площади, где он представлен одним песчаным пластом. На других площадях зачастую горизонт разделен глинистыми перемычками на два (Правобережная, Знаменская) и даже три (Чиканская) пласта. При анализе толщин боханского продуктивного горизонта была отмечена тенденция их увеличения в южном направлении. Данная особенность в совокупности со структурным фактором позволяет сделать вывод о том, что сосредоточить дальнейшие работы следует в районе Правобережной, Знаменской и Чиканской площадей, где уже получены притоки газа, от слабых до промышленных, и наиболее вероятно открытие новых залежей.

Строение базального горизонта гораздо сложнее вышележащих горизонтов, так как он получил свое развитие в зонах эрозионных врезов и впадин поверхности кристаллического фундамента. Различия его состава и фильтрационно-емкостных свойств, вероятно, во многом определяются источником осадков. Перспективы нефтегазоносности базального горизонта, вероятно, следует связывать с территорией Левобережного месторождения, где следует продолжить геологоразведочные работы. Метод прогноза продуктивности на основе карт мощностей оказался неприменим для данного горизонта. Одной из причин этого может быть то, что горизонт вскрыт гораздо меньшим числом скважин по сравнению с вышележащими парфеновским и боханским горизонтами.

Литература

1. Фонин П.Н. Левобережное и Ангаро-Ленское месторождения – новые открытия на Ангаро-Ленской ступени / Фонин П.Н., Конторович А.Э., Моисеев С.А., Пимичев Г.В. // Международная конференция геофизиков и геологов «Тюмень-2007». – Тюмень. – 2007. – электронный ресурс: http://otherreferats.allbest.ru/geology/00196162_1.html
2. Геология нефти и газа Сибирской платформы / Под ред. Конторовича А.Э., Суркова В.С., Трофимука А.А. – М.: Недра. – 1981. – 552 с.
3. Решения четвертого межведомственного стратиграфического совещания по уточнению и дополнению стратиграфических схем венда и кембрия внутренних районов Сибирской платформы. – Новосибирск: СНИИГТИМС, 1989. – 64 с.
4. Мельников Н.В. Венд-кембрийский соленосный бассейн Сибирской платформы (Стратиграфия, история развития). – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2009. – 148 с.
5. Конторович А.Э. Тектоническая карта венд-нижнепалеозойского структурного яруса Лено-Тунгусской нефтегазоносной провинции / А.Э. Конторович, С.Ю. Беляев, А.А. Конторович, В.С. Старосельцев и др. // Геология и геофизика, 2009. – Т. 50. – № 8. – С.851 – 862.
6. Скузоватов М.Ю. Особенности корреляции венд-кембрийских отложений центральных районов Ангаро-Ленской ступени по данным сейсморазведки и ГИС / Сборник материалов 5-ой Сибирской конференции молодых ученых по наукам о Земле. – Новосибирск, 2010. (электронный вариант).
7. Строение парфеновского горизонта центральных и южных районов Ангаро-Ленской ступени / С.А. Моисеев, Г.В. Пимичев, М.Ю. Скузоватов и др. // Материалы научно-практической конференции Нефтегазогеологический прогноз и перспективы развития нефтегазового комплекса Востока Сибири. Санкт-Петербург. – СПб.: ФГУП ВНИГРИ, 2013. – С. 177 – 181.

**ЛИТОЛОГО-ФАЦИАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПОРОД ТЮМЕНСКОЙ И ВАСЮГАНСКОЙ СВИТ В
СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ ЗАПАДНО-СИБИРСКОГО ОСАДОЧНОГО БАСЕЙНА**

Е.Б. Маркова

Научный руководитель профессор В.П. Алексеев

**ООО «Научно-производственный Центр по сверхглубокому бурению и комплексному
изучению недр Земли», г. Ярославль, Россия**

Литолого-фациальный анализ (ЛФА) на сегодняшний день является одним из основных элементов комплексного геологического изучения осадочных бассейнов на всех стадиях оценки перспектив нефтегазоносности. При переходе от регионального прогноза к зональному и локальному сужается объем объектов исследования, укрупняется масштаб литолого-фациальных построений. На первый план выдвигается решение задач внутреннего строения литолого-фациальных комплексов пород. Фациальные исследования базируются на выделении диагностических признаков пород (цвет породы, структура, текстура и т.д.). Но обратим внимание, отдельно взятому диагностическому признаку, будь то размерность зерен породы, характер слоистости или наличие органических остатков в отложениях, не присущи такие свойства значимости, какими обладает определение самой фации (условие + осадок). Это указывает на эмерджентность фации.

Эмерджентность (англ. Emergence – возникновение, появление нового) – наличие у какой-либо системы особых свойств, не присущих её подсистемам и блокам, а также сумме элементов, не связанных особыми системообразующими связями. Другими словами эмерджентность – это несводимость свойств системы к сумме свойств её компонентов.

В ходе наших исследований было изучено 14 образцов керн Ен-Яхинской сверхглубокой параметрической скважины №7 (Надымский район, Ямало-Ненецкий автономный округ, Тюменская область) – три образца из пласта ЮГ₉, шесть образцов из пласта ЮГ₃, два из пласта ЮГ₂ тюменской свиты и три образца из пласта Ю₂⁰ васюганской свиты. Для каждого образца был проведен гранулометрический, петрографический и литолого-фациальный анализы. Последний выполнен по методике Ю.А. Жемчужникова с использованием атласа фаций В.П. Алексеева [1]. Также проведен анализ фильтрационно-емкостных свойств объектов на основе концепции гидравлических типов коллекторов.

На рисунке представлены примеры некоторой графической информации, использованной и полученной в результате проведенных исследований.

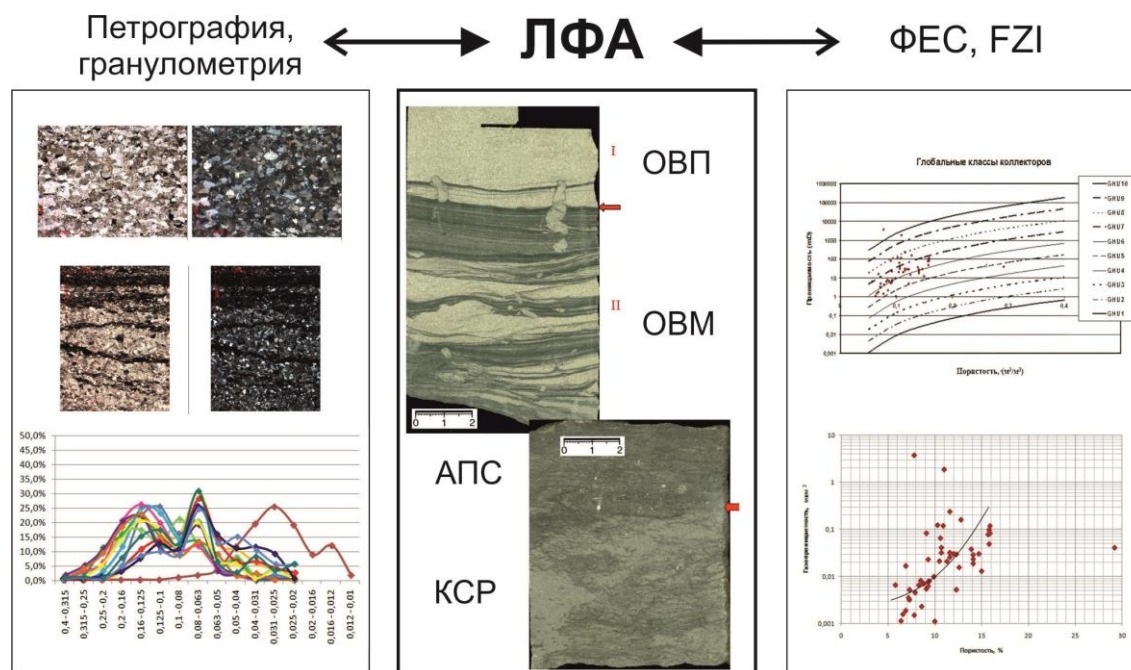


Рис. Графические материалы исследований: а – фотографии шлифов в параллельных и скрещенных николях, суммированное изображение гранулометрических кривых; б – фотографии образцов керн с определенными фациями; в – графики глобальных классов коллекторов (верхний) и зависимости пористости и проницаемости (нижний)

Пласт ЮГ₉ нижнетюменской подсвиты представлен неравномерным переслаиванием мелко-тонкозернистых кварцевых песчаников светло-серого цвета, средне сортированных с углистыми алевролитами различной размерности, темно-серого до черного цвета с плохой сортировкой зерен. Слоистость преобладает косо-волнистая, линзовидно-волнистая, в наиболее мощных (5–6 см) прослоях песчаника – косая однонаправленная срезанная и слабоволнистая, обусловленная наличием небольшого количества растительного детрита. Текстура часто нарушена взмучиваниями, уплотнениями пород. Во всех образцах наблюдаются многочисленные ходы илоедов разной направленности и различных размеров (от 0,2 до 2,5 см в длину).

Выделенные диагностические признаки пород позволяют отнести данные отложения к фациям активного озерного мелководья (ОВМ) и песчаных и глинисто-алевритовых осадков полуизолированного малоподвижного мелководья крупных озер (ОВП).

Образцы пласта ЮГ₃ верхнетюменской свиты представлены светло-серыми тонко-мелкозернистыми и средне-мелкозернистыми песчаниками с сортировкой зерен от плохой до хорошей. Слоистость в основном косо-волнистая обусловленная нитевидными включениями углистого вещества и иногда светло-коричневых сидеритизированных слоев. В образцах с тонкими прослоями, линзами (0,2 – 0,5 см толщиной) угля и элементами корневой системы текстура нарушена оползанием (“наносейсмь”), и слоистость приобретает отчасти “клиноформный” характер. Один из образцов представлен переслаиванием тонкозернистого песчаника с алевролитом. Соотношение фракций примерно 1:1. Сортировка плохая. Слоистость косо-волнистая с элементами линзовидной, частично нарушена взмучиванием. Динамичность подчеркнута “оплывинами” осадка. Условия осадкообразования этой группы образцов открытые озерные водоемы (фации ОВП, ОВМ и ОВД – песчаных осадков конусов выноса рек в озера).

Отложения пласта ЮГ₂ верхнетюменской подсвиты представлены светло-серыми средне-мелкозернистыми песчаниками со средней до хорошей сортировкой. Слоистость косая однонаправленная, сильно срезанная. Часть слоев подчеркнута сидеритизацией. Отмечены вертикальные ходы илоедов с поперечным сечением от 0,3 до 0,5 см, длиной до 2,5 см. Осадки образованы в условиях конусов выноса рек в озера (ОВД) и открытого подвижного озерного мелководья (ОВМ).

Породы пласта ЮГ₂⁰ нижневасюганской подсвиты существенно отличаются от выше описанных. Они представлены преимущественно алевролитом с линзами и прослоями тонкозернистого песчаника. Сортировка от плохой до хорошей. Слоистость мелкая полого-волнистая и линзовидно-волнистая, с нарушениями типа “фьямме”, редко косая слабо срезанная, обусловленная изменением гранулометрического состава. Наблюдаются вертикальные ходы илоедов с поперечным сечением 0,2 – 0,3 см, длиной до 1 см. Весь комплекс литологических признаков указывает на формирование осадков в условиях поймы речных долин (фация глинистых и песчано-алевритовых осадков слабопроточной части поймы – АПС) и мелких прибрежных водотоков (фация гравийно-песчаных осадков русел мелких прибрежных водотоков – КСР, глинистых и песчано-алевритовых осадков поймы мелких прибрежных водотоков – КСП).

Пласты-коллекторы генезиса открытых озер характеризуются выдержанностью строения при незначительной изменчивости фильтрационно-емкостных свойств. Коллекторские свойства осадков полуизолированного мелководья подвержены изменениям, которые вызваны быстрой сменой фациальных условий. Среди исследованных образцов породы с дельтовым генезисом обладают высокими значениями параметра гидравлической единицы потока (FZI), что говорит о хорошей фильтрационно-емкостной способности отложений. Формирование отложений в поймах речных долин и мелких прибрежных водотоках происходило при достаточно высокой динамике среды. Поскольку исследуемые нами отложения нижневасюганской подсвиты сильно заглинизированы, их фильтрационная способность низка по сравнению с породами тюменской свиты.

Частая смена режимов осадконакопления являются причинами сложного сочетания в разрезе исследуемых свит глинистых толщ, которые могут играть роль генераторов УВ и непроницаемых экранов, и песчано-алевритовых отложений, являющихся коллекторами.

Возвращаясь к понятию эмерджентных свойств, отметим, что построение моделей пластов зачастую ограничивается лишь количественными значениями данных пористости и проницаемости. Но нужно учитывать, что и литолого-фациальный анализ позволяет выявлять в разрезе скважины фации, благоприятные для образования нефтегазоматеринских отложений или формирования природных резервуаров, и не только выявлять, но и давать полное объяснение того, в каком климате и режиме были сформированы те или иные отложения, какой был источник сноса обломочного материала и в какой удаленности. В рамках нефтегазовой геологии очень важно исследовать систему пустот породы и факторы, контролируемые ее изменения. В частности, строение пустотного пространства зависит от структурно-текстурных особенностей породы, типа и содержания цемента и особенностей развития постседиментационных преобразований. Строение пустотного пространства породы определяет ее фильтрационно-емкостные свойства.

Объект геологических исследований (литологические неоднородности пласта или же изменчивость свойств в скважине) можно рассмотреть как тело, которое обладает своей инфраструктурой, имеющей иерархический характер, т.е. это своего рода система, состоящая из взаимосвязанных элементов, которые при определенном масштабе исследований представляют собой внутренне однородное (условно неделимое) целое. Соответственно изучение этой системы должно быть многокомпонентным.

Керн – это «зеркало» геологического прошлого. Его многостороннее изучение доступно широкому кругу научных, а также практических работников, просто по своей организации и не требует больших расходов. Внедрение таких исследований в практику безусловно приведет к новым открытиям и позволит снизить многомиллионные затраты на пустые скважины. Применение литолого-фациального анализа расширяет научные основы и практические возможности поисков нефти и газа.

Литература

1. Алексеев В.П. Атлас фаций юрских терригенных отложений (угленосные толщи Северной Евразии). – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2007. – 209 с.

**ЛИТОЛОГО-ПЕТРОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОДУКТИВНОГО ПЛАСТА БС
ПРИРАЗЛОМНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ**

Е.О. Никифорова

Научный руководитель доцент М.В. Шалдыбин

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
г. Томск, Россия*

Цель работы – изучить литолого-петрографические характеристики продуктивного пласта БС Приразломного месторождения, проследить изменение пористости в зависимости от выявленных в петрографических шлифах структурных и вещественных характеристик пород.

Для выполнения данной цели были поставлены следующие задачи:

1. Выполнить описание 52 шлифов из 9 скважин, вскрывших продуктивные отложения рассматриваемого пласта.

2. Проанализировать особенности минерального состава, гранулометрии, сортировки и т.д.

3. Установить взаимосвязи между рассмотренными характеристиками и пористостью пород.

Основным методом проводимых исследований являлось оптическое изучение пород в шлифах (предварительно покрашенных голубой смолой) с использованием поляризационного микроскопа [1, 2].

Указанный пласт является основным эксплуатационным объектом Приразломного нефтяного месторождения, расположенного в Нефтеюганском районе Ханты-Мансийского автономного округа. Продуктивные отложения стратиграфически принадлежат нижнему мелу (неокомский возраст).

Отложения указанного пласта представлены преимущественно песчаниками мелкозернистыми и тонкозернистыми, реже – алевритовыми. Средневзвешенный диаметр зерен изменяется от 0,05 до 0,17 мм; сортировка в большинстве случаев средняя, но встречается также хорошая и очень плохая. Обломки по форме угловатые и полуокатанные. Микротекстуры пород чаще всего ориентированные и слоистые, в редких случаях – биотурбационные, однородные. По минеральному составу рассмотренные породы относятся к полевошпатово-кварцевым и кварц-полевошпатовым грауваккам. Количество кварца среди обломков изменяется от 11,3 до 35,1 %, полевых шпатов от 19,0 до 33,3 % (с преобладанием калиевых полевых шпатов над плагиоклазами), обломков пород – от 17,7 до 49,1 %. Среди обломков пород отмечены кремнистые, слюдястые, слюдисто-кремнистые, кремнисто-слюдястые, эффузивы, хлорит, пертиты, глинистые. Содержание слюд составляет 0,9–6,1 %, с преобладанием биотита (0,2–4,8 %). Цемент в породах распределен неравномерно, по составу глинистый и кальцитовый. Глинистый цемент представлен поровым каолинитом (от единичных значений до 4,1 %), пленочно-поровой – гидрослюдой (иллитом), количество которой в биотурбированных породах достигает 20,8 % и пленочно-поровым хлоритом (0,1–7,7 %). Кальцит порового типа присутствует во всех шлифах в количестве от единичных зерен до 7,7 %. В одном из шлифов отмечен кальцит базально-порового типа, содержание которого составляет 28,2 %.

Пористость, определенная по шлифам, составляет от единичных значений (в алевритовых и биотурбированных породах) до 6,4 %. Межзерновые открытые поры чаще всего изолированные и полуизолированные, редко участками сообщающиеся. По морфологии поры угловатые, щелевидной и сложной формы. Отмечаются микропоры в глинистом цементе, редкие внутризерновые поры растворения обломков и полевых шпатов, а также единичные мелкие трещины. Пустотное пространство, в большинстве случаев, распределено неравномерно. Существенное влияние на пористость рассматриваемых отложений оказывает их гранулометрический состав. Как правило, увеличение зернистости сопровождается увеличением объема порового пространства. Построение для каждой из скважин соответствующих диаграмм показало, что данная зависимость наиболее выражена в скважинах №6 и №8 (рис. 1, а), а также достаточно отчетливо проявляется на сводной диаграмме, построенной по результатам исследования всех имеющихся шлифов (рис. 1, б).

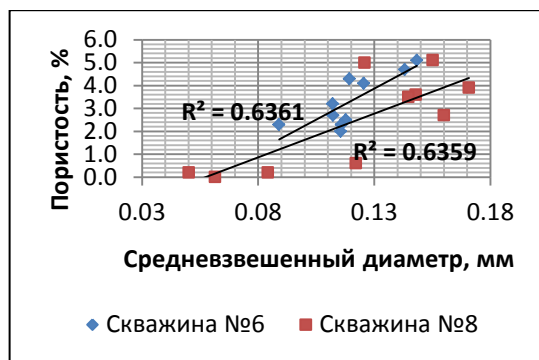
Также в качестве одного из факторов, влияющих на пористость рассматриваемых пород, следует отметить количество и состав цементирующего материала (рис. 1, в). Повышение процентного содержания цемента, особенно глинистых минералов и кальцита, ведёт к понижению пористости. Песчаники, более однородные по размеру зёрен, характеризуются большими значениями пористости, чем неоднородные, что позволяет говорить о зависимости пористости от степени сортировки осадка (рис. 1, г). Однако данная зависимость гораздо менее выражена, чем в двух предыдущих случаях и, кроме того, отмечается не во всех рассмотренных скважинах.

Значительное влияние на величину пористости оказывает состав основных породообразующих компонентов терригенной части песчаников. Как правило, наибольшие значения пористости отмечаются в породах с высоким содержанием кварца и обломков гранитоидных пород (рис. 1, д, е).

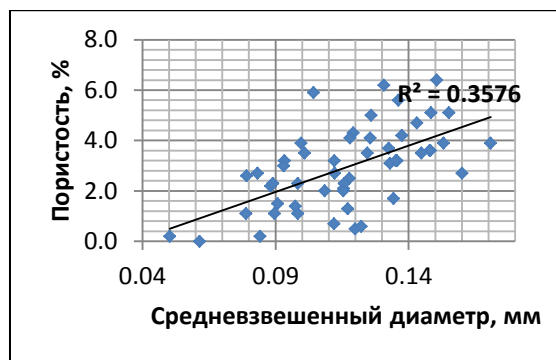
Выводы:

1. Повышение содержания крупных фракций сопровождается увеличением объема порового пространства в коллекторе продуктивного пласта БС.

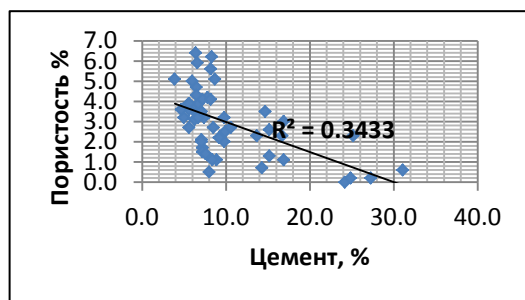
2. Улучшение сортировки обломков, как правило, положительно сказывается на показателях пористости коллектора – она увеличивается.
3. Повышение содержания цементирующего материала, особенно глинистых минералов и кальцита, ведёт к понижению пористости песчаных пород.
4. Наибольшие значения пористости отмечаются в песчаниках с высоким содержанием кварца.



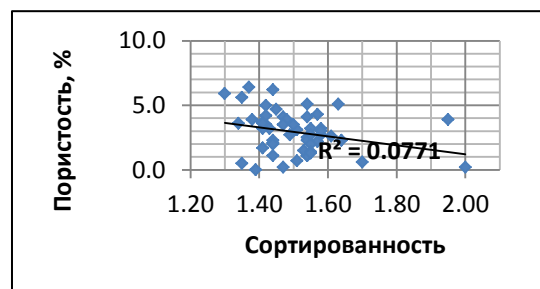
а) Зависимость пористости от зернистости пород. Скважины №6 и №8



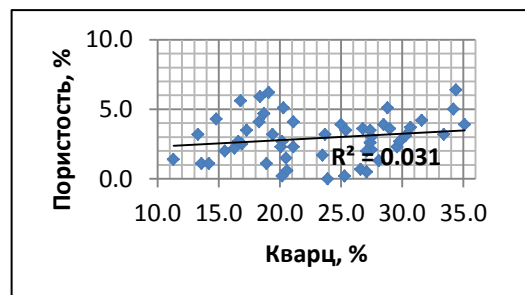
б) Сводная диаграмма зависимости пористости от зернистости пород



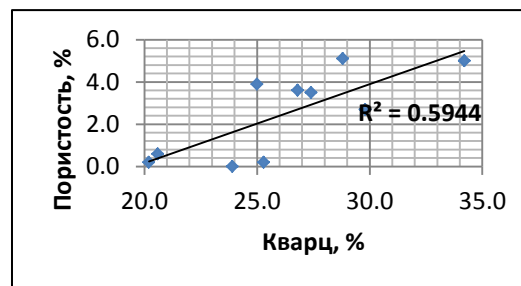
в) Сводная диаграмма зависимости пористости от количества цементирующего материала



г) Сводная диаграмма зависимости пористости от степени сортировки осадка



д) Сводная диаграмма зависимости пористости от количества кварца



е) Зависимость пористости от количества кварца. Скважина №8

Рис. 1. Зависимость пористости от структурных и вещественных характеристик пород

Литература

1. Недоливко Н.М., Ежова А.В. Петрографические исследования терригенных и карбонатных пород-коллекторов: Учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2011. – 172 с.
2. Черников О.А. Комплекс методов количественного изучения песчано-алевритовых пород в связи с оценкой их коллекторских свойств // Литологические исследования пород-коллекторов в связи с разведкой и разработкой нефтяных месторождений. – М.: Наука, 1970. – С. 26 – 48.

**ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ И ЛИТОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОДУГОЛЬНОЙ
ТОЛЩИ ВЕРХНЕЮРСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ МЫЛЬДЖИНСКОГО
НЕФТЕГАЗОКОНДЕНСАТНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (ТОМСКАЯ ОБЛАСТЬ)**

Е.В. Панова

Научный руководитель доцент Т.Г. Тен

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Мыльджинское нефтегазоконденсатное месторождение расположено в Каргасокском районе Томской области в 450 км к северо-западу от Томска. В геологическом строении месторождения принимают участие отложения палеозойского фундамента и мезозой-кайнозойского осадочного чехла.

В его составе установлены отложения юрского, мелового, палеогенового, неогенового и четвертичного возраста. Промышленная нефтегазоносность Мыльджинского месторождения связана с отложениями юры и нижнего мела. Объектом исследования в настоящей работе явилась подугольная толща юрского нефтегазоносного комплекса, отложения которой сформированы в различных фациальных обстановках прибрежно-морского режима седиментации и представлены терригенными породами изменчивого литологического состава [1].

Подугольная толща в пределах изучаемой территории состоит из двух частей. Нижняя, имеющая сильно изменчивую толщину и состав, представлена двумя типами разреза: алеврито-песчаным и глинисто-алевритовым, эту часть разреза предложено выделять в ранге локального циклита Ю₁⁴. Верхняя часть подугольной толщи представлена мощной преимущественно песчаной пачкой, перекрываемой в большинстве разрезов углистым прослоем толщиной около 1 м, эти отложения индексируются как локальный циклит Ю₁³н (нижний).

Ранее авторами многочисленных исследований установлено, что формирование пород подугольной толщи происходило в условиях преобладающего отступления береговой линии в сторону моря при достаточном расчленённом рельефе территории. Проведенные палеогеографические исследования, основной целью которых было установление особенностей распространения пород-коллекторов и флюидоупоров подугольной толщи на площади месторождения, позволили определить характер их выклинивания и выполнить анализ фациальной изменчивости отложений. Особенности распространения пород разного литологического состава циклита Ю₁⁴, представлены на рисунке 1.

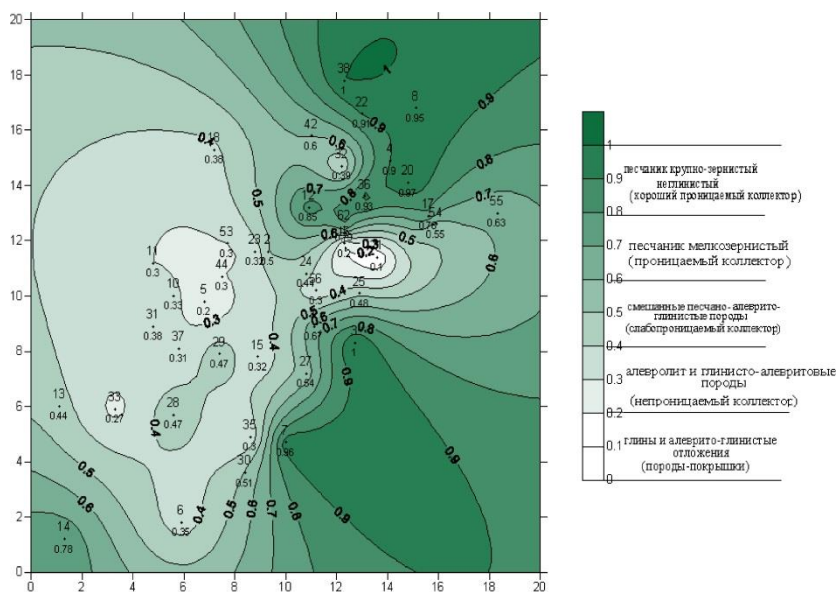


Рис. 1. Карта литологического состава циклита Ю₁⁴

Комплексный анализ промыслово-геофизических данных и кернового материала позволил выделить в толще циклита Ю₁⁴ два типа разреза. Для первого типа разреза характерен песчаный состав отложений. Данный тип получил развитие на северо-восточном (скв. 38, 22, 42, 8, 4, 36, 12, 62), юго-восточном (скв. 1, 3, 27, 7, 30) и юго-западном (скв. 14) участках площади. На большей части территории развит второй тип разреза, представленный глинисто-алевритовым переслаиванием. Коэффициент песчаности циклита Ю₁⁴ в зонах распространения этого типа разреза изменяется от 5,9 до 78,9 %.

Наибольшие его значения приурочены к северо-восточной части (78,9 и 69 % в скв. 22 и 8 соответственно).

Известно, что форма кривой ПС определяется характером изменчивости гранулометрического состава осадочных образований. Анализ кривых ПС позволил выделить ряд зон с различным гидродинамическим режимом и соответствующими ему типами фаций.

Зоны распространения преимущественно песчаных отложений приурочены к участкам с высокой гидродинамической активностью (рис. 2). Они установлены на крайнем юго-западе (скв. 14), юго-востоке (скв. 7, 3) и на северо-востоке (скв. 38, 22, 8, 4, 36, 62). Максимальное отклонение кривой ПС характерно для верхней части аномалии, отражая увеличение динамической активности водной среды в конечный этап формирования осадков этой зоны.

Зоны распространения песчано-алевритовых пород, которые формировались при среднем (III) гидродинамическом уровне среды седиментации, приурочены к склоновым частям поднятий и носят локальный характер (скв. 42, 1, 27, 13). Динамика среды этих зон осадконакопления менее активная, чем в областях со II режимом, что отразилось на меньшей амплитуде отклонения кривой ПС при внешнем сходстве ее формы.

Четвертый режим седиментации характеризуется низкой гидродинамической активностью. Участки с подобными условиями осадконакопления имеют наибольшее распространение. Кривая ПС, при явно регрессивном характере, имеет еще меньшую амплитуду отклонения. В этой зоне накапливались глинисто-алевритовые осадки.

Локальный характер распространения имеют зоны с меняющимся гидродинамическим режимом от низкого к очень низкому (IV-V). В этих зонах накапливались преимущественно глинистые отложения (скв. 33, 53, 44, 23, 15, 35).

На мелководно-морской характер осадконакопления указывают ходы и норки морских червей (скв. № 44) и включения глауконита в песчаниках (скв. 22, 8, 62).

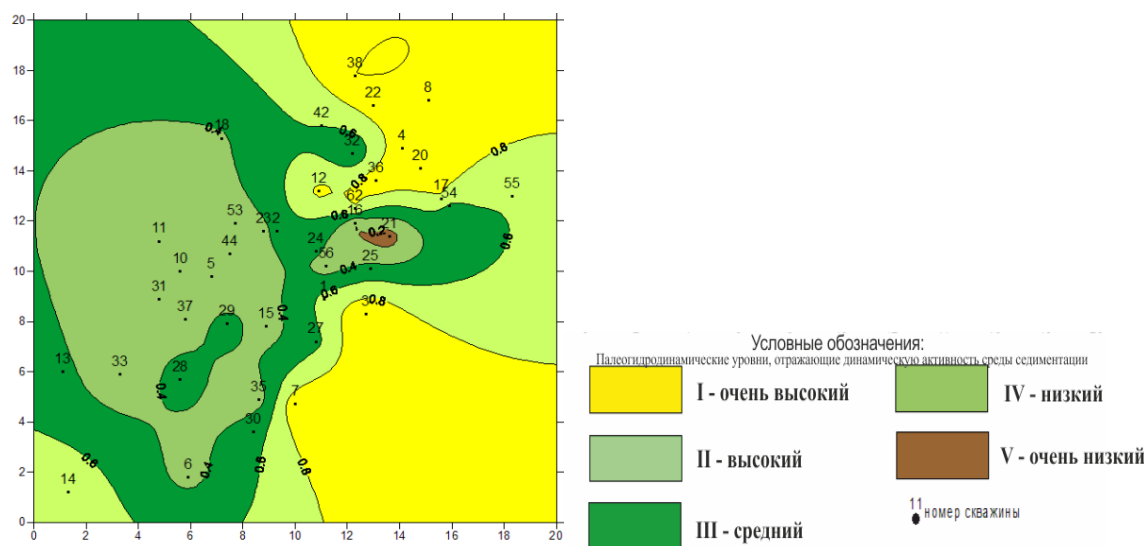


Рис. 2. Литолого-фациальная карта циклита Ю₁⁴

Отложения локального циклита Ю₁³н представлены песчаными, алевритовыми и глинистыми породами (рис. 3).

На большей части территории (скв. 38, 42, 17, 16, 21, 3, 11, 44, 37, 15, 7, 13, 14, 28, 31, 2) отложения циклита представлены мелкозернистыми песчаниками (значения $\alpha_{пс}$ от 0,8 до 0,6). Они повсеместно обрамляют области развития крупно-среднезернистых песчаников, занимая практически всю оставшуюся территорию.

Участки развития смешанных песчано-алевритовых пород (значения $\alpha_{пс}$ от 0,6 до 0,4) распространены локально. Они отмечены в пределах полосы развития мелкозернистых песчаников на западе (район вблизи скв. 33), в центре (скв. 5, 35, 29, 12) и в восточной (скв. 55, 20) части территории.

Алевриты (значения $\alpha_{пс}$ от 0,4 до 0,2) получили распространение только в центральной части месторождения (скв. 23), где область их развития имеет замкнутую форму.

Комплексный анализ структурно-текстурных особенностей, электрометрических характеристик разрезов изучаемых отложений позволил выделить четыре зоны с различными гидродинамическими режимами бассейна седиментации и соответствующими типами фаций локального циклита Ю₁³н (рис. 4).

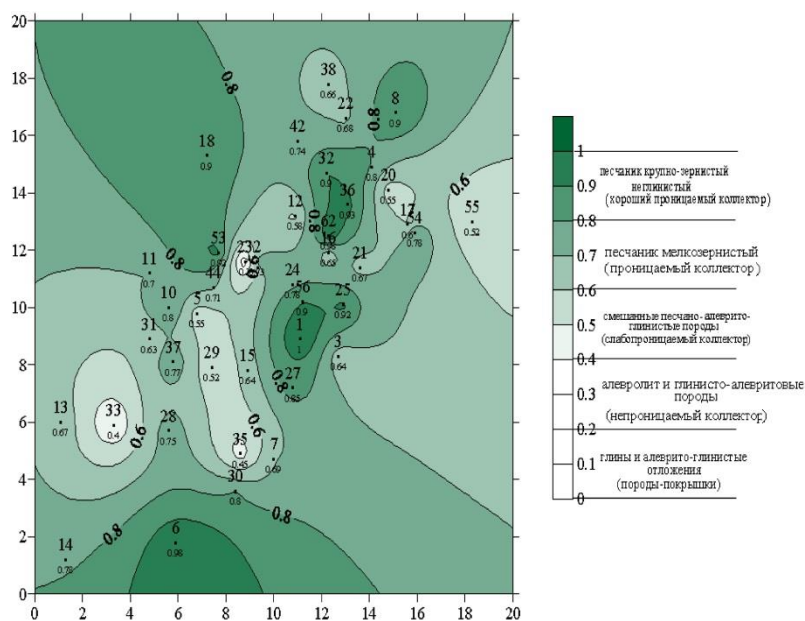


Рис. 3. Карта литологического состава циклита Ю₁³н

Первый режим среды седиментации (I) характеризуется очень высокой гидродинамической активностью, что указывает на участки бассейна с активной волновой деятельностью. Песчаники этой зоны имеют средне-мелкозернистую структуру, хорошую сортировку материала, однородную текстуру.

Формирование этих отложений осуществлялось в условиях сводово-склоновых фаций, тяготеющих к подводным поднятиям рельефа дна морского бассейна. Для этих участков характерно сохранение очень высоких и высоких энергетических уровней водной среды на протяжении всего периода формирования циклита Ю₁³н.

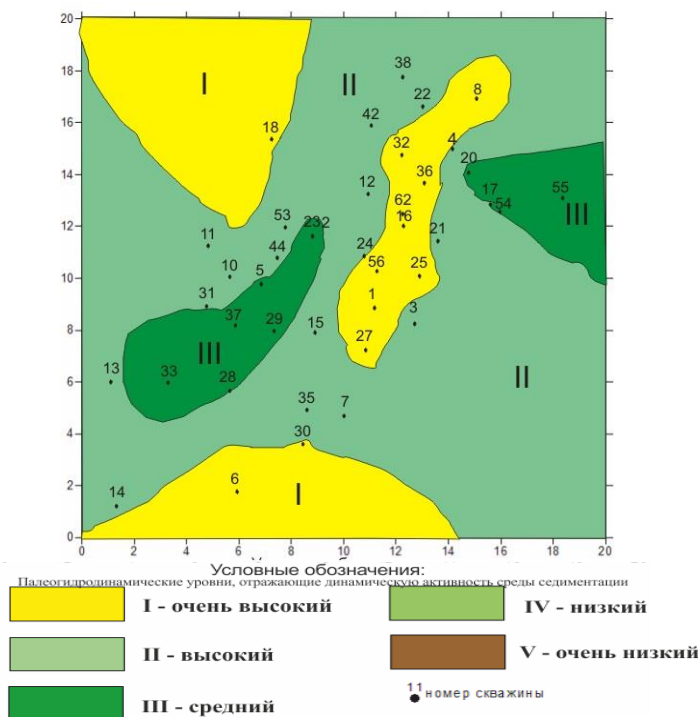


Рис. 4. Литолого-фациальная карта циклита Ю₁³н

Значительным распространением на площади пользуются зоны с высокой (II) гидродинамической активностью. Разрезы характеризуются повышенным содержанием песчаного материала в верхней части циклита Ю₁³н. В этих зонах развиты фации с регрессивным характером изменения зернистости.

Зоны со средней (III) гидродинамической активностью среды седиментации установлены в западной и восточной частях Мыльджинской площади (скв. 17, 54, 55, 33, 37, 29). На кривых ПС так же, как и в разрезах

фаций, видна явная регрессивная направленность изменения зернистости. Формирование отложений приурочено к наиболее пониженным участкам рельефа, вероятнее всего это лагуны, заполняющиеся глинисто-алевритовым материалом в условиях невысокой гидродинамической активности.

Ограниченное распространение (скв. 23) имеет зона с низким (IV) уровнем гидродинамического режима среды седиментации. Разрезы сложены глинисто-алевритовым материалом, причем и в этом случае на кривых ПС видна регрессивная направленность изменения зернистости.

Выделение зон со сходными гидродинамическими режимами, их пространственное размещение и взаимоотношение между собой позволили сделать выводы об условиях формирования циклита Ю₁³н.

Установлено, что отложения циклита Ю₁³н накапливались в эпоху наиболее активной тектонической деятельности в обстановке продолжающейся в оксфордском веке регрессии в условиях расчлененного рельефа дна мелководно-морского бассейна.

В это же время усилились процессы механической денудации в областях сноса обломочного материала. Благодаря этому, увеличивалось количество доставляемого обломочного материала в бассейн седиментации. Неравномерный рост отдельных поднятий приводил к усилению гидродинамической активности на участках подводных сводов и валов. Такие условия седиментации способствовали накоплению песчаного и алеврито-песчаного материала, его хорошей отсортированности и значительной мощности.

Таким образом, комплексное использование геолого-геофизических материалов, структурно-текстурного анализа, биофациального анализа позволяет с достаточно высокой точностью устанавливать условия формирования продуктивных отложений, их изменчивость во времени и пространстве, что в свою очередь может повысить эффективность геологоразведочных работ.

Литература

1. Белозёров В.Б., Даненберг Е.Е., Огарков А.М. Особенности строения васюганской свиты в связи с поиском нефти и газа в ловушках неантиклинального типа // Перспективы нефтегазоносности юго-востока Западной Сибири. – Новосибирск, 1980. – С. 92 – 100.

СТРОЕНИЕ БАТСКОГО РЕГИОНАЛЬНОГО РЕЗЕРВУАРА И ПРОДУКТИВНОГО ПЛАСТА Ю₂ ЯМАЛЬСКОЙ НГО

Н.В. Первухина

Научный руководитель главный научный сотрудник Г.Г. Шемин

Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука, г. Новосибирск, Россия

Высокие перспективы нефтегазоносности юрских отложений севера Западно-Сибирской НГП связаны с батским региональным резервуаром, проницаемый комплекс которого представлен породами малышевского горизонта (малышевская свита и верхнетюменская подсвита; продуктивные пласты Ю₂–Ю₄), а флюидоупор – преимущественно глинистыми отложениями васюганского, георгиевского и баженовского горизонтов.

Методика исследований

Карты толщин, толщин песчаников, толщин коллекторов, вещественного состава, литолого-палеогеографические модели проницаемого комплекса резервуара и продуктивного пласта Ю₂ построены на основе комплексной интерпретации данных сейсморазведки и бурения с помощью методов компьютерной картографии.

При построении карт вещественного состава рассчитывались литологические типы разрезов, определялось содержание каждого типа пород относительно общей толщины разреза и каждого литологического компонента, присутствующего как в виде слоев, так и в виде примесей в других породах. По содержанию литологических компонентов разреза выделялись литологические области [2].

Построение литолого-фациальных моделей выполнено на основе комплексного анализа вещественного состава, толщин, толщин песчаников и анализа материалов геофизических исследований скважин с их последующей интерпретацией по методике В.С. Муромцева [1] для разрезов 70 скважин, пробуренных в пределах Ямальской НГО и смежных с ней территорий.

Результаты исследований

Батский региональный резервуар пользуется в пределах Ямальской НГО почти повсеместным распространением, отсутствуя лишь на крайнем юго-западе. Толщины проницаемого комплекса резервуара изменяются от минимальных значений на юго-западе района исследований, в зонах, прилегающих к области отсутствия отложений малышевского горизонта, до 100–120 м на юго-востоке и востоке (рис. 1, А). В целом они возрастают в северо-восточном, восточном и юго-восточном направлениях.

Распределение толщин песчаников проницаемого комплекса резервуара схожее с распределением толщин проницаемого комплекса в целом – происходит постепенное увеличение толщин песчаников в восточном направлении. Минимальные значения наблюдаются на юго-западе Ямальской НГО. На севере и в восточной половине Ямальской НГО толщины песчаников проницаемого комплекса возрастают до 40–50 м.

Толщины коллекторов проницаемого комплекса резервуара меняются от минимальных значений в зонах, прилегающих к области отсутствия отложений малышевского горизонта, до 40 м в северной части района исследований (Малыгинская площадь). В южной половине Ямальской НГО они не превышают 10–15 м, однако, от Бованенковской площади в северном направлении начинают возрастать до 25–30 м.

Распространение пласта Ю₂ в пределах Ямальской НГО совпадает с распространением проницаемого комплекса батского резервуара. Толщины пласта составляют 4–18 м, наиболее контрастно меняясь в пределах Новопортовской площади. Область пониженных толщин пласта (4–6 м) закартирована в центральной части Ямальской НГО и на большей западной части Новопортовской площади. Повышенные толщины пласта (12–16 м) отмечаются на юге и юго-западе Ямальской НГО, а также в восточной части Новопортовской и на Малыгинской площадях. Толщины песчаников пласта Ю₂ меняются также от 4–6 до 18 м, толщины коллекторов пласта Ю₂ – от 2 до 16 м. Их распределение в пределах Ямальской НГО схожее с распределением толщин пласта.

Келловей-верхнеюрский флюидоупор резервуара в Ямальской НГО распространен повсеместно. Толщины его меняются от 20 до 220 м. Наименьшие толщины (20–40 м) наблюдаются в крайней юго-западной части района, в северо-восточном и северо-западном направлениях они существенно возрастают. Содержание песчаников в флюидоупоре меняется от менее 1 до более 10 %. В целом, на большей части Ямальской НГО – в ее северной половине и на юго-востоке – содержание песчаников составляет менее 1 %, что обеспечивает высокое качество флюидоупора на большей части района исследований. На юго-западе содержание песчаников возрастает до 10 %, и качество флюидоупора понижается до среднего.

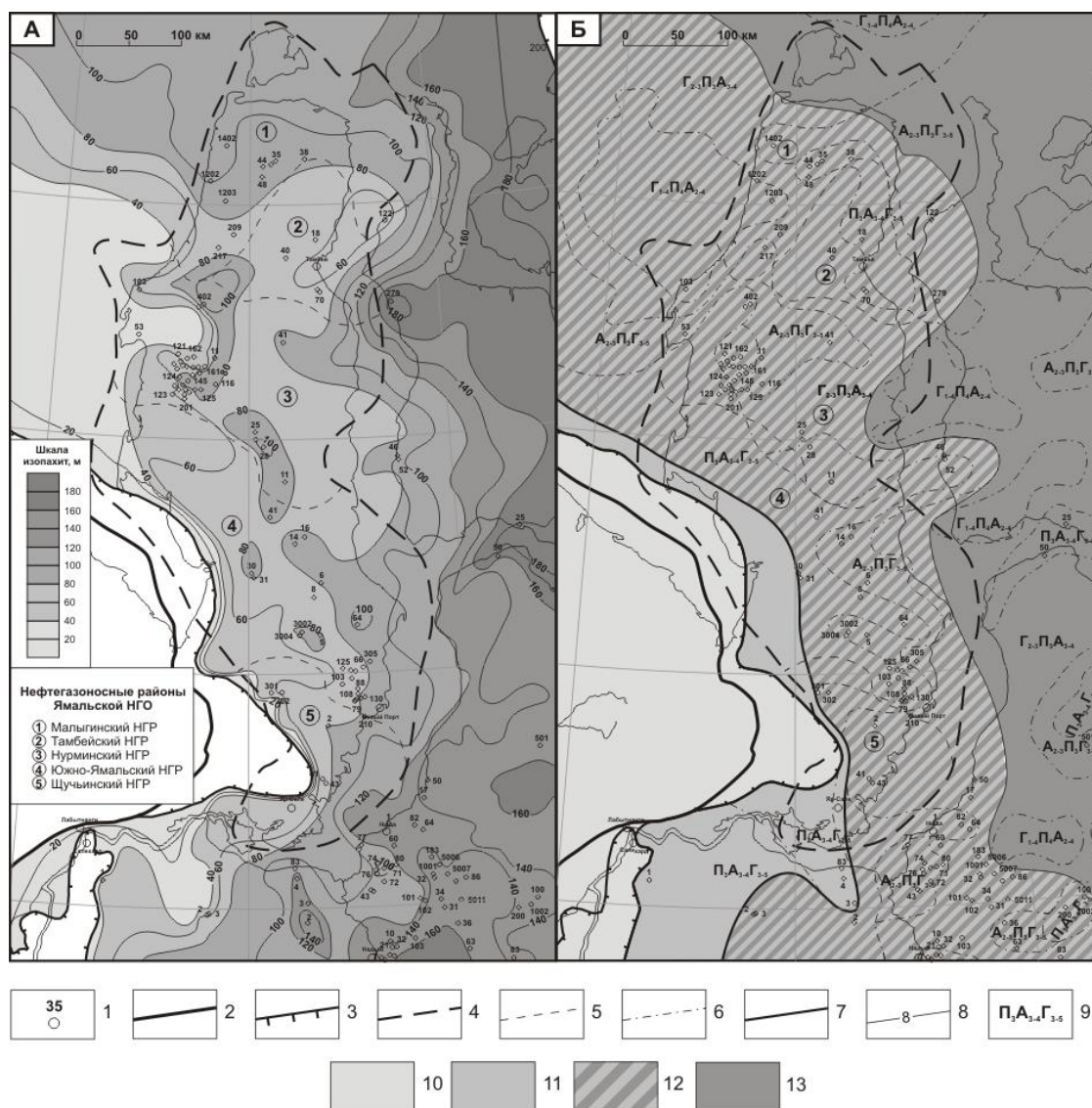


Рис. Карта толщин (А) и литолого-палеогеографическая карта (Б) проницаемого комплекса батского регионального резервуара Ямальской НГО

1 – скважины; 2–7 – границы: 2 – распространения юрского мегакомплекса, 3 – распространения отложений малышевского горизонта и пласта Ю₂, 4 – Ямальской НГО, 5 – нефтегазоносных районов, 6 – литологических областей, 7 – палеогеографических областей; 8 – изопахиты, м; 9 – индексы литологических областей; 10 – область денудации (высокая суша с расчлененным рельефом), 11–13 – области аккумуляции: 11 – равнина денудационно-аккумулятивная, 12 – прибрежно-морская, 13 – мелководный шельф

Согласно выполненным построениям в проницаемом комплексе резервуара выделены следующие литологические области: преимущественно псаммитово-алевритовая, псаммитово-алевритово-глинистые, алевритово-псаммитово-глинистые, преимущественно глинисто-псаммитовые и глинисто-псаммитово-алевритовые. Преимущественно псаммитово-алевритовая литологическая область в пределах района исследований пользуется наименьшим распространением, она закартирована лишь на локальном участке на юго-западе (рис. 1Б.). Псаммитово-алевритово-глинистая область выделена вблизи источников сноса в юго-западной части Ямальской НГО и протягивается в восточном направлении субширотными полосами в пределы Восточно-Харасавейской, Геофизической, Нулмаухинской и Новопортовской площадей. Также замкнутая псаммитово-алевритово-глинистая область закартирована в северо-восточной части района исследований. Алевритово-псаммитово-глинистые литологические области прилегают с восточной стороны к зонам псаммитово-алевритово-глинистого состава. Преимущественно глинисто-псаммитовые области занимают большую часть оставшейся восточной половины района исследований. Глинисто-псаммитово-алевритовые области развиты локально.

Область отсутствия отложений проницаемого комплекса резервуара связана с областью денудации. Вдоль юго-западного обрамления Ямальской НГО закартирована денудационно-аккумулятивная равнина.

Большую часть района исследований занимает прибрежно-морская палеогеографическая область, которая на северо-востоке территории переходит в мелководный шельф.

Литература

1. Муромцев В.С. Электрометрическая геология песчаных тел – литологических ловушек нефти и газа. – Л.: Недр, 1984. – 240 с.
2. Шемин Г.Г., Бейзель А.Л., Нехаев А.Ю., Брехунцов А.М., Дещеня Н.П., Бочкарев В.С. Литолого-палеогеографические реконструкции келловейских и верхнеюрских отложений севера Западно-Сибирской НГП как основа оценки их экранирующих и емкостных фильтрационных свойств // Горные ведомости, 2004. – № 3. – С. 17–30.

ПЕРСПЕКТИВЫ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ БАТСКОГО РЕГИОНАЛЬНОГО РЕЗЕРВУАРА ЯМАЛЬСКОЙ НЕФТЕГАЗОНОСНОЙ ОБЛАСТИ

Н.В. Первухина

Научный руководитель главный научный сотрудник Г.Г. Шемин

Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука, г. Новосибирск, Россия

На севере Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции высокие перспективы нефтегазоносности юрских отложений связаны с батским региональным резервуаром, проницаемый комплекс которого представлен породами малышевского горизонта (малышевская свита и верхнетюменская подсвита; продуктивные пласты Ю₂-Ю₄), а флюидоупором служат преимущественно глинистые отложения васюганского, георгиевского и баженовского горизонтов.

Методика исследований

Количественная оценка перспектив нефтегазоносности резервуара выполнена геологическим способом метода сравнительных геологических аналогий по удельным плотностям запасов углеводородов на единицу площади [1]. В качестве подсчетных параметров использованы наиболее значимые: современный структурный план, качества флюидоупора и коллекторов, начальный генерационный потенциал нефтематеринских пород [3]. При прогнозе фазового состояния углеводородов учитывался катагенез органического вещества и закономерности естественного распределения жидкой и газообразной составляющих в выявленных залежах.

Результаты исследований

Согласно выполненной оценке начальные суммарные ресурсы углеводородов батского резервуара составляют 7,31 млрд. т условных углеводородов (УУВ); из них нефти прогнозируется 3,78 млн. т (52 %), газа – 3,04 млрд. м³ (41 %), конденсата – 0,49 млн. т (7 %).

Промышленные запасы категории С₁ оцениваются в 0,52 млрд. т УУВ (7 %), категории С₂ – в 0,70 млрд. т УУВ (10 %), перспективные ресурсы категории С₃ – в 0,73 млрд. т УУВ (10 %). Основная часть начальных суммарных ресурсов углеводородов относится к категории Д₁ – 5,35 млрд. т УУВ (73 %).

В пределах Ямальской нефтегазоносной области (НГО) прогнозируются земли различных перспектив – от перспективных I и II категорий до среднеперспективных I и II категорий и пониженных перспектив с удельными плотностями начальных суммарных ресурсов углеводородов соответственно 50–100, 30–50, 20–30, 10–20 и 5–10 тыс. т УУВ/км² (рис.). Среднеперспективные и перспективные земли пользуются примерно равным распространением, при этом среднеперспективные земли прогнозируются в основном в северной половине Ямальской НГО, а перспективные земли – в ее южной половине. Земли пониженных перспектив имеют локальное распространение в северной части района исследований.

Перспективные земли I категории прогнозируются в южной части Южно-Ямальского нефтегазоносного района (НГР) и на большей части Щучинского НГР. Также они прогнозируются на четырех небольших по площади участках в центральной части Ямальской НГО. Перспективные земли II категории прогнозируются в южной части Щучинского НГР и в центральной части Ямальской НГО, где образуют две вытянутые зоны, простирающиеся от западной границы района исследований в юго-восточном направлении. Среднеперспективные земли I категории прогнозируются в виде областей сложной формы в основном в

центральной части Ямальской НГО и на севере Малыгинского НГР. Среднеперспективные земли II категории прогнозируются на большей части севера района исследований и имеют очаговое распространение в его восточной части. Земли пониженных перспектив развиты незначительно в северной части Ямальской НГО.

Сравнительный анализ результатов авторской количественной оценки с оценками, выполненными различными исследователями и организациями за период с 1981 по 2010 г., позволяет сделать следующий вывод: объемы ресурсов и соотношение жидких и газообразных углеводородов в них со временем монотонно возрастают – от 0,55 (в 1981 г.) до 5,48 млрд. т УУВ (в 2010 г.) и от 7 (в 1988 г.) до 38 % (в 2010 г.) соответственно [2, 4]. Это связано, по мнению автора, с ростом степени геолого-геофизической изученности региона и с более детальными проработками фактического материала.

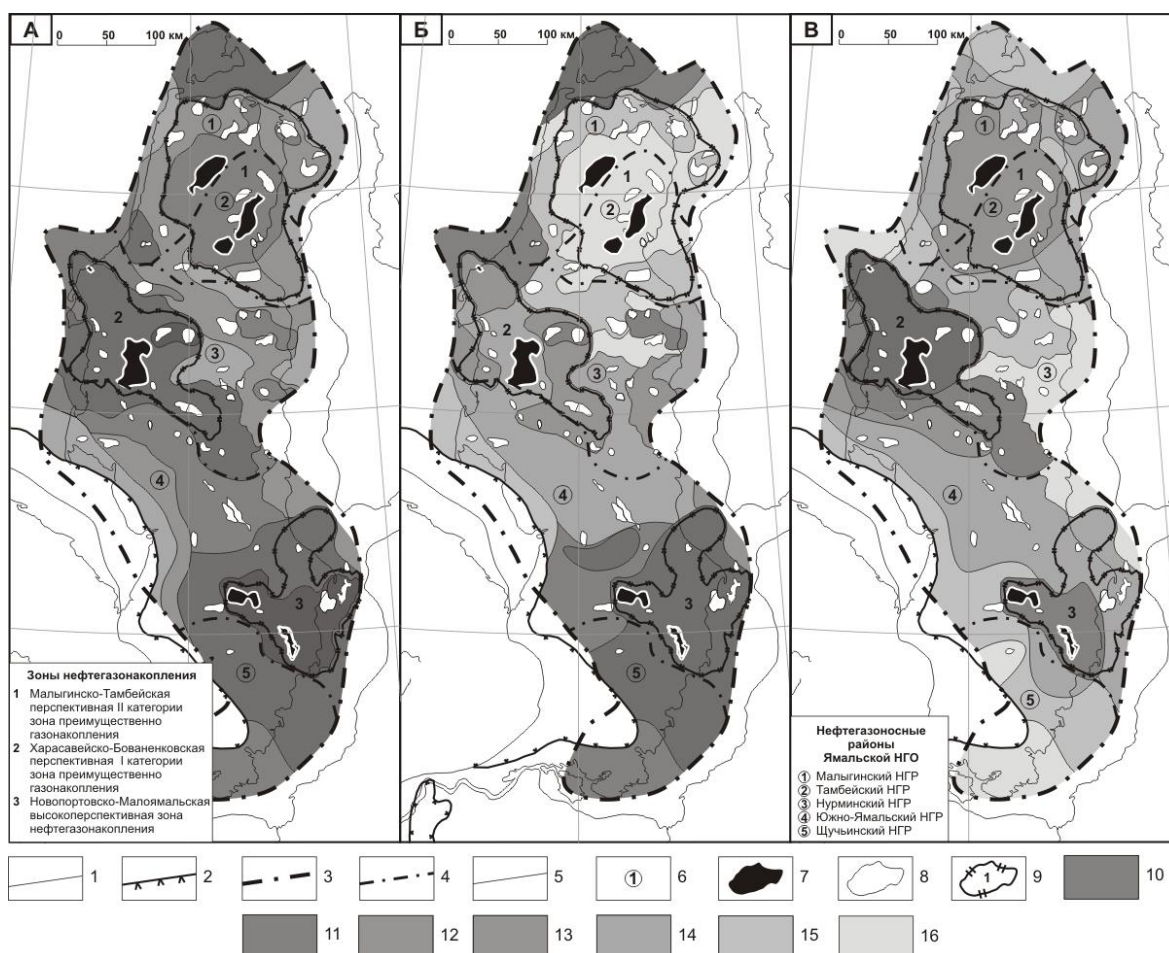


Рис. Карты перспектив нефтегазонаосности (А), нефтеносности (Б) и газоносности (В) батского регионального резервуара Ямальской НГО

1–5 – границы распространения: 1 – юрского мегакомплекса, 2 – батского регионального резервуара, 3 – Ямальской НГО, 4 – нефтегазоносных районов, 5 – земель различных перспектив; 6 – номера нефтегазоносных районов Ямальской НГО; 7 – месторождения; 8 – подготовленные объекты; 9 – зоны нефтегазонакопления; 10–16 – категории перспективных земель: 10 – высокоперспективные земли (уд. пл. 100–150 тыс. т УУВ/км²), 11 – перспективные земли I категории (уд. пл. 50–100 тыс. т УУВ/км²), 12 – перспективные земли II категории (уд. пл. 30–50 тыс. т УУВ/км²), 13 – среднеперспективные земли I категории (уд. пл. 20–30 тыс. т УУВ/км²), 14 – среднеперспективные земли II категории (уд. пл. 10–20 тыс. т УУВ/км²), 15 – земли пониженных перспектив (уд. пл. 5–10 тыс. т УУВ/км²), 16 – низкоперспективные земли (уд. пл. 0–5 тыс. т УУВ/км²)

В батском региональном резервуаре Ямальской НГО автором выделено три зоны нефтегазонакопления: Новопортовско-Малоямальская, Харасавейско-Бованенковская и Малыгинско-Тамбейская. В этих зонах прогнозируется около 2,58 млрд. т УУВ, что составляет 35 % от всех начальных суммарных ресурсов углеводородов резервуара. Средняя удельная плотность начальных суммарных ресурсов углеводородов в пределах выделенных зон равна 62,98 тыс. т/км², в то время как на остальной части Ямальской НГО она составляет 44,58 тыс. т/км².

Новопортовско-Малоямальская высокоперспективная зона нефтегазонакопления расположена в южной части Южно-Ямальского НГР. В ее пределах открыты Новопортовское и Малоямальское месторождения

и подготовлены к бурению четыре объекта. Начальные суммарные ресурсы углеводородов батского резервуара зоны оцениваются в 1,10 млрд. т УУВ. Ресурсы нефти составляют 0,74 млн. т (67 %), газа – 0,32 млрд. м³ (29 %), конденсата – 0,04 млн. т (4 %). Промышленные запасы по категориям С₁ и С₂ оценены соответственно в 0,36 и 0,20 млрд. т УУВ (32 и 18 %), перспективные ресурсы категории С₃ – в 0,10 млрд. т УУВ (9 %), прогнозные ресурсы категории Д₁ – в 0,45 млрд. т УУВ (41 %).

Харасавейско-Бованенковская перспективная I категории зона преимущественно газонакопления выделена в центральной части Ямальской НГО в Нурминском НГР. В ее пределах расположены Бованенковское и Харасавейское месторождения, подготовлены для глубокого бурения девять объектов. Начальные суммарные ресурсы углеводородов батского резервуара зоны оцениваются в 1,10 млрд. т УУВ. Нефти, газа и конденсата прогнозируется соответственно 0,12 млн. т (11 %), 0,85 млрд. м³ (77 %) и 0,13 млн. т (12 %).

Промышленные запасы по категориям С₁ и С₂ составляют соответственно 0,12 и 0,30 млрд. т УУВ (11 и 27 %), перспективные ресурсы категории С₃ – 0,09 млрд. т УУВ (8 %), прогнозные ресурсы категории Д₁ – 0,59 млрд. т УУВ (54 %).

Мальгинско-Тамбейская перспективная II категории зона преимущественно газонакопления выделена в северной части Ямальской НГО. В ней открыты Мальгинское, Северо-Тамбейское и Западно-Тамбейское месторождения и подготовлены к бурению тринадцать перспективных объектов. Начальные суммарные ресурсы углеводородов батского резервуара зоны оцениваются в 0,38 млрд. т УУВ. Нефти, газа и конденсата прогнозируется соответственно 0,03 млн. т (8 %), 0,29 млрд. м³ (76 %) и 0,06 млн. т (16 %). Промышленные запасы по категориям С₁ и С₂ составляют соответственно 0,05 и 0,20 млрд. т УУВ (13 и 53 %), перспективные ресурсы категории С₃ – 0,10 млрд. т УУВ (26 %), прогнозные ресурсы категории Д₁ – 0,03 млрд. т УУВ (8 %).

Литература

1. Методическое руководство по количественной и экономической оценке ресурсов нефти, газа и конденсата России. – М.: ВНИГНИ, 2000. – 189 с.
2. Скоробогатов В.А., Строганов Л.В., Копеев В.Д. Геологическое строение и газонефтеносность Ямала – М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2003. – 352 с.
3. Шемин Г.Г. Строение и количественная оценка перспектив нефтегазоносности среднеюрских отложений севера Западно-Сибирской НГП // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири, 2010. – №3. – С. 3 – 19.
4. А.М., Kontorovich A.E., Burshtein L.M., Shemin G.G., Vochkarev V.S., Dershchenya N.P., Ermilov O.M., Ershov S.V. Geology and hydrocarbon potential of the Arctic region of West Siberia // AAPG European Region Conference with GSA, Prague, October 10–13, 2004. Abstract Book. – Prague, 2004. – P. 63.

ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ ЗЫРЯНСКОГО РИФА В СВЯЗИ С НЕФТЕГАЗОНОСНОСТЬЮ

А.В. Плюснин

Научный руководитель профессор Т.В. Карасева

*Пермский государственный национальный исследовательский университет,
г. Пермь, Россия*

По мере истощения запасов УВ в терригенных нефтегазоносных комплексах все больше возрастает интерес к карбонатным коллекторам. В Пермском крае карбонатные рифогенные массивы верхнего девона являются одними из самых перспективных объектов на поиски нефти и газа.

В административном отношении Зырянская структура (ныне – месторождение имени В. Сухарева) находится в северной части Пермского края в Усольском районе вблизи г. Березники. В тектоническом отношении структура приурочена к крупному куполовидному поднятию, расположенному на юго-западе Березниковского палеовыступа центральной части Соликамской впадины, во внутренней бортовой зоне Камско-Кинельской системы палеопрогибов (ККСП). Зырянское поднятие относится к структурам тектоно-седиментационного генетического типа. Основанием структуры является крупный органогенный позднедевонский массив размером 6,8 x 6,1 км и амплитудой 122 м, который, наряду с Шершневым, Юрчукским, им. Архангельского, Уньвинским и др. осложняет южную и юго-западную часть Березниковского позднедевонского палеоплато [1]. По вышележащим каменноугольным отложениям сформировалась структура облекания массива.

Наиболее детальная характеристика продуктивной части разреза получена при изучении керна скв. 1-Кондасской, пробуренной до коренной части органогенной постройки. Фаменские продуктивные карбонатные образования пройдены практически со сплошным отбором керна (при выносе, близком к 100 %), что позволило получить идеальный материал для изучения литологии карбонатной толщи.

В результате детального исследования литологических особенностей продуктивной части турнейских и фаменских рифогенных известняков были выделены структурные типы, которые сгруппированы по 5 основным литотипам. Ниже дана краткая характеристика этих литотипов.

1. Известняки биогермные сферово-водорослевые (интервал 2182,9–2188 м). Порода на 80–95 % образована продуктами жизнедеятельности багряных и сине-зеленых водорослей с множеством известковых построек, образованных их колониями. Органический детрит представлен многочисленными (до 10 %) кальцитовыми сферами, раковинами остракод, гастропод, брахиопод и остатками трубчатых водорослей. Характерны многочисленные остатки раковин, инкрустированные и выполненные вторичным кальцитом. Присутствует вторичная кальцитизация по водорослевым постройкам. Пространство между форменными

элементами заполнено яснокристаллическим кальцитом мелкой и средней размерности (5–10 %). Для пород данного литотипа характерна узорчатая текстура. Каверны многочисленные, округлой и неправильной формы, размером 2–7 мм, редкие до 20 мм. Трещины многочисленные, прослоями в виде сетки разноориентированных трещин, заполненных нефтью. Многочисленные тонкие, мелкозубчатые стилолиты, пересекающие трещины, выполнены глинисто-битуминозным веществом.

2. Известняки сгустковые (интервалы 2175,9–2178,6; 2271,3–2272,25 м). Форменные элементы в породе – сферы и сгустки водорослевого происхождения. Среди компонентов породы присутствуют разнообразные по форме и размеру комочки плотного пелитоморфного кальцита. Органические остатки: в подчинённом количестве рассеяны обломки иглокожих, раковинный материал, обломки колоний багряных водорослей и сферы. Единичные остатки раковинного детрита, головоногих и брюхоногих моллюсков. Межкомпонентное пространство представлено угловатыми неправильными зёрнами кальцита тонко-мелкозернистой размерности и мозаичных зёрен кальцита размерностью от тонко- до крупнозернистой. Каверны от 2–5 мм, единичные до 15 мм. Породы в разной степени трещиноватые. Трещины разноориентированные, с преобладанием субгоризонтальных со слабыми признаками нефтенасыщения и редкие, плотно сомкнутые субвертикальные и субгоризонтальные. Стилолитовые швы зубчато-столбчатые, мелкие, развиты по трещинам, выполнены глинисто-битуминозным веществом. Из вторичных процессов отмечается сульфатизация. В зависимости от процентного содержания форменных элементов приемлем промежуточный вариант литотипа: сгустково-сферовый.

3. Известняки комковатые (интервалы 2178,6–2182,9; 2215,5–2218,5; 2226,5–2227,9; 2236–2237; 2261–2271,3 м). Основными форменными компонентами (на 50–60 %) являются остатки водорослевого происхождения (сферы, сгустки, комочки, трубочки, водоросли), редкие прослои онколитов. Прослоями фрагменты водорослевых построек занимают до 40–50 % породы и имеют удлинённую форму. В меньшей степени встречается скудный раковинный детрит и сферы (до 10–20 %). Органические остатки: единичные головоногие моллюски, остатки криноидей и брюхоногих моллюсков. Форменные элементы сцементированы яснокристаллическим мелко-среднезернистым кальцитом. В породе рассеяны остатки зелёных водорослей и редкий раковинный детрит. Текстура пород неоднородная: пятнистая, тонкослоистая и узорчатая, со строматолитоподобной формой построек. Каверны от редких до многочисленных, размером от 2–5 до 25–40 мм. Трещины разноориентированные сомкнутые (сетка трещин); открытые – заполнены нефтяным веществом; многочисленные субвертикальные длинные шириной до 3 мм выполнены кальцитом. Стилолитовые швы зубчатые микростилолитовые, пересекают трещины, выполнены глинисто-битуминозным веществом. В зависимости от процентного содержания форменных элементов приемлемы промежуточные варианты литотипов: сгустково-комковатые; сгустковые мелкокомковатые; сгустково-мелкокомковатые с прослоями онколитов.

4. Известняки водорослевые (интервалы 2188–2215,5; 2218,5–2223,6; 2224,6–2226,5; 2227,9–2236; 2237–2260,5; 2272,25–2278,36; 2336,44–2340,94 м). Порода состоит из сфер, трубочек, сгустков, комочков микрозернистого кальцита водорослевого происхождения, а также протяжённых вертикально ориентированных водорослевых построек, окруженных сферами, сегментными трубочками и сгустками. Основными порообразующими организмами являются колонии сине-зелёных и багряных водорослей, образующих в породе каркасные постройки. Присутствуют единичные раковины остракод, брюхоногих и головоногих моллюсков, иглокожие и криноидеи. Форменные компоненты составляют 50–70 % объёма породы. Вмещающая форменные элементы масса первично скрытокристаллическая, неравномерно перекристаллизована с угловатыми неправильными зёрнами кальцита тонкой, мелкой и средней размерности. Текстура узорчатая и пятнистая, обусловлена присутствием водорослевых построек неправильной формы, сложенных колониями синезелёных водорослей со сгустковой микроструктурой, а так же характерна параллельнослоистая, массивная текстура, неравномерно узорчатая, беспорядочная с элементами узорчатости. Каверны размером от 2–5 мм до 60 мм, округлой и разнообразной неправильной формы, инкрустированные кристаллическим кальцитом, редко сульфатами (гипс). Иногда каверны переходят в полости, превышающие диаметр зерна. Трещины разноориентированные, сомкнутые, часто слабо нефтенасыщенные, (раскрытие до 0,35 мм). Короткие субвертикальные и субгоризонтальные трещинки заполнены нефтяным веществом, единичные длинные, вертикальные, выполнены кальцитом. Стилолиты мелкозубчатые, выполнены глинисто-битуминозным веществом, преобладают субвертикальные зубчато-столбчатые стилолиты, амплитудой до 2 см. В зависимости от процентного содержания форменных элементов приемлемы промежуточные варианты литотипов: комковато-водорослевые; микросгустково-водорослевые; комковато-водорослевые с прослоями строматолитов; водорослевые, прослоями комковато-водорослевых; водорослевые со сферами.

5. Известняки органогенно-обломочные (интервал 2224,4–2224,6 м). Порода образована сгустками, кальцитовыми сферами и комочками водорослевого происхождения, с остатками водорослей, криноидей и раковинным детритом. Текстура пятнистая с тонкими стилолитовыми швами с темно-серым органическим веществом, с кавернами выщелачивания, инкрустированными разнокристаллическим кальцитом. В результате анализа фильтрационно-емкостных свойств и распределения основных продуктивных интервалов по разрезу скважины было установлено, что наиболее продуктивными на нефть являются известняки комковато-водорослевые и биогермно-сферово-водорослевые. Комковато-водорослевые (рис. 1, I) известняки имеют классы пород-коллекторов с пористостью (Кп), равной 1–2 %, 3–4 % и 5–6 % (встречаемость 15 %, 15 % и 20 % соответственно).

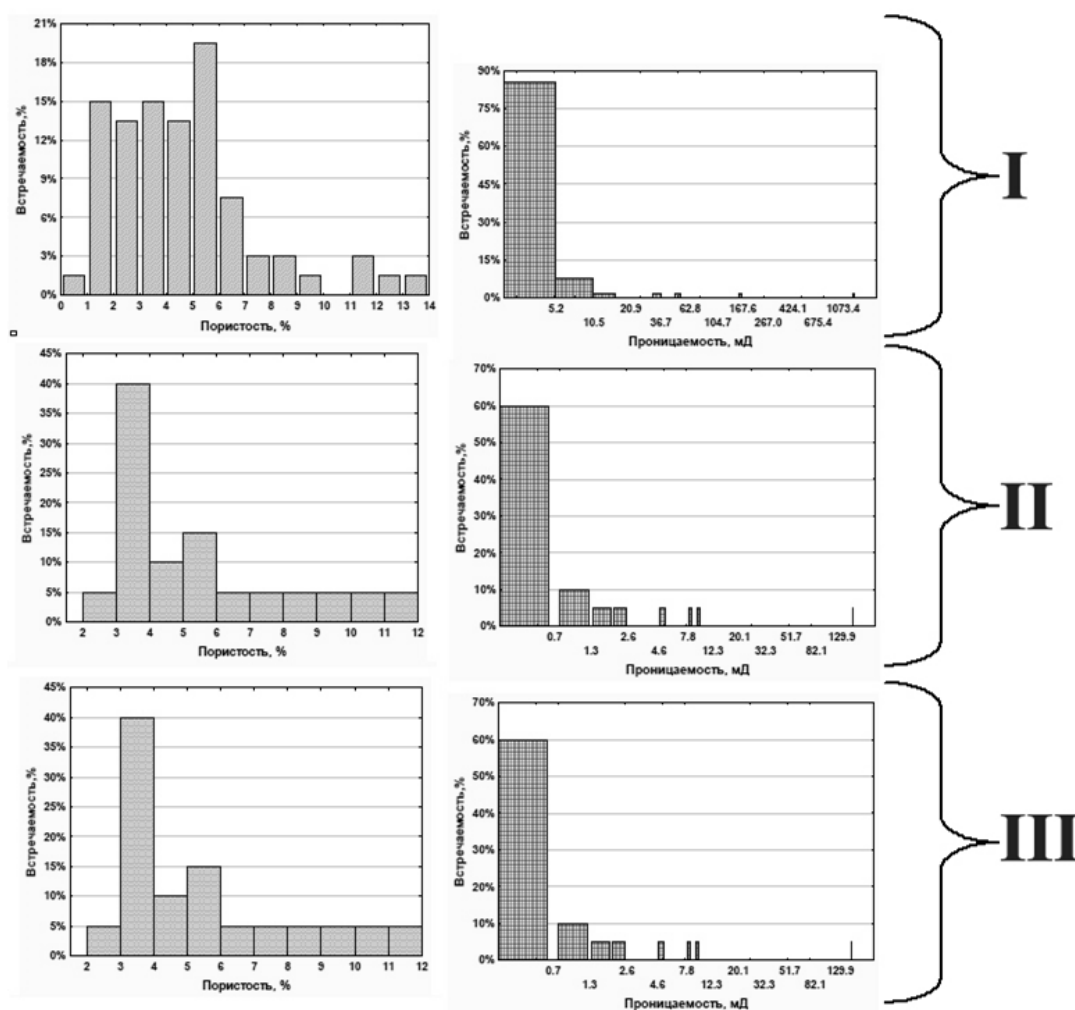


Рис. 1. Распределение пористости и проницаемости (параллельно напластованию): I – водорослевой (комковато-водорослевой) тип коллектора; II – биогермно сферово-водорослевой тип коллектора; III – водорослевой со сферами тип коллектора; нефте- и водонасыщенной части пласта Т-Фм скв. 1 Кондасская

Преобладающая проницаемость ($K_{пр}$) 0,001–5,2 и 5,2–10,5 мД (встречаемость 85 % и 10 % соответственно). Биогермно-сферово-водорослевые известняки (рис. 1, II) – коллекторы с пористостью 3–4 % и 5–6 % (встречаемость 40 % и 15 %) и проницаемостью 0,001–0,7 и 0,7–1,3 мД (встречаемость 60 % и 10 % соответственно). При этом более 20 % образцов характеризуются пористостью более 6 %. Эффективная нефтенасыщенная толщина изученного разреза составила 23,7 м, среднее значение $K_{п}$ равно 6%. По высокой нефтенасыщенности выделяются комковато-водорослевые известняки.

Для водонасыщенной части (рис. 1, III) характерен водорослевый со сферами тип коллектора с преобладающим $K_{п}$, равным 3,5–4 и 6–6,5 % (встречаемость 33 % и 17 % соответственно), $K_{пр}$ – от 0,001–2 мД (встречаемость 86 %). Этот тип коллектора отличается более узким диапазоном изменения пористости ($K_{п}$ до 6,5 %) и проницаемости ($K_{пр}$ до 22 мД).

Таким образом, выделенные литотипы для нефтенасыщенных интервалов существенно не различаются по коллекторским свойствам. В водонасыщенной части разреза, представленной водорослевым со сферами литотипом в целом коллекторские свойства ниже, чем в нефтенасыщенной.

Литература

1. Рошмаков Ю.В., Неганов В.М. и др. Технологии сейсморазведки при подготовке объектов в транзитных зонах // Технологии сейсморазведки. – М.: Изд-во ГЕРС, 2010. – № 2. – С. 85 – 89.

**УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ И ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПОРОД-
КОЛЛЕКТОРОВ ПЛАСТА БС₁₀¹ ЗАПАДНО-УСТЬ-БАЛЫКСКОГО НЕФТЯНОГО
МЕСТОРОЖДЕНИЯ (ХМАО)**

О.Н. Присяжнюк

Научный руководитель доцент Т.Г. Перевертайло

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г.Томск, Россия

Объектом исследования являются нижнемеловые отложения сортымской свиты, изученные на примере Западно-Усть-Балыкского нефтяного месторождения (Сургутского и Нефтеюганского районов Ханты-Мансийского автономного округа Тюменской области). Согласно тектонической карте (гл. редактор Шпильман В.И., 2000 г.) Западно-Усть-Балыкское месторождение разделено на две части: восточная часть участка входит в состав Сургутского свода, являющегося структурой I порядка, в пределах Усть-Балык-Мамонтовского вала, а западная часть попадает в Тундринскую котловину, которая раскрывается в северном направлении. С южной части на границе участка располагается Малобалыкская мегаседловина, с западной ее стороны находится Сальмский мегавал.

Основным продуктивным объектом является пласт БС₁₀¹, выделяемый в составе горизонта БС₁₀. Особенностью строения группы пластов БС₁₀ является клиноформный характер развития отложений, которые представляют собой изохронно не связанную систему песчаных тел, с различной степенью глинизации, позиционно, «внахлест» продолжающих друг друга в сторону отступающего моря, образуя, таким образом, регрессивный песчаный покров [2, 4]. По результатам ранее выполненных сейсморазведочных работ установлено, что клиноформы на месторождении имеют субмеридиональную направленность, то есть при корреляции их можно проследить только по разрезам, построенным с юго-востока на северо-запад. Пласт БС₁₀¹ относится к Покачевской клиноформе сортымской свиты раннемелового возраста.

С целью выявления особенностей геологического строения и закономерностей распространения коллекторов проведена корреляция продуктивного пласта БС₁₀¹, построены карты эффективных и эффективных нефтенасыщенных толщин, распределения средних значений пористости. Все исследования проведены с использованием программного обеспечения (ПО) Prime и Petrel. ПО Prime – это интегрированная система, позволяющая собирать, обрабатывать и хранить геолого-геофизические данные для нефтегазовой отрасли. В ПО Petrel осуществляется построение геологических моделей, создание схем корреляции, различных геологических карт.

Первым этапом исследований являлось проведение корреляции разрезов скважин (рис. 1). За репер была принята подошва чеускинской глинистой пачки, которая хорошо выдержана по мощности (30–45 м) и обладает индивидуальной геофизической характеристикой, т.е. хорошо выделяется по ГИС по высоким значениям ГК и низким значениям НГТ [3]. Мощность пласта меняется от 14 м скважине 134 до 61 м в скважине 24 и закономерно увеличивается по направлению с СЗ на ЮВ. По литологическому составу пласт БС₁₀¹ неоднороден и представлен переслаиванием песчаников от мелко- до крупнозернистых с глинистыми и алеврито-глинистыми прослоями.

К подошве чеускинских глин приурочен отражающий сейсмический горизонт НБС₁₀, совпадающий с поверхностью кровли пласта БС₁₀¹. Для построения структурной карты по кровле пласта БС₁₀¹ в ПО Petrel [5] использовался сейсмический GRID по горизонту НБС₁₀. Далее эта поверхность была увязана с данными по скважинам, полученными в ходе корреляции. Согласно полученной структурной карте по кровле БС₁₀¹ Западно-Усть-Балыкское поднятие представляет собой структуру изометричной формы, выделяющуюся на пологом, террасовидном склоне, который погружается с северо-востока на юго-запад.

В результате проведенных геолого-геофизических работ на изучаемой площади установлены границы литологического выклинивания коллекторов, поэтому на месторождении выделяются три залежи пласта БС₁₀¹.

Для выделения и характеристики коллекторов проведена интерпретация ГИС в ПО Prime. Коэффициент пористости рассчитывался по кривой ГК, т.к. в ряде скважин кривая ПС отсутствует, либо бурение проводилось на соленом (полимерном) растворе.

Интерпретация осуществлялась по двойному разностному параметру [1], который равен отношению разности между текущим и минимальным значением ГК и разности между максимальным и минимальным значениями ГК:

$$\Delta J_{\gamma} = \frac{J - J_{\min}}{J_{\max} - J_{\min}},$$

где ΔJ_{γ} – двойной разностный параметр;

J – текущее значение ГК, гамма;

J_{\min} – минимальное значение ГК, гамма;

J_{\max} – максимальное значение ГК, гамма.

За предел коллектора принято значение пористости 15,8 %. По граничным значениям выделялись коллекторы и непроницаемые пропластки.

Для отложений пласта БС₁₀¹ была построена карта эффективных толщин (рис. 2) с учетом линий выклинивания коллектора, за пределами которой эффективная толщина равна нулю. Согласно проведенным построениям эффективная мощность пласта меняется от 0 м до 56,5 м, достигая своих максимальных значений в

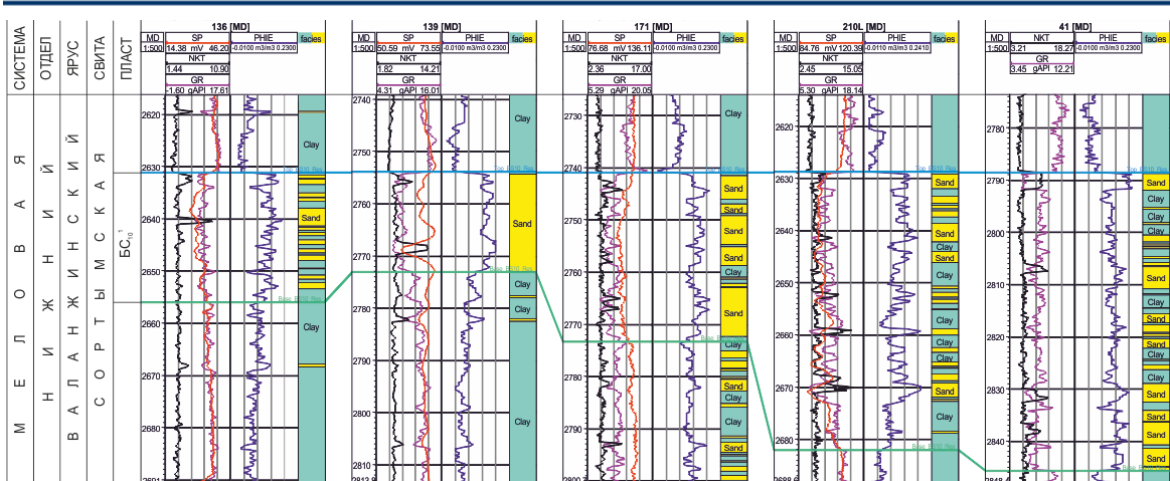


Рис. 1. Схема корреляции по направлению с СЗ на ЮВ по линии скважин 136 – 139 – 171 – 210L – 41

центре каждой залежи. Для южной залежи эти значения равны 56,5 м, для средней – 37,38 м, для северной – 50,34 м. Однако для достоверной оценки мощностей средней залежи необходимо иметь больше фактических данных по площади, в т.ч. бурение дополнительных скважин.

На основе полученной карты эффективных толщин, построена карта нефтенасыщенных толщин (рис. 3).

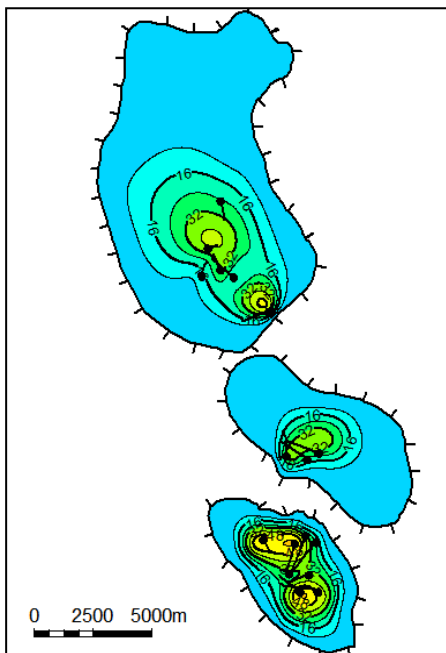


Рис.2 Карта эффективных толщин

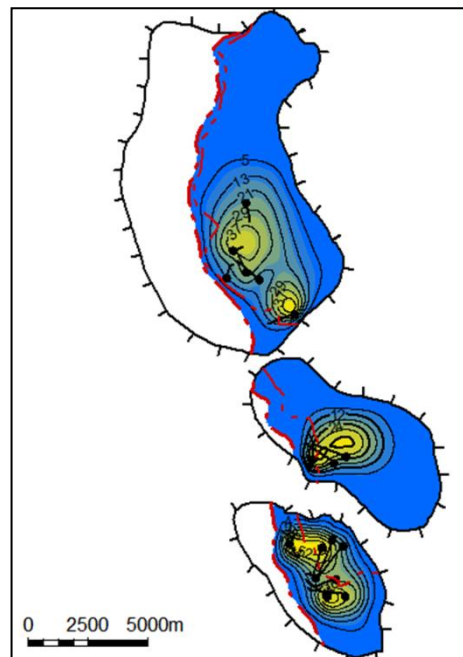


Рис. 3 Карта эффективных нефтенасыщенных толщин

Абсолютная отметка ВНК принята на уровне -2471 м на основе данных ГИС, данных опробования, перфорации и разработки пласта в первые месяцы работы. Нефтенасыщенная мощность пласта BC_{10}^1 меняется от 0 до 56,5 м. В южной залежи эффективная нефтенасыщенная мощность совпадает с эффективной, а в северной и средней залежи составляет 50,26 м и 37,48 м соответственно. Залежи по типу литологически экранированные [4]. Северная залежь имеет площадь 54,0, км², средняя и южная – 30,7 и 19,4 км² соответственно. Максимальная высота залежи достигает 61 м.

Для характеристики емкостных свойств (ЕС) коллекторов была построена карта распределения средних значений пористости (рис. 4). Максимальные значения отмечаются в купольной части залежей, где достигают 18,6 % и уменьшаются к линиям выклинивания до 15,8 %. В целом по всем трем залежам значения пористости распределены равномерно и характеризуются высокими ЕС.

Выводы:

Формирование отложений связано с обстановками мелководного шельфа, в которых формируются линзообразно-выпуклые ассиметричные тела, для которых характерно переслаивание песчаных и непроницаемых

глинистых и глинисто-алевритовых пород.

Увеличение общих толщин происходит в направлении с севера-запада на юго-восток.

Эффективная мощность пласта меняется от 0 м до 56,5 м.

Уровень ВНК принят на отметке -2471 м.

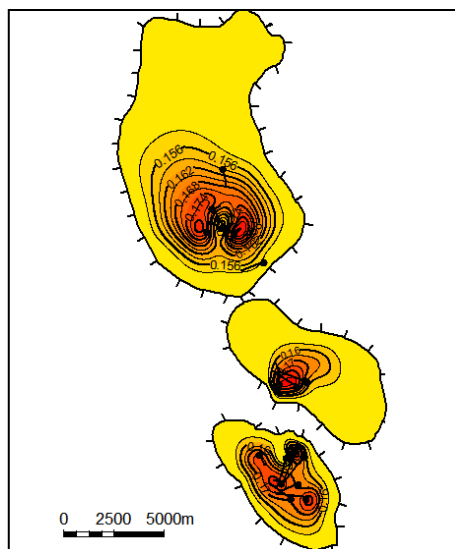


Рис. 4 Карта средних значений пористости

В пределах месторождения выделены 3 литологически экранированные залежи.

Все залежи характеризуются высокими значениями пористости, что по классификации А.А. Ханина позволяет их отнести к III классу коллектора.

Литература

1. Добрынин В.М., Вендельштейн Б.Ю., Кожевников Д.А. Петрофизика. – М.: Недра, 1991. – 368 с.
2. Гурари Ф.Г. Строение и условия образования клиноформ Западно-Сибирской плиты (история становления представлений). – Новосибирск: СНИИГГиМС, 2003. – 141 с.
3. Ежова А. В. Геологическая интерпретация геофизических данных. Учебное пособие. – Томск, Изд-во Томского политехнического университета, 2012. – 116 с.
4. Жарков А.М. Неантиклинальные ловушки углеводородов в нижнемеловой клиноформной толще Западной Сибири // Геология нефти и газа, 2001. – № 1. – С. 18 – 23.
5. Перевертайло Т.Г., Захарова А.А. Формирование 3D-геологических моделей месторождений нефти и газа в срезе программного комплекса Petrel («Shlumberger»). Практикум. – Томск, Изд-во ТПУ, 2010. – 93 с.

ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ РОЛЬ ВОДОРАСТВОРЕННЫХ ГАЗОВ В ФОРМИРОВАНИИ ГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ СЕВЕРА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ (НА ПРИМЕРЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ МЕДВЕЖЬЕ)

Н.Ю. Рахбари

Научный руководитель профессор Л.А. Абукова
Институт проблем нефти и газа, г. Москва, Россия

Месторождение Медвежье – гигантское месторождение газа на севере Западной Сибири - открыто в 1966 г. в Надым-Пурской нефтегазоносной области. Промышленная газоносность месторождения связана с отложениями сеноманского и валанжинского возрастов (покурская и мегнионская свиты).

Вопрос о механизмах и особенностях образования сеноманской газовой залежи не раз обсуждался в научной литературе, однако, некоторые особенности формирования газовой залежи месторождения Медвежье изучены в недостаточной степени. В частности, мало учитываются возможности выделения водорастворенных газов в свободное состояние на геологических этапах развития бассейна. Этому вопросу посвящена настоящая работа.

Ранее проведенный анализ гидродинамических условий нефтегазонакопления в пределах Западно-Сибирской водонапорной системы показал, что региональный поток подземных вод направлен с юга на север [3, 6]. Эта особенность может рассматриваться как один из факторов широкомасштабной латеральной миграции органических веществ и фазообособленных углеводородов из южных и центральных областей к Западно-Сибирского бассейна к северу, при этом подземные воды имели возможность на протяжении всей геологической истории насыщаться углеводородными газами. В.М. Александровым на примере Уренгойского и Тазовского нефтегазоносных районов показана прямая связь между объемом растворенного в пластовых водах газа и общим

объемом генерированных в системе углеводородов, из которых примерно десятая часть растворяется в подземных водах [1], чем и объясняются колоссальные ресурсы водорастворенных газов в этих нефтегазоносных районах.

Непосредственно на Медвежьем валу гидродинамическая ситуация обуславливается как латеральной, так и вертикальной составляющей потока подземных вод. Вертикальная геомиграция вызвана разницей гидродинамических потенциалов верхнемеловых отложений (характеризующихся нормальными пластовыми давлениями) и нижележащих частей осадочного чехла (где преобладают сверхгидростатические пластовые давления). Доказано, что сеноманский газ имеет два генетических источника: один приурочен к нижнемеловым породам, другой – к триасово-юрским [5]. Смешение газов этих двух генераций отмечено не только для Медвежьего, но также для Уренгойского и других месторождений Надым-Пур-Тазовского района. Данный факт фиксируется изотопными методами и проявляется в закономерной изотопной гетерогенности залежей, указывая на их современное формирование и, возможно, на относительную молодость процессов образования углеводородных газов [5]. Нижнеюрский и среднеюрский нефтегазоносные комплексы признаются ведущими толщами по масштабам и интенсивности процессов газообразования в недрах Уренгойского и Тазовского нефтегазоносных районов. Газогенерационный потенциал этих толщ увеличивается по направлению к северной части территории исследований в соответствии с нарастанием общей массы органического вещества и степенью его катагенетического преобразования [1].

Таким образом, в течение геологической истории существовали достаточно благоприятные условия для газонасыщения вод сеноманского возраста Западной Сибири, как следствие, зона депрессии Вуктыльского месторождения содержит упругие запасы воды в объеме порядка 450 млн. м³; в них сконцентрировано до 15 млн. м³ водорастворенных газов (Г.П. Лысенин, 1991). На Губкинском месторождении при снижении давления на 2,1-3,2 МПа метан способен выделиться из подземных вод в объеме 150–200 млрд. м³ (Н.М. Кругликов, 1985). На Медвежьем валу воды предельно насыщены углеводородными газами (либо близки к этому состоянию).

Так, газонасыщенность подземных вод сеноманского горизонта в приконтактной зоне с залежью составила порядка 2,0 дм³/дм³ на Ныдинской площади, в центральных и южных районах Медвежьего несколько ниже – 1,97 дм³/дм³ (А.Н. Лапердин, 2005 и др.).

Дать точную количественную оценку масштабам дегазации подземных вод проблематично. Однако, если принять модель преимущественно вертикальной миграции углеводородов, то зона разгазирования может быть сопоставлена с площадью Медвежьего мегавала (примерно 2000 км²), а глубина зоны ограничена положением юрской части разреза, т.е. глубинами порядка 2500–3000 м [4, 6].

Из данных по геологической истории региона известно, что формирование месторождения Медвежьего произошло в плиоцен-четвертичное время. В этот период в северных районах Западной Сибири два глобальных процесса привели к уменьшению пластового давления в мезозойской водонапорной системе. Один из них – снижение уровня моря (об этом свидетельствуют переуглубленные речные долины), которое достигло 200 м [3]; второй – общее тектоническое воздымание территории, особенно в районах развития валлообразных структур. По данным тектонических построений (Н.Г. Чочиа, 1993) амплитуда таких движений составляла 400–600 м. После ямальской трансгрессии уровень моря снизился до современного. Можно считать, что при снижении температуры вод на 10–14°C и давления на 6–8 МПа восходящее движение региона в послеолигоценное время способствовало высвобождению в свободную фазу огромного количества газа, преимущественно метанового состава.

Выполненные нами расчеты показали, что объемы газа, выделившегося из водорастворенного состояния, намного превышают геологические запасы газа месторождения Медвежье и в сумме составляют около 8 трлн. м³. Однако, несмотря на внушительность этих оценок, практически весь выделившийся газ оказался неподвижным, распределенным в слоистой литологической среде бортовых частей Медвежьего вала. Это значит, что главная роль водорастворенных газов в данном случае состоит не столько в пополнении ресурсного потенциала, сколько в создании дополнительных условий для изоляции месторождения от влияния одной из наиболее крупной водонапорной системы. Полученные результаты нашли подтверждение в работах Л.Н. Капченко, который произвел подобные расчеты для Губкинского месторождения и пришел к аналогичному выводу [2].

Разгазирование подземной гидросферы обеспечивает повышение газонасыщенности пласта в условиях тонкой литологической слоистости разреза и «высвечивает» весьма важную функцию этого процесса. Речь идет о снижении фазовой проницаемости на бортах Медвежьего вала, проявлении (наряду с литологическим) дополнительного *газогидродинамического* фактора, способствующего изоляции зоны нефтегазонакопления (какой является центральная часть вала) от активного воздействия краевых и подошвенных вод. Уникальные запасы рассматриваемого месторождения сохранились в геологическом времени по той причине, что Медвежий вал был отсечен от общего гидродинамического потока, направленного с юга на север (и сместившего к северу зону застойного водообмена бассейна).

В деталях механизм формирования *газогидродинамической* покрывки реализуется по следующей схеме: выделение газа из подошвенных и краевых вод при снижении давления ниже давления насыщения; выделение газовых и минеральных компонентов из поровых вод глинистых отложений ⇒ рассеивание микропузырьков газа по поровому пространству в межглинистых песчано-алевролитовых пропластках ⇒ замещение воды газом в крупных порах с отеснением воды в более мелкие поры ⇒ слияние отдельных газовых пузырьков под глинистыми пропластками ⇒ их медленное продвижение по направлению восстания глинистых (микро)слоев ⇒ разгрузка газовых струек по ближайшему литологическому окну ⇒ последующее повторение этого процесса.

Благодаря такому механизму усиливаются изоляционные свойства глинистых отложений, поскольку они дополняются водно-газовой смесью, забивающей разноразмерные пустоты в основании глинистого пропластка. Естественно, что газы в этом пространстве занимают верхнюю (глинистую) часть, воды – нижнюю, песчанистую, снижая при этом фазовую проницаемость последней.

На основании выполненных исследований можно утверждать, что вклад дегазации подземных вод в формирование и сохранение в геологическом времени месторождения Медвежье заключается в следующем:

а) в доолигоценый период геологические запасы месторождения формировались как за счет собственного газопroduцирующего потенциала, так и за счет привноса углеводородов транзитным латеральным потоком, направленным с юга Западно-Сибирского бассейна к северу; подземные воды постепенно насыщались углеводородными газами;

б) в олигоценное время, когда не только газонасыщенность вод была максимальной, но и часть газа перешла из водорастворенного состояния в свободное, активность поровых вод глинистых отложений приводила к формированию минеральных корок на заглинизированных бортовых участках месторождения, латеральный поток был отрезан; что и обеспечило сохранность от вымывания сформированных к этому времени запасов;

в) в постолигоценное время главную роль в формировании ресурсного потенциала приобрел вертикальный поток свободного газа из нижележащих отложений;

Таким образом, формирование ресурсного потенциала месторождения Медвежье обеспечено разновозрастным проявлением латеральной и вертикальной миграции, а также «запорными» функциями выделившегося из подземных вод газа в течение геологической истории.

Литература

1. Александров В.М. Оценка масштабов генерации углеводородных газов в связи с формированием залежей в Уренгойском и Тазовском нефтегазоносных районах: Автореферат дис. канд. геол.-минер. наук. – Тюмень, 1996. – 23 с.
2. Капченко Л.Н. Гидрогеологические основы теории нефтегазонакопления. – Л.: Недра, 1983. – 263 с.
3. Кругликов Н.М., Нелюбин В.В., Яковлев О.Н. Гидрогеология Западно-Сибирского нефтегазоносного мегабассейна и особенности формирования залежей углеводородов. – Л.: Недра, 1985. – 279 с.
4. Немченко Н.Н., Нестеров И.И., Потеряев А.Г., Рыльков А.В. Особенности палеогеотермического режима мезокайнозойских отложений севера Западной Сибири // Проблемы нефти и газа Тюмени. – Тюмень, 1973. – С. 3 – 7.
5. Прасолов Э.М. Изотопная геохимия и происхождение природных газов. – М.: Недра, 1990. – 283 с.
6. Рахбари Н.Ю. Роль водорастворенных газов в формировании и процессах разработки газовых месторождений со слоистыми коллекторами (на примере месторождения Медвежье): Автореферат дис. канд. геол.-минер. наук. – М., 2012. – 23 с.

ЗНАЧЕНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ СТРОЕНИЯ НЕФТЕНОСНОЙ ТОЛЩИ ПРИ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ГОРИЗОНТАЛЬНЫМИ СКВАЖИНАМИ

А.В. Рева¹, А.В. Мустафина¹

Научный руководитель профессор М.М. Немирович-Данченко²

¹*Томский научно-исследовательский проектный институт нефти и газа, г. Томск, Россия*

²*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

На сегодняшний день бурение горизонтальных скважин стало обычным делом на месторождениях Томской области. В силу того, что траектория таких скважин закладывается вдоль напластования, для обеспечения высокой эффективности бурения необходимо иметь четкое представление о вертикальной и латеральной изменчивости разреза вдоль горизонтального участка.

Небольшие месторождения, такие как Карасевское и Северо-Карасевское, разрабатываются сеткой горизонтальных скважин. Экономической особенностью таких проектов является тот факт, что эффективность бурения каждой отдельной скважины существенно влияет на экономику всего проекта в целом. А результат запуска каждой скважины зависит от особенностей внутреннего строения нефтеносной толщи.

Верхнеюрский комплекс, к которому приурочены залежи УВ на изучаемой территории, несмотря на его высокую изученность бурением, характеризуется сложностью строения. По мнению ряда исследователей [1, 2, 3, 4], неоднородность строения данного горизонта связана с существовавшими в позднеюрское время русловыми потоками, результат деятельности которых фиксируется в виде локальных зон увеличенных эффективных толщин. На сегодняшний день прогноз развития подобных зон по площади в верхнеюрском горизонте для геологов-нефтяников является сложной задачей, успешное решение которой приведет к повышению показателей эффективности бурения на месторождениях, имеющих подобное строение.

На исследуемой площади имеется достаточно большой объем геологической информации:

- каротажные данные;
- исследования и описания керна;
- куб сейсморазведочных данных 3D и результаты его обработки;
- результаты гидродинамических исследований скважин;
- история работы и испытания скважин.

В ходе обобщения всей информации были замечены ряд особенностей косвенно указывающих на наличие руслового вреза на данной площади:

1) скважины вскрывают два типа разреза, которые различаются по наличию или отсутствию углей. Скважины без углей относятся к русловой части разреза и характеризуются повышенными эффективными толщинами.

2) присутствие текстур в керне указывающих на формирование разреза в условиях периодически действующих потоков;

3) на срезах сейсмических атрибутов во временной области пласта Ю₁ видна картина, напоминающие по форме русловое тело, на основании которой с привлечением модели меандрирующей реки были сделаны предположения о возможном положении персептивных для эксплуатационного бурения зон;

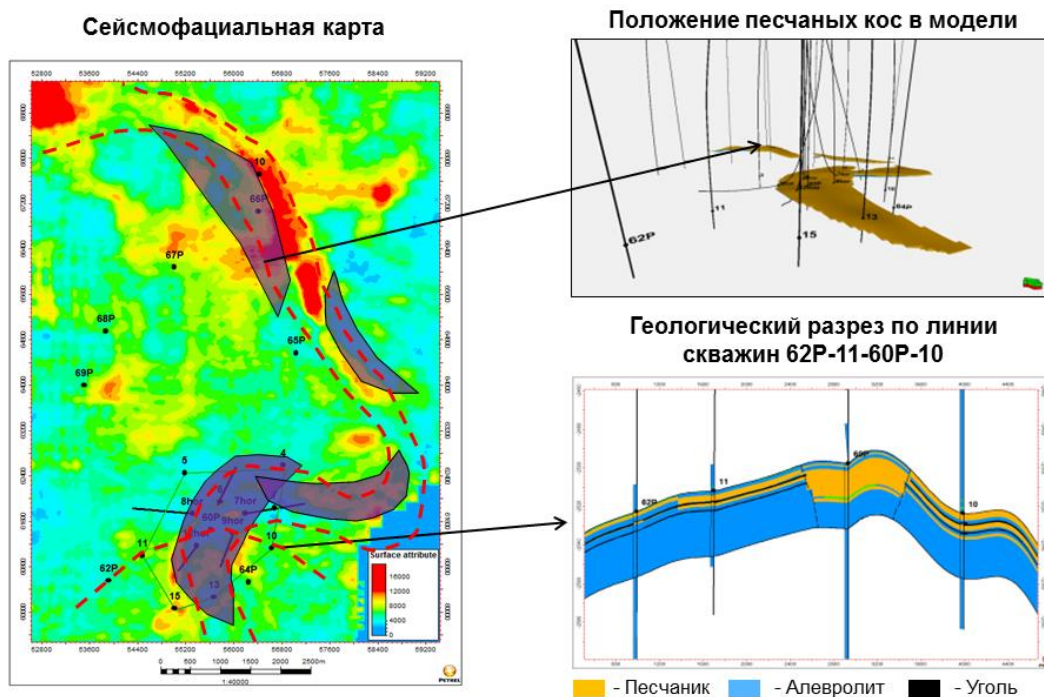


Рис. 1. Геологическая модель строения верхнеюрской толщи Карасевского и Северо-Карасевского месторождений

4) с точки зрения сиквенс-стратиграфии на территории южной части Каймысовского свода в позднеюрское время существовали благоприятные условия для образования врезанных русловых форм.

Авторами поддерживается идея, предложенная группой исследователей [5], о введении дополнительной стратиграфической единицы – Ю₁^{BP}. Присвоить индекс BP предлагается врезанным телам в верхнеюрском разрезе не относящимся по времени образования к вмещающим породам.

Подобная единица позволит лучше проводить корреляцию нефтеносных пластов, учитывая резкую латеральную изменчивость разреза.

Опираясь на выше обозначенные факты, была построена геологическая модель (рис. 1), состоящая из двух типов разреза. Первый тип – распределен повсеместно на исследуемой территории и представляет собой последовательное переслаивание песчаника, алевролита и угля. Второй тип – врезанное русло, в меандровых косах которого сосредоточены основные мощности песчаника (коллектора). Полученная модель учитывает особенности образования продуктивного горизонта и отражает особенности внутреннего строения пласта.

Разрезы с распределением литологии вдоль проектных скважин были использованы для обоснования оптимальной траектории горизонтальных скважин. Так как пласты Ю₁¹⁺² и Ю₁^M встречаются во всех скважинах, был сделан вывод, что наиболее подходящей траекторией для горизонтальной скважины будет вскрытие этих пластов в равных пропорциях (рис. 2).

Для выбора оптимального варианта заканчивания скважины были рассмотрены два варианта, в каждом типе разреза: горизонтальная скважина и наклонно-направленная с гидроразрывом пласта. Результаты моделирования стартовых показателей обоих вариантов скважин показали, что горизонтальная скважина дает выигрыш в стартовых дебитах в любом типе разреза.

Таким образом, по результатам работы были сделаны следующие выводы:

1) Неоднородность строения юрского продуктивного горизонта в пределах юго-востока Каймысовского свода обусловлена наличием врезанных песчаных тел («врезанного русла»).

2) Горизонтальная скважина с проходкой по пластам Ю₁¹⁺² и Ю₁^M – оптимальный способ закачивания скважин на Карасевском и Северо-Карасевском месторождениях.

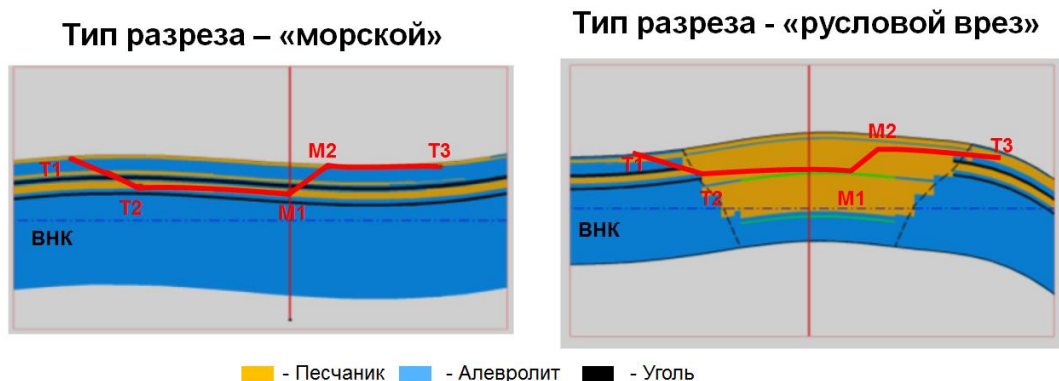


Рис. 2. Оптимальная траектория вскрытия горизонта Ю₁

Литература

1. Даненберг Е.Е., Белозеров В.Б., Брылина Н.А. Залежи углеводородов в «русловых» песчаниках приливо-отливной зоны (Карасевское, Северо-Карасевское месторождения – пласт Ю₁²) // Геологическое строение и нефтегазоносность верхнеюрско-нижнемеловых отложений юго-востока Западно-Сибирской плиты (Томская область). – Томск: Изд-во ТПУ, 2006. – 291 с.
2. Мкртчян О.М. О некоторых седиментационных моделях продуктивных пластов верхнеюрского васюганского комплекса Западной Сибири // Вестник недропользователя ХМАО. – 2005. – № 15. – С. 19 – 24.
3. Пинус О.В., Куренко М.И., Шульев Ю.В., Билинчук А.В. Особенности интерпретации и моделирования фациального строения продуктивных пластов Ю1 Западной Сибири // Нефтесервис, 2008. – № 1. – С. 78 – 82.
4. Шурыгин Б.Н., Пинус О.В., Никитенко Б.Л. Сиквенс-стратиграфическая интерпретация келловее и верхней юры (васюганский горизонт) юго-востока Западной Сибири // Геология и геофизика, 1999. – Т. 40. – № 6. – С. 843 – 862.

О ХАРАКТЕРЕ ИЗМЕНЕНИЯ КАРБОНАТНЫХ ПОРОД НА КОНТАКТАХ С МАГМАТИЧЕСКИМИ МАССИВАМИ КАВКАЗСКОГО ПЯТИГОРЬЯ

А.А. Рожнова, И.Г. Сазонов, Д.А. Астапова

Научный руководитель доцент И.Г. Сазонов

Северо-Кавказский федеральный университет, г. Ставрополь, Россия

При изучении горячих контактов магматических тел Кавказского Пятигорья (г.г. Бештау, Змейка, Железная, Развалка, Кинжал, и др.) с осадочными толщами карбонатных пород верхнемелового и палеогенового возраста обнаружилось интересное, ранее не описанное, явление. Заключается оно в постепенном изменении состава, структуры, окраски пород по мере приближения к контакту, в частности, на г. Бештау, у седловины между Большим и Малым Бештау. Здесь неизменённые светлоокрашенные известняки и мергели темнеют, затем в них на темно-сером фоне появляются черные пятна различных размеров, в том числе округлые, поперечником 3–4 см, в центральной части которых выделяется также округлое пятно светлоокрашенной породы поперечником в 1–1,5 см. В непосредственной близости от контакта порода либо становится целиком чёрной, либо в ней ещё сохраняются светло-окрашенные участки. Правда, эти светло-окрашенные участки могут также представлять собой минеральные новообразования, поскольку уже лишены карбонатов. Кстати, содержание карбонатов уменьшается по мере приближения к контакту, вплоть до полного их исчезновения [1].

Изучение образцов, проведённое заведующим петрографической лабораторией СевКавНИПИгаз П.В. Бигуном, показало, что изменение окраски пород связано с появлением рассеянного графитоподобного углерода. Очевидно, что источником углерода являются карбонатные компоненты самих пород, разлагающиеся в условиях высоких температур не только на оксид кальция и углекислый газ, но и последний распадается вплоть до выделения свободного углерода. Возможность подобных процессов может объяснить чёрную окраску, например, мощных толщ филлитоподобных пород юрского возраста Центрального Кавказа. Из-за большого количества рассеянного углерода их иногда называют «углистыми», считая углерод продуктом изменения органических веществ.

Обеднение карбонатами архейских и раннепротерозойских пород испытавших глубокое погружение, по нашему мнению, также связано с их термальным разложением в условиях больших глубин. Это наводит на мысль, что гнёзда графита и шунгитов в этих комплексах также могут возникать за счёт углерода карбонатных пород, распадающихся в условиях термально-каталитического разложения, а не за счёт органического вещества, само существование которого в это геологическое время вызывает сомнения. Кроме того, наличие свободного углерода и оксида кальция в глубоких частях земной коры представляет собой прямой путь к образованию карбидов, а значит и к образованию углеводородов, как это представляли себе Менделеев, Вернадский, Сидоренко и др.

Что касается углекислого газа в составе атмосферы, то основным подпитывающим его источником, не позволяющем ему полностью исчезнуть из атмосферы и перейти в связанное минерализованное состояние, является постоянный подток из недр Земли, главным образом, за счёт разложения карбонатов.

Считаем, что описанные процессы представляют заметное (ранее не учитывающееся) звено в круговороте углерода (и сопутствующих ему веществ) в природе.

Литература

1. Докембрий и проблемы формирования земной коры / Под ред. А.В. Сидоренко. – М.: Наука, 1978. – 311 с.

ОСОБЕННОСТИ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ, ЛИТОЛОГИЧЕСКИЙ СОСТАВ И КОЛЛЕКТОРСКИЕ СВОЙСТВА ПРОДУКТИВНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ВАСЮГАНСКОЙ СВИТЫ ЗАПАДНО-ОСТАНИНСКОГО НЕФТЕГАЗОВОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (ТОМСКАЯ ОБЛАСТЬ)

О.В. Садкина

Научный руководитель доцент Т.Г. Тен

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В настоящее время вероятность открытия новых крупных месторождений очень невелика, а большинство месторождений, открытых ранее, находятся, как правило, на поздней стадии разработки, и приоритет малых месторождений неуклонно возрастает. С другой стороны, поиски и разведка новых залежей, особенно относящихся к нетрадиционным типам, требуют особого подхода, в том числе и методического.

Целью настоящих исследований является изучение особенностей геологического строения, литологического состава и коллекторских свойств продуктивных отложений васюганской свиты Западно-Останинского нефтегазового месторождения.

Территория исследования административно расположена в юго-западной части Томской области на территории Парабельского района. С точки зрения нефтегазоносности наибольший интерес представляет верхняя, преимущественно опесчаненная часть васюганской свиты - горизонт Ю₁, который характеризуется как неоднородный, состоящий из песчаных пластов Ю₁¹, Ю₁², Ю₁³ и Ю₁⁴.

Актуальность исследований связана не только с продуктивностью горизонта, но и с его сложным геологическим строением, латеральной и вертикальной литологической и фациальной изменчивостью отложений и сложностью поисков залежей, связанных с литологическим замещением пород [1].

В задачи исследования входили: выбор методов исследований, обоснование целесообразности их применения, построение детальной корреляционной схемы, составление опорного разреза скважины, построение карт мощностей, песчаности, распространения коллекторов горизонта Ю₁, а также фациальных карт.

Для решения поставленных задач применялся комплекс методов исследований, позволяющий: проводить корреляцию разрезов, анализировать строение горизонта Ю₁, устанавливать связи между гидродинамическими свойствами среды осадконакопления и сформированными осадочными горными породами, выделять фациальные зоны.

С целью выяснения характера изменения толщины и литологии отложений, слагающих изучаемую толщу была составлена корреляционная схема по линии скважин №№ 445–443–446–447–440–442–441, ориентированной в субмеридиональном направлении (рис.1). Толщина пласта Ю₁⁵ не выдержана по мощности. В скв. №№442 и 441 она увеличивается, что связано с увеличением песчаности разреза. Подобным образом изменения толщины и их зависимость от литологического состава четко прослеживается по вышележащим пластам (пласту Ю₁⁴, Ю₁³ и по пластам Ю₁¹, Ю₁²).

Наибольший интерес представляет пласт Ю₁¹, который имеет наибольшее распространение по площади и содержит 87 % начальных извлекаемых запасов нефти всего месторождения.

Пласт Ю₁¹ имеет изменчивый литологический состав, перекрывается глинистым пропластком небольшой мощности. Отложения пласта Ю₁¹ имеют относительно высокие мощности, меняющиеся на территории в пределах от 5,1 м в скв. № 446 до 18,4 м в скв. № 447 (рис. 2).

Отложения циклита Ю₁¹ имеют относительно высокие коэффициенты песчаности (рис. 3), но меняющиеся на территории в пределах от 0 % до 90 %.

Выделяются три области с относительно высокими значениями песчаности отложений: на севере – скв. № 443 (85 %), в центральной части - скв. № 447 (90 %) и на юго-востоке – скв. № 450 (89 %).

Невысокая песчаность отложений пласта Ю₁¹ отмечается в разрезе скважины № 441 (13 %) на юго-востоке площади. Области с высокой песчаностью постепенно сменяются зонами отсутствия песчаных отложений – район скв. № 446 – на северо-западе, скв. № 34 – в центральной части.

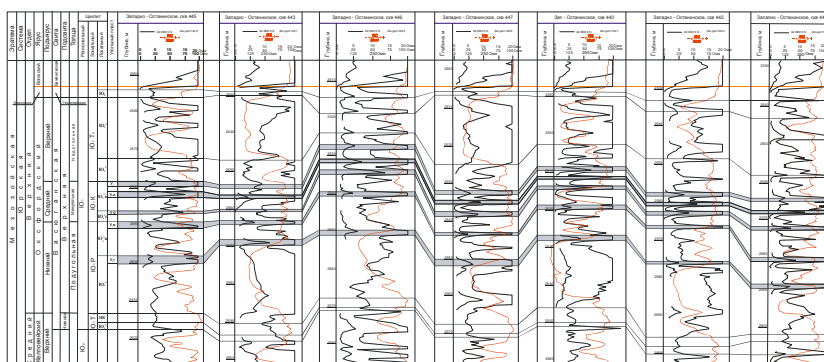


Рис. 1. Схема корреляции средневенерских отложений

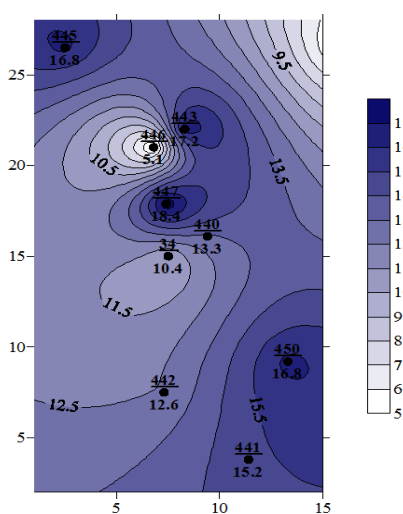


Рис. 2. Карта толщин пласта Ю₁¹

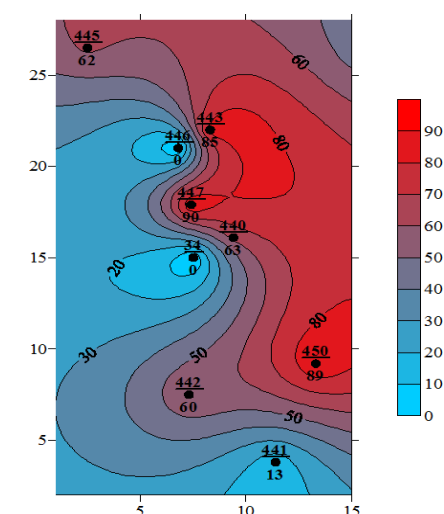


Рис. 3. Карта песчанности пласта Ю₁¹

Для диагностики фациальных обстановок использовалась методика разработанная В.С. Муромцевым [3]. Данная методика позволяет успешно использовать электрокаротажный материал скважин для создания электрометрических и седиментологических моделей, применяется для выделения фаций, картирования и локального прогнозирования литологических ловушек УВ. Известно, что для каждой фации имеются свои, только ей свойственные, сочетания палеодинамических режимов седиментации. Под седиментологической моделью фации понимается смена в определенной последовательности палеогидродинамических уровней, отражающих условия седиментации в период формирования отложений данной фации. Эти модели дают возможность реконструировать палеодинамическую обстановку и определять генезис осадков по электрокаротажным разрезам скважин даже в условиях ограниченного отбора керна или его отсутствия [2].

Проведенные исследования позволили установить, что формирование пласта Ю₁¹ происходило в мелководной морской обстановке на фоне продолжающейся медленной трансгрессии морского бассейна. Сочетание таких факторов, как трансгрессия, обильное поступление терригенного материала и его переработка волновыми движениями привело к образованию различных аккумулятивных тел.

Особенности литологического состава, структурно-текстурные особенности пород, анализ седиментологических и электрометрических моделей позволили выделить ряд фаций морского мелководного бассейна.

Всего было выделено четыре типа фаций: песчаные и алевритовые осадки фации трансгрессивных баров, чередование алевритовых и песчаных осадков морских волнений, глинисто-алеваитовые и алевритоглинистые отложения забаровой лагуны и песчаники разрывных течений мелко- и среднезернистые с прослоями алевролитов (рис. 4).

Песчаники гребней вдольбереговых трансгрессивных баров – получили распространение на северо-востоке территории в районах скв. № 443 и 447, где вскрыты отложения очень высокой мощности, а коэффициент песчанности достигает 85 и 90 % соответственно. Обстановки гребневых частей баров также установлены в районе скв. 450. Разрез представлен средне-, крупнозернистыми песчаниками с хорошей сортировкой обломочного материала. Склоновые отложения формировались в условиях нестабильного, но, тем не менее, высокого гидродинамического режима среды седиментации. Разрез представлен чередованием средне-, мелкозернистого песчаника и алевролита. Песчаным материалом также сложены осадки разрывных течений.



Рис. 4. Фациальная карта пласта Ю₁¹

Распространение коллекторов пласта Ю₁¹ разного класса на территории месторождения достаточно неравномерное (рис.4). Установлено, что коллекторы класса А, обладающие наилучшей способностью вмещать нефть, газ и воду прослеживаются на четырех участках месторождения: на северо-западе (район скв. № 445), на северо-востоке (район скв. № 440) и в центре (скв. №447), а так же в юго-восточной части, в районе скважины №450 и в юго-западной части, в районе скв.№442. Возможно их обширное развитие на юго-западе, т. к. в заданном направлении намечается тенденция улучшения коллекторских свойств.

Значительную часть территории занимают развитые практически повсеместно хорошо проницаемые коллекторы (класс В), вскрытые скважинами №443, №441. Породы-коллекторы класса В распространены на двух участках, совершенно не связанных между собой. Их расположение приурочено к северной части площади (скв. №446), а также центру (скв. №34).

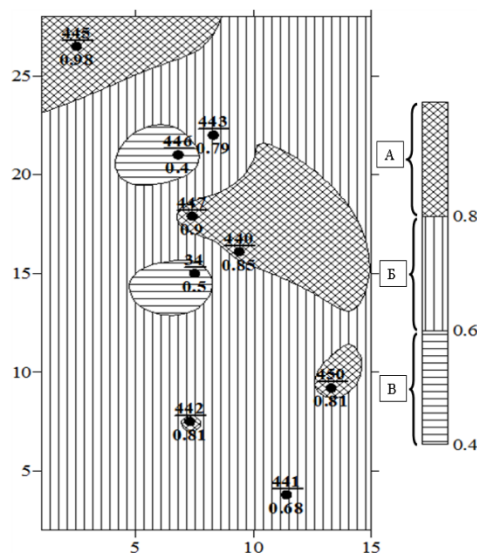


Рис. 4. Карта распространения коллекторов пласта Ю₁¹

В заключении следует отметить, что в последние годы локальное прогнозирование залежей нефти и газа приобретает все большее значение. Комплексное использование каротажного и кернового материала, литолого-фациальные исследования, анализ коллекторских свойств и характера распространения пород-коллекторов и пород-флюидоупоров повышают возможность установления наличия залежей, что, в свою очередь, позволит сократить число непродуктивных скважин и повысит эффективность геологоразведочных работ.

Литература

1. Белозеров В.Б., Даненберг Е.Е., Огарков А.М. Особенности строения васюганской свиты в связи с поиском залежей нефти и газа неаткинального типа (Томская область) // Перспективы нефтегазоносности юго-востока Западной Сибири. – Новосибирск, 1980. – С. 92 – 100.

2. Ежова А.В. Геологическая интерпретация геофизических данных: Учебное пособие. – Томск: Изд-во. ТПУ, 2004. – 114 с.
3. Муромцев В.С. Электрометрическая геология песчаных тел – литологических ловушек нефти и газа. – М.: Недра, 1984. – 260 с.

ВОЗМОЖНОСТИ ГЕОХИМИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА НЕФТЕЙ ПРИ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Г.Т. Салахидинова, Ф.Ф. Носова, Ю.А. Тубман

Научный руководитель профессор И.Н. Плотникова

Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань, Россия

Нефтяная геохимия является признанной и динамично развивающейся наукой, теоретические основы и методы которой успешно применяются для повышения эффективности разведки и разработки нефтяных месторождений. Благоприятный исход геологоразведочного процесса в данном случае определяется результатами исследования типа нефтяных систем и разведочных рисков; генетической типизации нефтей; построением адекватных термических и флюидодинамических моделей и выявлением роли вторичных процессов.

Что касается процесса разработки, то здесь ключевыми моментами являются оценка глубинного и латерального распространения флюидов, определение состава продуктов смешанной добычи, прогноз качества нефти по зонам залежи и положения флюидных контактов [3]. В данной работе рассматриваются возможности резервуарной геохимии для улучшения качества и продолжительности эксплуатации нефтяных месторождений с длительной историей разработки.

Объекты изучения.

Комплексом геохимических исследований были проанализированы 11 нефтей пашийского горизонта Миннибаевской площади Ромашкинского месторождения с целью поиска геохимических критериев локализации зон поступления легких углеводородов и, как следствие, возможности геохимического мониторинга исследуемого процесса. За основу были взяты полученные в ходе анализов геохимические особенности образцов нефтей из «аномальных» скважин, под которыми обычно понимают скважины, характеризующиеся локальными инверсиями дебитов нефти на фоне общей падающей добычи или длительными безводными притоками нефтей (в течение 5 лет и более).

Методика исследований.

Геохимические исследования нефтей проводились в лаборатории геохимии горючих ископаемых Казанского (Приволжского) федерального университета и включали следующие виды работ:

- 1) обезвоживание нефтей и выделение полярных компонентов – масел, смол и асфальтенов;
- 2) газохроматографические исследования насыщенной части масляной компоненты нефти и изучение полученных биомаркерных параметров и генетических коэффициентов;
- 3) исследование содержания растворенных газов состава C_1-C_6 в пробах нефти методом парофазного анализа;
- 4) определение элементного CHNS состава нефтей;
- 5) исследование изотопного состава углерода нефтей и их полярных компонентов.

Обсуждение результатов.

Результаты исследования группового состава показывают, что нефти из «аномальных» скважин характеризуются повышенным содержанием масел (63,8–69,57 %) и относительно пониженным содержанием смол (22,81–28,9 %) и асфальтенов (4,64–9,08 %). Также из числа исследованных образцов была выделена группа близких вышеописанным по составу нефтей, классифицируемых как нефти из возможно «аномальных» скважин. Вторая группа характеризуется относительно пониженным содержанием масел (51,8–59,04 %) и повышенным содержанием смол (27,58–33,58 %) и асфальтенов (11,14–20,62 %). Таким образом, скважины, из которых были получены эти нефти, нельзя отнести к «аномальным».

Наибольшую информативность для объяснения исследуемого явления показали выделенные Остроуховым С.Б. генетические коэффициенты K_1 и K_2 , согласно значениям которых выделяются две полярные нефти – из скважины № 9589 как наиболее катагенетически преобразованная и из скважины № 231 – как наименее преобразованная. Разброс значений коэффициента K_1 наблюдается в пределах одного порядка.

Относительное распределение насыщенных углеводородов в маслах показывает наибольшую обогащенность легкими компонентами нефти из скважины № 9589 и наименьшую – из скважины № 231, что лишь подтверждает ранее выдвинутое положение о степени преобразованности рассматриваемых нефтей. Также повышенное содержание легких углеводородов характерно и для нефтей из «аномальных» скважин, и для относимых к таковым по генетическим коэффициентам.

Согласно результатам имитированного разделения нефти в интервале – алканов C_{11+} , нефть из скважины № 9589, охарактеризованная как высоко преобразованная, наиболее близка по распределению n-алканов таковому в конденсатах, что доказывает содержание в ее составе легкой компоненты и обосновывает ее «аномальные» геолого-промысловые характеристики.

При сравнении результатов рассмотренного разделения для нефтей из скважины № 231 с относительным распределением n-алканов той же нефти становится ясным, что представленная нефть обладает

высокими значениями плотности и вязкости, показывает широкое развитие процессов окисления и дегградации, и в целом характерна для залежей на последней стадии разработки.

Исследование содержания растворенных газов состава C_1-C_6 в образцах нефтей показало, что максимум концентрации этих газов приходится на нефть из скважины № 9589, а минимум – на нефть из скважины № 231. Эти результаты также подтверждают полученные ранее результаты о степени катагенетического преобразования изученных образцов.

Высокая катагенетическая преобразованность нефтей ведет к облегчению ее фракционного состава, что ранее было показано в работе [1]; эта закономерность хорошо прослеживается и в образцах нефтей из «аномальных» скважин.

Элементный анализ нефтей демонстрирует аналогичные распределения, в частности, нефти из «аномальных» скважин характеризуются повышенным содержанием углерода (73,95–80,08 %), водорода (11,17–12,20 %), и пониженным – кислорода (6,18–13,19 %) при сопоставлении, например, с нефтью из скважины № 231, рассматриваемой в качестве характерной остаточной нефти – содержание углерода 67,98 %, водорода – 11,57 % и кислорода – 18,55 %.

Изотопный анализ нефтей и их полярных компонентов показал, что нефти из «аномальных» скважин и нефти, близкие им по составу, характеризуются повышением значений тяжелого изотопа углерода с увеличением содержания масляной компоненты. Вторая группа исследованных образцов характеризуется увеличением значений легкого изотопа углерода с повышением содержания асфальтенов. Ключевым отличием является факт утяжеления изотопного состава углерода при переходе от асфальтеновых к смолистым компонентам в нефтях из «аномальных» скважин.

Выводы.

Таким образом, материалы проведенного комплекса геохимических исследований показывают, что нефти из «аномальных» скважин характеризуются отличительными особенностями по каждому из проведенных анализов, согласно которым в пределах исследованной выборки были выделены образцы нефтей из возможно «аномальных» скважин.

Геохимический мониторинг, проводимый на основании рассматриваемых критериев в процессе разработки нефтяных залежей, позволяет не только выделять зоны поступления легких углеводородов, но и фиксировать поступление в скважины нефтей, не затронутых ранее разработкой (из линз, тупиковых и не охваченных заводнением участков) [2].

Главными результатами проведения геохимического мониторинга нефтей является возможность корректировать процесс разработки месторождений и продлить срок его эксплуатации.

И, в заключение, следует отметить, что подобные геохимические исследования в составе резервуарной геохимии являются необходимыми на всех этапах разведки и разработки месторождений, поскольку позволяют выбрать наиболее оптимальный режим разработки залежей, и осуществлять контроль за происходящими геолого-геохимическими изменениями в составе нефтей.

Литература

1. Петров А.А. Углеводороды нефти. – М.: Наука, 1984. – 264 с.
2. Плотникова И.Н. Геохимические критерии локализации невыработанных участков нефтяных залежей на поздней стадии их разработки // Проблемы повышения эффективности разработки нефтяных месторождений на поздней стадии: Материалы Международной научно-практической конференции. – Казань, 2013. – С. 127 – 130.
3. Peters Ken E., Fowler Martin G. Applications of petroleum geochemistry to exploration and reservoir management // Organic Geochemistry. – 2002. – V. 33. – I. 1. – P. 5 – 36.

ПЕРСПЕКТИВЫ НЕФТЕНОСНОСТИ ВЕРХОРЕЧЕНСКОЙ ЗОНЫ НА ЮГЕ ЯМАЛЬСКОГО ПОЛУОСТРОВА

Р.И. Сафин

Научный руководитель заведующий сектором В.С. Бочкарев
Сибирский научно-аналитический центр, г. Тюмень, Россия

Еще в 1961 г. в результате буровых работ на профиле Щучье-Салета, проводившихся ЯНКГРЭ ТТГУ и ВНИГРИ совместно, были получены первые на Ямале непромышленные притоки нефти. В результате было открыто Верхореченское поднятие – структура 2 порядка, где и были установлены прямые признаки нефтеносности низов альба и палеозойского фундамента (И.П. Крохин, Ослоповский, Н.Х. Кулахметов, Н.Н. Ростовцев и др.). Однако в дальнейшем никаких работ по доизучению проявлений нефти не проводились, хотя на перспективы этой территории указывали давно (В.С. Бочкарев, Н.Х. Кулахметов, Н.В. Харин и др.). В работе в очередной раз сделана попытка указать на перспективность данной территории.

Верхореченская зона разломов приурочена к стыку Арктического и Урало-Монгольского складчатых поясов и состоит из главного разлома и ряда параллельных сбросов. Данная зона имеет площадь около 40000 км² и изучена сейсморазведкой как региональными профилями (1700 км) так и площадными работами (10533 км) [5].

По подошве осадочного чехла, поднятый блок (Щучьинский выступ) характеризуется сокращенным разрезом с верхнемеловыми-четвертичными осадками, залегающими на размытой поверхности фундамента

(прямые признаки нефтеносности), а опущенный блок включает отложения средней и верхней юры, а также неокома.

На профиле в пределах висячего крыла в скв. 7-кп были подняты образцы керна, содержащие жидкие (капельножидкая нефть) и твердые битумы. Нефтепроявления приурочены к низам альба в виде маслянистых пятен, а также к выветрелой верхней части фундамента, в виде светло-коричневой нефти, пропитывающей керна [4].

Фундамент представлен сильно разрушенными кварцевыми порфирами – палеотипными эффузивами кислого состава. Позднее в 70 м от скв. 7-кп была пробурена скв. 32-пр с задачей получения дополнительных данных о нефтеносности пород чехла и фундамента. Вскрытые скважиной под осадочным чехлом порфиры содержат по трещинам нефть, а в результате испытания из этих порфиров получена пленка очень тяжелой нефти, плотностью 0,941 г/см³ совместно с водой. Анализ нефти показал, что нефть окислена, содержит только тяжелые фракции и мазут и совершенно лишена летучих компонентов. Нефтедержащие породы перекрываются морскими глинистыми породами альба. Незначительные газопроявления наблюдались в процессе бурения скв. 32-пр в интервале альба и скв. 33-пр в верхнемеловых отложениях, где в алевролитах были описаны примазки битума (Крохин, Ослоповский, 1963). Фундамент в скв. 35-пр уже представлен кремнистыми сланцами с девонскими радиоляриями [1].

Нефтяные битумы скважины 7-кп по элементарному составу (С – 87,38 %, Н – 11,02 %, сера – 0,32 %, азот – 0,38 %, кислород – 1,06 %) отнесены к нефтям, подвергшимся глубокому поверхностному выветриванию – гипергенезу. Скорее всего, при латеральной миграции с востока и заполнении нефтью коллекторов в трещинах фундамента и терригенных коллекторах альба нефтяные углеводороды подверглись процессам гипергенеза (окислению) в связи с небольшими глубинами залегания, что и привело к образованию тяжелых нефтей и битумов.

Дальнейшее бурение на профиле и испытание скважин в отложениях фундамента, коры выветривания, альба, апта и сеномана дали отрицательные результаты, что, по мнению И.П. Крохина, объясняется гидрогеологическими условиями – промытостью недр, и Верхореченское поднятие было отнесено к бесперспективным. Сохранность залежей нефти очень тесно связана с наличием или отсутствием краевых впадин, играющих роль предохранительных барьеров от промыва опресненными водами (В.С. Бочкарев). Южнее и севернее профиля Щучье-Салета как раз картируются такие впадины.

Верхореченская площадь, как и территория вдоль Верхореченской зоны разломов, на наш взгляд, перспективна в отношении нефтеносности. По данным испытаний и наличию прямых признаков нефти в кернах мы отрисовали предполагаемый контур единой залежи в коллекторах низов альба и коре выветривания в своде поднятия (рис. 1).

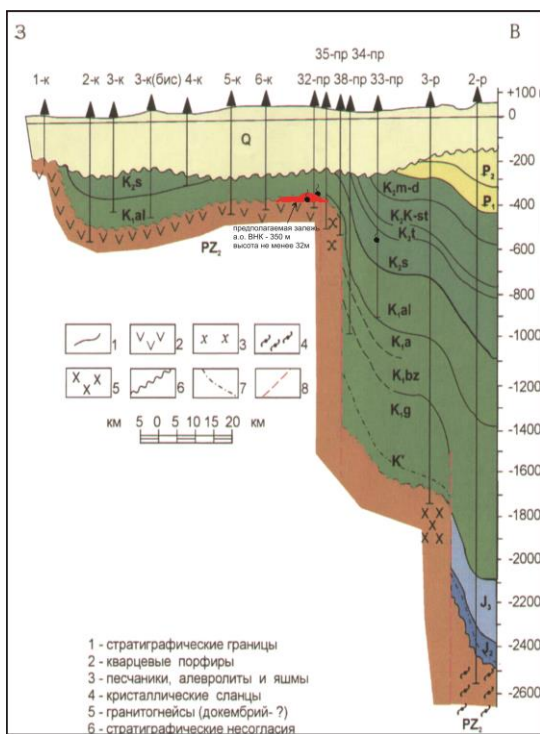


Рис. 1 Схематический геологический разрез по линии Щучье-Салета (по Н.Х. Кулахметову с дополнениями В.С. Бочкарева)

Высота залежи при этом не менее 32 м. В аналогичных геологических условиях залегают нефтяные пески и битумы Атабаска в Канаде, приуроченные к зоне выклинивания кварцевых песков нижнего мела и трещиноватых пород фундамента на склонах Канадского щита (рис. 2). Их начальные запасы оцениваются в 20,6

млрд. т тяжелой нефти и битума [3]. В нашем случае зона нефтеносности может состоять из 3–4 месторождений и проследиваться в северо-западном направлении, где территория не разбурена.

Природа нефтепроявлений на Верхореченской площади, по нашим представлениям, обусловлена миграцией нефти из глубоких мезозойских прогибов вверх по восстанию пластов и проникновением ее в трещиноватые участки фундамента с востока [1, 2]. Известно, что один из главных факторов движения нефти – сила тяжести, следовательно, здесь могут предполагаться залежи в нижнемеловых отложениях, выклинивающихся на склонах поднятий и соответственно экранированных альбской покрывкой или нетрещиноватыми породами фундамента.

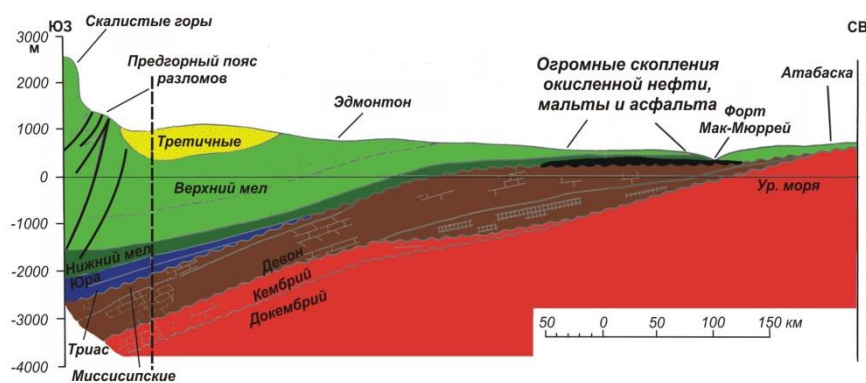


Рис. 2 Геологический разрез нефтяных песков и битумов Атабаска в Канаде (по данным А.Н. Дмитриевского, 2013)

Также благоприятным фактором является то, что мощные тектонические разломы амплитудой до 2,3 км создавали трещины в породах фундамента, а с ними могут быть связаны хорошие коллекторы. Главный разлом, секущий Верхореченскую зону в юго-восточном направлении, простирается на 240 км и является многостадийным от юры до сеномана. Общее число дизъюнктивных дислокаций в разрезе Верхореченской зоны более 50 [5].

Выводы:

1. По результатам бурения и испытания скв. 7-кп и 32-пр на Верхореченской площади отрисован контур предполагаемой залежи в зоне контакта палеозоя и альба. Высота залежи нефти составляет не менее 32 м.
2. Верхореченская зона – некоторый аналог неокотским залежам битуминозных песков в Канаде, что, несомненно, повышает интерес дальнейшего изучения нефтеносности района.
3. Прямые признаки нефтеносности явно указывают на существовавшие здесь процессы региональной миграции из мезозойских прогибов вверх по восстанию пластов, следовательно, они имели место и в зонах выклинивания проницаемых толщ на пути их миграции.

Литература

1. Бочкарев В.С. Геологическое строение палеозойского и триасового комплексов в Пуровском регионе и перспективы их нефтегазоносности // Геология и нефтегазоносность Надым-Пур-Тазовского междуречья. – Тюмень, 1995. – С. 179 – 206.
2. Бочкарев В.С., Брехунцов А.М., Лукомская К.Г. Складчатый фундамент полуострова Ямал // Горные ведомости. – Тюмень, 2010. – №8. – С. 6 – 35.
3. Геология нефти: Справочник. Нефтяные месторождения зарубежных стран / Под ред. И.В. Высоцкого. – М.: Недра, 1968. – Т. 2. – Кн. 2. – 456 с.
4. Евсеев Г.П. Перспективы нефтегазоносности севера Западно-Сибирской низменности // Труды ВНИГРИ. – Ленинград, 1963. – Вып. 225. – С. 286 – 300.
5. Харин Н.В., Шелихов А.П. Выделение дизъюнктивных дислокаций в северных районах Западной Сибири // Состояние, тенденции и проблемы развития нефтегазового потенциала Тюменской области: Материалы научно-практической конференции. – Тюмень, 2005. – Т. 1. – С. 179 – 191.

ИЗУЧЕНИЕ КОЛЛЕКТОРСКИХ СВОЙСТВ ТЮМЕНСКОЙ СВИТЫ НА ПРИМЕРЕ ПЛАСТОВ Ю₂₋₇ СЕВЕРО-МОЛОДЕЖНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ Т.С. Туркина

Научный руководитель профессор В.П. Алексеев

Уральский государственный горный университет, г. Екатеринбург, Россия

Объектом исследования являются пласты Ю₂₋₇ Молодежного участка, расположенного в Красноленинском нефтегазоносном районе Ханты-Мансийского автономного округа. Цель работы – изучение коллекторских свойств пород пластов Ю₂₋₇ тюменской свиты.

В задачи исследования входило:

- определение генезиса отложений тюменской свиты с помощью литолого-фациального анализа;
- микроскопическое изучение шлифов;
- анализ фильтрационно-емкостных свойств и определение гидравлических единиц потока.

В качестве исходных данных использован керновый материал (рис. 1), результаты лабораторных исследований фильтрационно-емкостных свойств керна скв. П-6 Северо-Молодежного месторождения.

Определение генезиса отложений тюменской свиты с помощью литолого-фациального анализа

Породы представлены песчано-алевролитовым составом и характеризуются развитием беспорядочной, полого-линзовидно-волнистой слоистости, обусловленной намывами углистых растительных остатков и обломками алевролитовой размерности. Характерны следы жизнедеятельности живых организмов (*Planolites*, *Skolithos*). Выделено 8 фаций: преимущественно континентальных озерных, переходных, мелководно-бассейновых осадков [1].

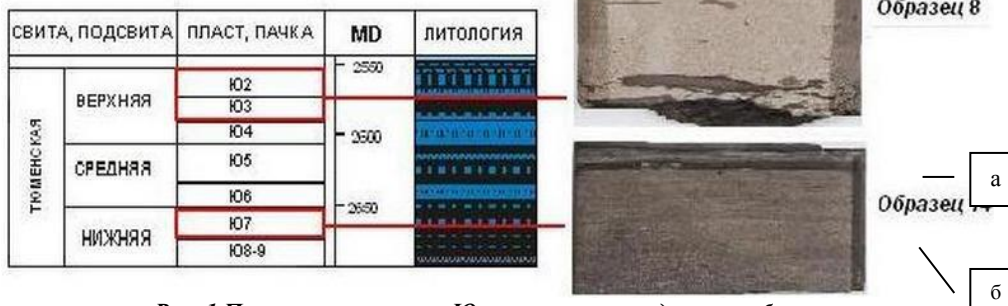


Рис. 1 Положение пластов Ю₂₋₇ и привязка отдельных образцов

Образец 8

Серый мелкосреднезернистый песчаник. Текстура неслоистая, беспорядочная, пятнистая. В верхней части образца содержание полуокатанных обломков (0–1 балла, по А.В. Хабакову) алевроаргиллитов размером от первых миллиметров до 2–4 мм*(0,5–1,9 см) составляет около 1 %; в нижней части их количество увеличено (1–2 балла, от первых миллиметров до 2–6 мм*0,8–7,1 см) около 5 %. Сортированность хорошая. На сколе имеется слюда. Немного углистого аттрита. Фация БМБ – песчаных осадков сильноподвижного мелководья (аккумулятивные формы: бары, косы, пересыпи).

Образец 14

Тип а. В верхней части образца наблюдается тонкозернистый песчаник с прослоями черного аргиллита. Сортированность средняя. Толщина аргиллитовых прослоев 0,5–0,6 см. Слоистость линзовидно-волнистая. Наблюдаются следы жизнедеятельности пескожилов (*Planolites*). Контакт: четкий, резкий.

Тип б. Тонкомелкозернистый песчаник. Сортировка средняя. Слоистость линзовидно-волнистая. Растительные остатки – немного углистого детрита. Контакт нечеткий, переход постепенный. Фация ОВП – песчаных и глинисто-алевролитовых осадков полуизолированного малоподвижного мелководья крупных озер.

Основной объект характеризуется фациальной изменчивостью, которая ведет к ухудшению и неоднородности фильтрационно-емкостных свойств.

Микроскопическое изучение шлифов

Анализы и подсчет зерен выполнены под микроскопом с использованием [2, 3]. По составу аллотигенной части песчано-алевролитовые породы относятся к аркозам, в основном это тонко-мелкозернистые песчаники и мелко-крупнозернистые алевролиты (рис. 2).

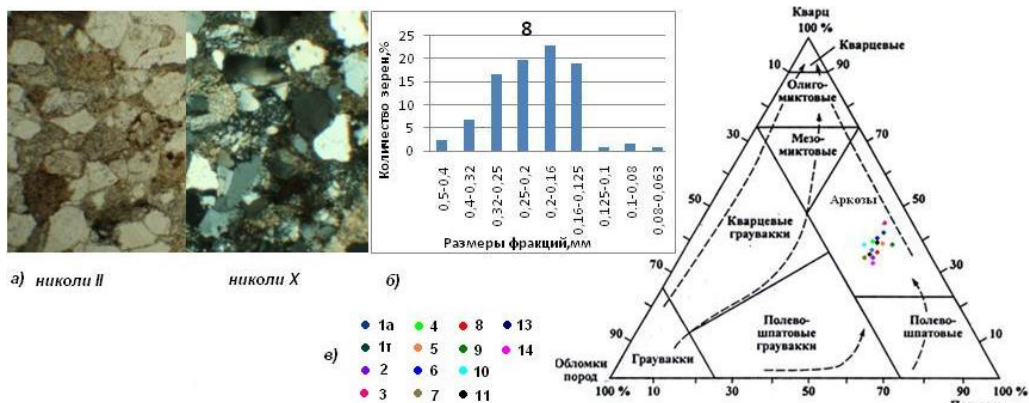


Рис. 2 Результаты микроскопического изучения образца 8:

а) – фото шлифа с 25-кратным увеличением, николи параллельны и скрещены; б) – гистограмма, отражающая гранулометрический состав; в) – распределение песчано-алевролитовых пород по их минерально-петрографическому составу (по В.Н. Шванову, 1987)

Обломочная часть составляет (процентное содержание минимального и максимального значения): кварц (31–44), полевые шпаты (50–54), обломки пород (4–18). Сортированность от средней до хорошей. Пористость и проницаемость увеличиваются с ростом степени сортированности зернистого материала. Контакты зерен точечные и конформные. Форма зерен полуокатанная и угловатая, встречаются зерна остроугольной формы. В связи с этим породы характеризуются меньшей пористостью, чем те, зерна в которых обладают сферической формой.

Микротекстура пятнистая, слоистая. Цемент (5–35 %) глинистый, карбонатный, относится к поровому, базальному и пленочному типам. Повышение процентного содержания цемента ведет к снижению фильтрационно-емкостных свойств.

Фильтрационно-емкостные свойства

Пористость и проницаемость максимальна в пласте Ю₂ и составляет 13,7 5% и 0,19 мкм² (рис. 3).

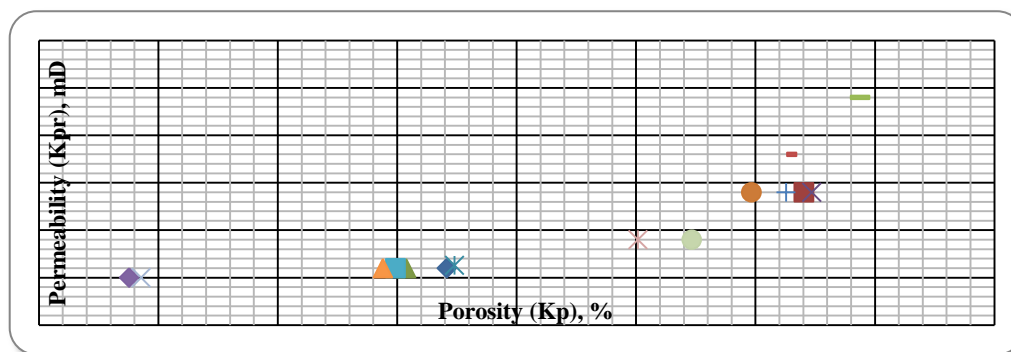


Рис. 3 График зависимости пористости (Kp) и газопроницаемости (Kпр) скв. П-6

Гидравлические единицы, имея пространственное развитие, характеризуют литологическую и фациальную неоднородность коллектора [2, 4]. Выделено четыре класса HFU (the hydraulic unit of the flow), имеющих определенные диапазоны FZI (Flow Zone Indicator) и соответствующих выделенным фациям:

8 – фация ОЗУ (заболочивающихся озер и заливаемых участков торфяных болот);

7 – фации: БЗА, ОВП-ОЗО (прибрежных частей заливов; полуизолированного малоподвижного мелководья крупных озер+застойных и слабопроточных участков зарастающих озер);

6 – фации: ОВД, ОВП+ОВМ, ОВП, ОВМ, БДП (конусов выноса рек в озера; полуизолированного малоподвижного мелководья крупных озер+открытого подвижного озерного мелководья; оснований конусов выноса рек);

5 – фация БМБ – сильноподвижного мелководья (аккумулятивные формы: бары, косы, пересыпи).

Внутри каждого класса образцы имеют схожие формы зерен, пор, размеры зерен, извилистости каналов. Рассчитанные значения FZI указывают на средние, пониженные и низкие фильтрационно-емкостные свойства.

Литература

1. Алексеев В.П. Атлас фаций юрских терригенных отложений (угленосные толщи Северной Евразии). – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2007. – 209 с.
2. Алексеев В.П., Носова Н.С. Методы исследования осадочных пород: Учебно-методическое пособие. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2013. – 66 с.
3. Мизенс Г.А. Изучение осадочных пород в прозрачных шлифах: Учебно-методическое пособие. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2006. – 86 с.
4. Чернова О.С., Клименко А.В. Моделирование литолого-петрофизической зональности Двуреченско-Крапивинской зоны нефтегазоаккумуляции // Литология и геология горючих ископаемых: межвуз. научн. темат. сборник. – Екатеринбург, 2012. – Вып. III (19). – С. 99 – 110.

НЕКОТОРЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ РИФОГЕННЫХ ПОСТРОЕК СЕВЕРНОГО КАВКАЗА, ПРЕДКАВКАЗЬЯ И ПРИКАСПИЙСКОЙ ВПАДИНЫ

К.В. Уманжинова, Т.В. Логвинова

Научный руководитель доцент В.М. Харченко

Северо-Кавказский федеральный университет, г. Ставрополь, Россия

Актуальность: карбонатные коллекторы являются наиболее перспективными на известных месторождениях с коэффициентом пористости не менее 30 %. Особое место занимают рифогенные известняки с выраженными зонами микро-, мезо- и макрокарста.

Проницаемость их возрастает в разы или даже на целые порядки. Известно, что рифы образуются в условиях при температуре не менее 20° С и в чистых водах, при этом скорость подъема морского дна равна скорости роста рифа.

Такие зоны выделяются в особые участки аномальной проницаемости, так называемые зоны тоннельной фильтрации (Гридин В.А.), которые выделяются также и в терригенных породах.

В связи с этим в последнее время выделяют карбонатные платформы (микроплатформы), к которым приурочиваются известные месторождения-гиганты нефти и газа (Астраханское, Тенгизское, Оренбургское и др.). Все они связываются с указанными типами карбонатных коллекторов (рис. 1, 2).

При рассмотрении Астраханской микроплатформы на предмет вулcano-плутонических центров отмечается наличие таковых в пределах территории исследования, а также связь их с рифогенными известняками девона и карбона [3].

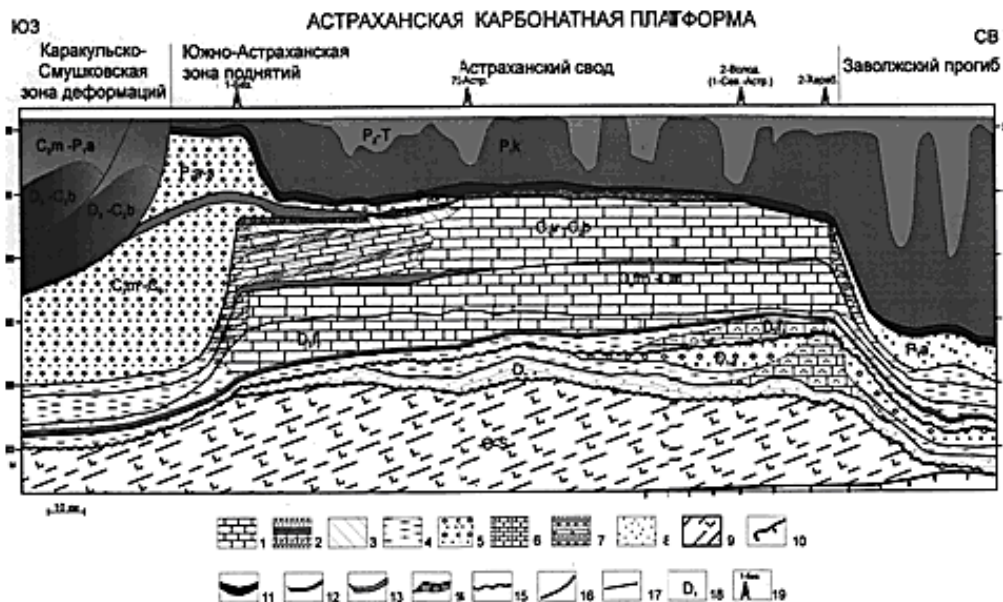


Рис. 1 Модель резервуара Астраханской карбонатной платформы (по Антипову М.П. и др) [1]
1 – карбонатно-терригенные отложения с биогермами; 2 – мелководные карбонатно-терригенные отложения с клиноформами; 3 – терригенные карбонатно-обломочные отложения; 4 – глинистые, карбонатно-глинистые отложения; 5 – комплексы заполнения депрессий; 6 – карбонатные постройки; 7 – комплексы мелководного вулканического шельфа; 8 – комплексы заполнения вреза; 9 – вулканогенно-осадочные комплексы нижнего палеозоя; 10 – поверхность фундамента; 11–13 – покрывки: региональные, зональные и локальные; 14 – область поверхности карбонатной платформы; 15 – поверхность региональных несогласий; 16 – разломы

В зоне сочленения кряжа Карпинского и Прикаспийской впадины авторами особо выделяется Нурин-Хагская структура центрального типа. Геолого-тектоническая модель представляет собой рифогенную микроплатформу приуроченную к девонскому вулcano-плутоническому центру. Она выделяется по магнитной аномалии и по результатам дешифрирования, КФС среднего масштаба и подтверждается геохимическими и сейсмическими исследованиями.

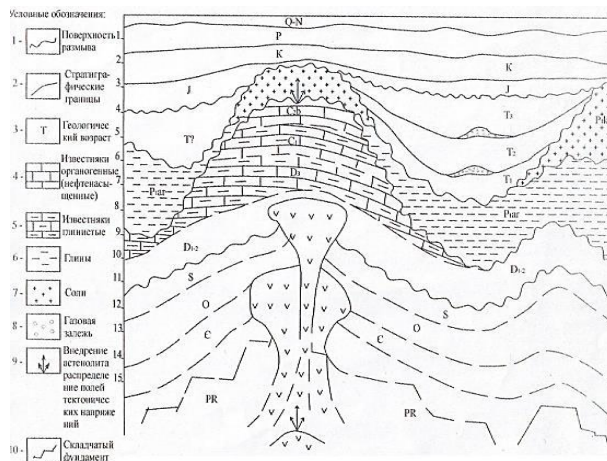


Рис. 2 Геолого-тектоническая модель Нурин-Хагской перспективной площади на нефть и газ

На территории Северо-Западного Кавказа, согласно известной геолого-тектонической модели Летавина А.И., отмечается приуроченность рифогенных построек к вулcano-плутоническим центрам юрского возраста. Они, как правило, диагностируются в рельефе по межгорным впадинам и аномальным расширениям пойм в долинах рек.

На территории Восточного Предкавказья сравнительно широко распространены в плане и в разрезе триасовые вулcanoгенно-карбонатные отложения. Они слагают особый переходный комплекс или структурно-тектонический этаж. Как известно, триасовый вулканизм широко распространен по всему миру. Он соответствует особому циклу тектономагматической активизации (200 млн. лет). На территории Восточного Предкавказья только по результатам бурения вскрыто 24 вулcano-плутонических центра (рис. 3). По результатам анализа данных бурения и сейсмических исследований отмечается закономерная приуроченность рифогенных построек и этих центров [2]. Они являются не только благоприятными условиями для образования древних рифов, но и вполне вероятными зонами субвертикального подтока флюидов. Вулcano-плутонические центры служат «генераторами» образования углеводородов (УВ) и являются постоянным поставщиком флюидов. На территории всего Ставрополя, по аналогии с Восточным Предкавказьем и Прикаспием, вероятны рифы и многочисленные залежи УВ, приуроченные к известным вулcano-плутоническим центрам палеозойского возраста (рис. 4).

Таким образом, первоочередными наиболее перспективными объектами для поисков залежей УВ, где возможны высокие дебиты эксплуатационных буровых скважин, являются рифогенные тела и карбонатные массивы, приуроченные к вулcano-плутоническим центрам девона, триаса, юры и вероятно более молодого возраста.

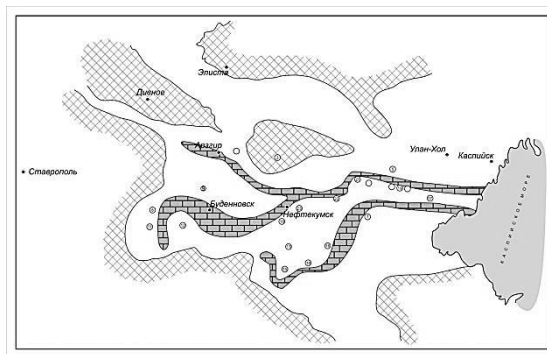


Рис. 3 Вулcano-магматические центры Восточного Предкавказья

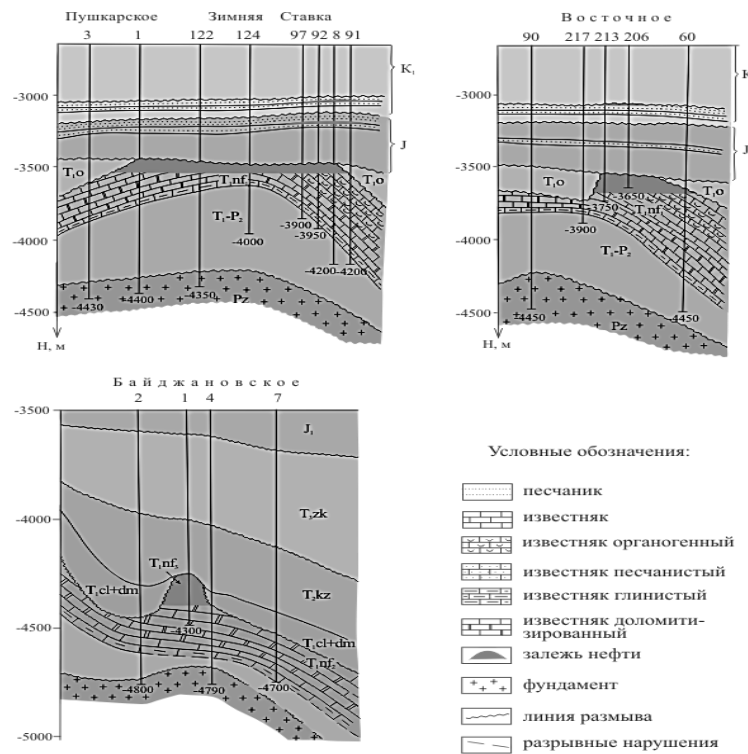


Рис. 4 Ловушки углеводородов в нефтекумской свите Прикумского нефтегазоносного района

Литература

1. Астраханский карбонатный массив. Строение и нефтегазоносность / Под ред. М.П. Антипова. – М.: Изд-во «Научный мир», 2008. – 221 с.
2. Назаревич Б.П., Назаревич И.А., Швыдко Н.И. Биогермные нижнетриасовые постройки новый тип природных резервуаров нефти и газа в Восточном Предкавказье // Современные проблемы геологии и геохимии горючих ископаемых. – М.: Наука, 1982. – С. 90 – 108.
3. Харченко В.М. Структуры центрального типа, их связь с месторождениями полезных ископаемых (на примере объектов Предкавказья и сопредельных территорий): Автореферат. Дис. докт. геол.-минер. наук. – Ставрополь, 2012. – 49 с.

**ЛИТОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ АЧИМОВСКОЙ
ТОЛЩИ НА ПРИМЕРЕ ЕТЫ-ПУРОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (ЗАПАДНАЯ СИБИРЬ)**

К.А. Хасанова

Научный руководитель доцент Р.А. Щеколдин

Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», г. Санкт-Петербург, Россия

На территории Западной Сибири существует большое количество неструктурных ловушек, с которыми связаны трудноизвлекаемые залежи углеводородов. Коллекторы нефтяных месторождений Западной Сибири характеризуются крайней фациальной неоднородностью. Последовательное изучение условий формирования и построение моделей природных песчаных тел позволит выявить расположение и ориентацию резервуаров с наиболее высокими фильтрационно-емкостными свойствами, а следовательно, повысить уровень разработки залежей углеводородов.

Еты-Пуровское месторождение расположено в юго-западной части Пурпейского нефтегазоносного района Надым-Пурской нефтегазоносной области Западно-Сибирского осадочного бассейна.

Ачимовская толща представлена несколькими песчано-алевритовыми пачками, переслаивающимися с глинистыми породами, мощность которой достигает 170 м. Пласты толщи характеризуются невыдержанностью по площади, располагаются относительно друг друга кулисообразно в субширотном направлении, и вытянуты в субмеридиональном направлении. На территории Еты-Пуровского месторождения песчаные отложения ачимовской толщи приурочены к пласту БП₁₅.

С формированием ачимовской толщи связывают различные процессы осадконакопления, по данным некоторых исследователей она формировалась в результате оползаний и выносов песчаных тел с континентального склона, и имеет турбидитный генезис [1, 4]. В других источниках указывается, что формирование толщи происходило путем выноса песчаных отложений мощными дельтовыми потоками [2, 3].

На территории Еты-Пуровского месторождения исследовано 11 разведочных и поисково-оценочных скважин, которые вскрыли ачимовскую толщу. Детально изучено и проинтерпретировано более 250 м керн, а также проведен анализ данных геофизики.

В результате описания керн выделены следующие структурно-генетические типы слоев [8]:

ХА – аргиллит алевритистый темно-серый, с горизонтальной слоистостью, часто намечаемой плитчатым расколом породы.

ХВ – градационное чередование алевролитов глинистых темно-серых и алевролитов серых, максимум гранулометрического состава в верхней части слоя. Встречаются следы деформации и оползания. Отмечены регрессивный и трансгрессивный типы слоев.

УВ – линзовидно-полосчатое чередование песчаников тонкозернистых светло-серых, алевролитов серых и аргиллитов темно-серых. Доля и мощность слоев песчаника увеличиваются к кровле. Встречаются разнонаправленные ходы илоедов, следы деформации и оползания. Присутствуют регрессивный и трансгрессивный типы слоев.

УС-III – песчаник от тонко- до мелкозернистого светло-серый, с гранулометрическим максимумом в центре слоя. Слоистость пологоволнистая, неотчетливая.

УС-IV – песчаник от тонко- до мелкозернистого светло-серый, с гранулометрическим максимумом в нижней части слоя. Слоистость волнистая, неотчетливая, в нижней части слоя встречаются среднекатаные уплощенные гальки алевро-пелитов толщиной до 5 см.

Общий анализ керн ачимовской толщи Еты-Пуровского месторождения позволил выделить характерные для данных отложений черты: 1) наличие текстур деформаций, связанные с оползаниями; 2) отсутствует ряд "глубоководные отложения – переходная группа – прибрежные песчаные отложения". Общий характер последовательности дает представление о глубоководной зоне шельфа, в которой, со следами деформаций, отложились мощные толщи песчаников. Таким образом, возникает вопрос о генезисе этих отложений.

По данному вопросу встречены заметки о флювиальных дельтах [5], которые испытывают влияние процессов турбидитообразования. В нижних частях многих разрезов фронтов дельт, особенно в глубоководных дельтах, присутствуют тонкие турбидитовые слои, образованные или непосредственно процессами, действующими в устье дельтового рукава, или в результате оползневых явлений в верхней части фронта дельты. Турбидиты особенно распространены там, где в области фронта дельты действовали процессы синседиментационного оползания и образования разрывов. Например, в дельтовой системе мелового бассейна Реконкаво в Бразилии среди фаций фронта дельты наблюдается большое разнообразие фаций оползания и

гравитационных потоков осадков, ввиду диапиризма, по причине которого возникают разрывные нарушения и увеличивается крутизна передовой дельты.

Однако существуют данные иного характера: проведено изучение отложений Мексиканского залива при помощи геофизических исследований, при котором проведен подсчет и анализ мощностей песчаных толщ. В результате в области глубоководья выявлены дельты типа «птичья лапа». Установлено, что когда эти дельтовые рукава выдвигались в область глубоководного шельфа, образовывались дельтовые конуса выноса, которые сопровождалась синседиментационными разрывными деформациями.

Впоследствии эти песчаные отложения авандельты наслаивались друг на друга и образовывали мощные песчаные толщ. Накопление этих толщ происходило на илах глубоководья, что под действием больших песчаных масс вызывало уплотнение пелитов и последующее погружение песчаных отложений. Для «свежих», только что принесенных, песчаников авандельты возникало новое пространство для осаждения, таким образом, происходило формирование депоцентров [5].

Природа возникновения деформаций может быть связана с тектоникой фундамента, как в дельте Ганга-Брахмапутры, помимо этого существует иной класс процессов деформации, он связан только с процессом осаждения отложений. Он заключается в следующем: при быстром осаждении авандельты и раннем захоронении песчаных отложений возникает нестабильность, связанная с гравитационными факторами. При оползании песчаных масс в дельте Миссисипи возникли обширные деформационные процессы, которые вызвали ротационные оползни, возникли рытвины фронта дельты, иловый диапиризм и поверхностные потоки илов [5].

Синседиментационная деформация действует преимущественно в передовой части дельты, которая имеет слабый наклон к глубоководью под средними углами $0,2-2^\circ$ (примерно такие же углы наклона имеют клиноформы неокомского комплекса Западной Сибири). Из-за увеличения крутизны склона, на нем возникает поверхностная неустойчивость, которая увеличивается при повышении нагрузки, вызванной высокой скоростью седиментации. Из-за этой неустойчивости часто происходит движение масс осадка, но следует учитывать, что эти движения могут быть отчасти результатом штормовых ударов волн, которые вызывают колебания морского дна. В результате этих процессов энергия сноса усиливается, что вызывает движение масс в область глубоководья. При высоких концентрациях метана в осадках, действие волновых ударов увеличивается, в итоге возникает разложение бактериального органического вещества.

Впоследствии при усилении сдвига и увеличении давления на дно, может возникнуть придонная дегазация осадка с его последующим разжижением.

Подобным образом могут возникать оползни и поверхностные потоки илов на слабонаклонном дне [5]. Кроме того, данные процессы могут являться причинами возникновения аномально высоких пластовых давлений, которые широко встречаются в отложениях ачимовской толщи Северного Приобья.

В первом случае описаны отложения, которым сопутствуют деформации, они возникли в результате гравитационных потоков, вследствие чего откладывались турбидиты. Однако в третичных отложениях Мексиканского залива имели место и оползания и глубоководный шельф, но не отмечено наличие турбидитов. По сути, описаны схожие процессы, но в одном случае отложились турбидиты, а во втором сформировалась дистальная часть дельты. В таком случае имеет смысл обратиться к значению этого термина.

Согласно отечественному словарю, «турбидит – это характерная ассоциация осадочных пород (песок-алеврит-ил в свежем состоянии, и песчаник-алевролит-аргиллит после литификации), образующаяся в глубоководных условиях за счет вещества, переносимого турбидными потоками. Турбидные (мутьевые) потоки обычно начинаются на бровке шельфа и за счет гравитационной энергии устремляются вниз по континентальному склону по системе подводных каньонов до его подножия или дальше, до абиссальной равнины. Для турбидитов характерно ритмичное чередование прослоев снизу вверх песков, алевритов и илов. Наиболее крупная фракция (песок) выпадает сразу, затем более мелкая и т.д. вплоть до илов. В теле турбидита содержатся десятки, сотни и тысячи таких циклов в зависимости от возраста турбидита и интенсивности осадконакопления на шельфе. Современные турбидиты отлагаются на глубине более 2000 метров» [6]. Установлено, что для формирования турбидитов необходим второй уровень лавинной седиментации, а именно континентальный склон.

По данным исследователей [2] необходимый для образования турбидитов большой столб воды не имел места, для этого глубина приемного водоема должна была достигать нескольких сотен метров и более, в то время когда для неокома Западно-Сибирского бассейна она не превышала первые десятки метров. Поэтому склоновые накопления внутренних поднятий дна бассейна могут быть ошибочно интерпретированы как классические турбидиты, которые на самом деле не несут типичных признаков последовательности Боумы [7].

Общепринятым фактом является то, что Западно-Сибирский осадочный бассейн являлся эпиконтинентальным морем, это значит, что он располагался в континентальном районе и представлял собой мелководный, замкнутый бассейн с запада, востока и юга. Вышеперечисленная информация исключает наличие континентального склона на территории Еты-Пуровского месторождения. Помимо прочего, в керне не встречена градационная расслоенность, которая характерна для турбидитов. Проведенный анализ позволяет сделать вывод о том, что отложения ачимовской толщи могли быть сформированы выдвиганием авандельты, что стало причиной деформации, а ее депоцентры на глубоководном шельфе, возможно, образовались за счет процессов изостазии.

Первые сейсморазведочные работы, в результате которых были выявлены Геофизическое и Антипаютинское локальные поднятия, были проведены в 1960–1961 гг. в акватории Обской и Тазовской губ.

Дальнейшее изучение геологического строения Гыданского полуострова региональными, площадными и детальными сейсмическими исследованиями было начато в 1972 г. [4].

В 1972–1981 гг. были выявлены Быстрицкийское, Новолунное, Меркуяхское, Вангутинское, Северо-Торамойское, Гыданское и другие поднятия, подготовлены к глубокому бурению по горизонтам юры и мела ранее обнаруженные Утреннее, Геофизическое (в пределах суши), Трехбугорное и Гыданское поднятия. Первое месторождение на Гыдане – Геофизическое – было открыто на одноименной локальной структуре в 1975 г.

Промышленные запасы газа указанного месторождения к 1976 г. достигли 20 млрд. м³. В 1978 г. были открыты еще два крупных газовых месторождения – Гыданское и Антипаютинское [3]. Наиболее значительное – Утреннее нефтегазоконденсатное месторождение (НГКМ) – установлено в 1979 г. Первоначально этот объект оценивался как сравнительно небольшой (его запасы газа категории В+С₁+С₂ не превышали 170 млрд. м³). В дальнейшем, при расширении поисковых работ в ареале трех структурных куполов, к которым приурочено месторождение, его запасы неуклонно возрастали и к 1998 г. достигли 760 млрд. м³. Утреннее месторождение – единственный «гигант» на Гыдане [3].

Изученность в целом меловой части осадочного чехла Гыданской области оценивается в 30–35 %. Практически неизученными остаются северные, восточные и северо-восточные районы. В настоящее время геолого-геофизические исследования в пределах Гыданского субрегиона практически прекращены из-за резкого уменьшения объемов федерального финансирования.

Литература

1. Алексин Г.А., Дурдиев З.Ж., Ростовцев В.Н. Перспективы поисков нефти и газа в юрских отложениях полуострова Ямал и Гыдан // Геология нефти и газа. – М., 1983. – № 2. – С. 1 – 6.
2. Белокин М.Д., Новиков Ю.Н. Месторождения-гиганты: закономерности распределения и возможности прогнозирования // Геология и геофизика. – Новосибирск, 2001. – Т. 42. – № 11 – 12. – С. 1739 – 1751.
3. Бородин В.Н. Особенности строения, корреляции и индексации основных продуктивных резервуаров неокома Западной Сибири // Геология, геофизика и разработка нефтяных месторождений. – М., 2000. – № 2. – С. 7 – 17.
4. Бочкарев В.С., Брехунцов А.М., Дещеня Н.П. Палеозой и триас Западной Сибири // Геология и геофизика. – Новосибирск, 2003. – Т. 44. – № 1 – 2. – С. 120 – 143

МИКРОСТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ КВАРЦЕВЫХ ЗЕРЕН В ПЕСЧАНИКАХ ВАСЮГАНСКОЙ СВИТЫ ПЛАСТА Ю₁¹⁻² КАЗАНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Д.А. Черданцева

Научный руководитель доцент Л.А. Краснощекова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Казанское нефтегазоконденсатное месторождение расположено в юго-восточной части Томской области, где точки зрения нефтегазоносности наибольший интерес представляют отложения васюганской свиты. Для разработки месторождения актуальным остается вопрос изучения закономерностей распространения песчаных тел – коллекторов, условий их формирования и выявления зон с наилучшими фильтрационно-емкостными характеристиками.

В работе исследовались осадочные отложения пласта Ю₁¹⁻² по скважине 14 Казанского месторождения. Автором изучались: ориентировки удлинённых кварцевых зерен, межзерновые и внутризерновые трещины, а также поровое пространство в ориентированных шлифах песчаников.

Морфологический анализ проводился с использованием предварительно ориентированных шлифов. Измерения включали в себя замер азимутов простирания наиболее удлинённых кварцевых зерен в песчаниках. Количество замеров, необходимое для построения достоверной картины распределения ориентировок 100–120 зерен в шлифе.

Параллельно с указанными замерами, снимаемыми на микроскопе, осуществлялось измерение ориентировок удлинений по фотографиям шлифа, где минимальное число замеров составило 200–300 зерен, с последующей обработкой данных в программах ArcGIS и Grapher 9 и построением диаграмм. Предложенная автором компьютеризированная методика измерения и подсчета ориентировки зерен позволяет упрощать работу с большим количеством полученных числовых данных.

Статистически обработанные результаты замеров были вынесены на круговые диаграммы. При измерении линейной ориентировки зерен были получены результаты для одной половины окружности (от 0 до 180°), ясно, что вторая ее половина является симметричной к первой [1].

Для визуализации и сравнения ориентировок зерен кварца по удлинению с другими петроструктурными данными использовалась программа Grapher 9, в которой по полученным данным были построены розы-диаграммы и проведены линии предпочтительных удлинений зерен кварца L₁, L₂, L₃ (рис. 1).

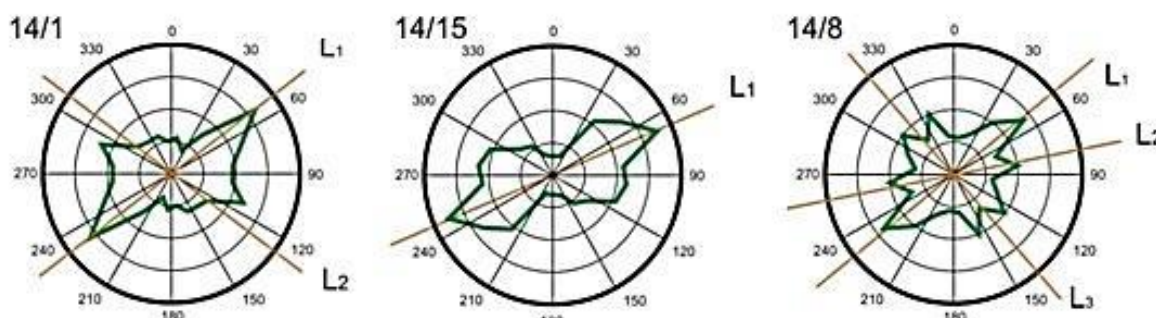


Рис. 1. Розы-диаграммы ориентировки удлиненных кварцевых зерен в песчаниках Ю₁¹⁻² Казанского месторождения, скважины 14

L₁, L₂, L₃ – предпочтительные направления удлинений зерен кварца в породах

Анализ кварцевых зерен по удлинению в плоскости напластования позволил выделить три основных типа преимущественных направлений ориентировки длинных осей кварцевых зерен в изучаемых песчаниках.

Первый тип ориентировок является преобладающим, для него характерно наличие двух направлений ориентировок удлиненных зерен кварца, первое из которых является доминантным. Второй тип можно выделить по наличию одного максимума продольной ориентировки зерен с незначительно развитыми поперечными ориентировками. Для третьего типа ориентировок, развитого ограниченно, характерно полимодальное распространение.

Для большей части исследуемых шлифов характерен первый тип с бимодальной ориентировкой L₁ и L₂. На диаграмме можно выделить распределение двух максимумов по удлинению зерен, один из которых занимает подчиненное положение (рис. 1, обр. 14/1). Подобная ориентировка может соответствовать прибрежной (внутренней) зоне водного бассейна, для которой характерно постоянное действие волн [2].

Наличие одного или двух максимумов по удлинению L₁ (рис. 1, обр. 14/15) является отличительным свойством для второго типа ориентировки удлинения кварцевых зерен. Здесь можно сделать вывод о предпочтительном расположении обломков кварца согласно направлению движения быстрого потока вод, что приводит к ориентации зерен острым концом вниз по течению. Подобная картина возможна при воздействии на осадок умеренной или сильной движущей среды, такой например, как вдольбереговые течения.

Веретенообразным расположением вытянутых обломков кварца в шлифах характеризуется третий тип ориентировок зерен в песчаниках – L₁, L₂, L₃ (рис. 1, обр. 14/8).

Четко выраженного максимума здесь не наблюдается, в связи с чем, можно предположить, что на формирование подобного рисунка при распределении зерен могли оказать влияние явления взмучивания осадка, напоминающие по своему типу турбидиты.

В еще не литифицированном окончательном осадке при условии наличия большого количества пластического глинистого материала было возможно перемещение терригенных зерен.

Таким образом, анализ роз-диаграмм предпочтительного распределения удлиненных зерен кварца в изучаемых песчаных породах показывает характерное преобладание двух ярко выраженных субортогональных направлений ориентировки кварцевых зерен по удлинению: северо-восточного и северо-западного.

Для каждого типа среды осадкообразования характерны определённые типы ориентировки кварцевых зерен в песчаниках. Вышеупомянутые данные при совместном анализе с другими характеристиками (текстурно-структурными, гранулометрическими и пр.) осадков могут быть использованы для определения и уточнения фациальной природы изучаемых отложений.

Трещиноватость зерен кварца и расположение (ориентировка) пор также подсчитывалась в ориентированных шлифах, в которых уже были определены ориентировки удлиненных кварцевых зерен.

На диаграммах отмечается совмещение ориентировок предпочтительных направлений удлинений зернового материала с направлениями максимально проявленных трещин катаклаза кварца в совокупности с главной осью эллипсоида магнитной анизотропии.

Основное направления ориентировки элементов в породах определяется как северо-восточное с подчиненным ему – северо-западным направлением (рис. 2).

Основные результаты сводятся к следующему:

Динамические и фациальные условия формирования пласта Ю₁¹⁻² на Казанском месторождении зависели от сформированного на начальном этапе седиментогенеза обломочного осадка с большим количеством пористого пространства – песка – в процессе аккумуляции средне-мелкозернистого обломочного материала.

Свой вклад в формирование рисунка преимущественных ориентировок внесли: шельфовая водная среда, носящая волноприбойный характер и вдольбереговые течения. Скорость волновых течений может быть определена как умеренно-сильная.

По данным морфологического и микроструктурного анализов отслеживается направления береговой линии – северо-восточное. Развитие пор и поровых каналов в песчаниках совпадает с направлениями удлинений в зернах кварца. В этом же направлении фиксируются наибольшее количество трещин катаклаза в терригенном материале песчаников с одновременным развитием дополнительных направлений дробления в зернах, что ведет к увеличению возможных направлений миграции углеводородов в пласте.

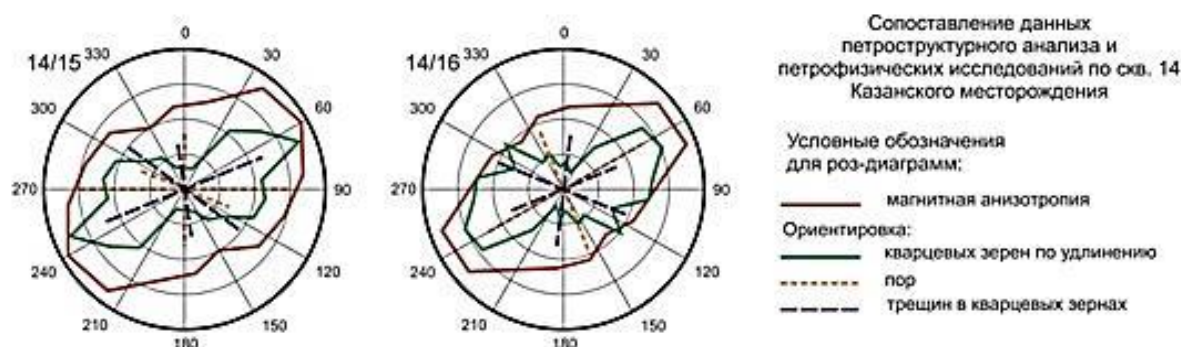


Рис. 2. Сопоставление данных петроструктурного анализа и петрофизических исследований по скважине 14 Казанского месторождения

Полученные результаты позволили уточнить условия осадконакопления изучаемых пород пласта Ю₁¹⁻² с преобладанием прибрежно-морского режима. Установленные направления предпочтительных ориентировок удлинений зерен кварца, трещин катаклаза и ориентировка порового пространства песчаников показывают хорошую согласованность и могут применяться для учета неоднородности пластов при моделировании месторождения.

Литература

1. Шванов В.Н. Петрография осадочных пород. – Л.: Недра, 1969. – 248 с.
2. Грязнова Т.Е. Ориентировка песчинок – методы ее изучения и геологическое значение // Вестник ЛГУ, 1949. – №2. – С. 97 – 105.
3. Краснощекова Л.А. Геологическое строение и условия формирования отложений васюганской свиты (пласт Ю₁²) Игольской куполовидной структуры: дисс. канд. геол.-минерал. наук. – Томск, 2006 – 174 с.

ТРИМЕТИЛАЛКИЛБЕНЗОЛЫ В СОСТАВЕ РАССЕЯННОГО ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ПОРОД РАЗРЕЗА АРЧИНСКОЙ ПЛОЩАДИ

Д.Ю. Чиркова

Научные руководители научный сотрудник Н.А. Красноярова¹,
старший преподаватель М.А. Гладких²

¹Институт химии нефти СО РАН, г. Томск, Россия

²Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Геохимическое изучение территории Томской области, начатое еще в 1954 г. после получения первого непромышленного притока нефти из базальных отложений на Колпашевской площади, до сих пор представляет значительный интерес. Объектом исследования послужили углеводородные флюиды Нюрольской впадины, где в зоне контакта доюрского фундамента и палеозоя исследованы углеводороды (УВ) на Арчинской площади под тогурским флюидоупором (tg/PZ). Изучены 8 образцов рассеянного органического вещества (РОВ) пород тогурской свиты (нижняя юра) и палеозоя, отобранных с Арчинской площади, скв. 54.

Битумоид получен экстракцией хлороформа с 7 % метанолом с последующим разделением методом жидко-адсорбционной хроматографии на колонке с окисью алюминия IV степени активности. В качестве элюента использовали гексан. Детальный анализ молекулярного состава осуществляли с помощью хромато-масс-спектрометра высокого разрешения.

В образцах РОВ пород идентифицированы структурные группы алканов, алкилциклогексанов, стеранов, терпанов, алкилбензолов, ди-, три-, тетра- и пентаароматических углеводородов.

В образцах изученных пород обнаружены никелевые и ванадиловые порфирины, которые свидетельствуют об условиях захоронения ОВ. Рассчитано отношение содержания V/V+Ni, которое увеличивается вниз по разрезу нижней юры от 0 до 1, а для палеозоя от 0,2 до 1. Увеличение отношения показывает уменьшение аэрации в ходе накопления ОВ в морском бассейне при отсутствии сероводородного заражения.

Среди алифатических УВ исследованных РОВ пород преобладают алканы нормального строения. Образцы тогурской свиты характеризуются более высоким относительным содержанием н-алканов 52,2–73,7 % по сравнению с палеозойскими (28,7–43,7 %). Молекулярно-массовые распределения (ММР) н-алканов характеризуется преобладанием C₁₄-C₁₆ гомологов, что говорит о сапропелевом типе ОВ. В зоне контакта нижней юры и палеозоя отмечен более широкий максимум C₁₅-C₂₃. Существенный вклад морских водорослей в формирование исходного ОВ подтверждается отношением C₂₇/C₁₇ н-алканов, которое во всех образцах РОВ меньше единицы. Коэффициент CPI указывает, что РОВ палеозоя более термически преобразованное, чем тогурской свиты. Отношение четных гомологов н-алканов к нечетным для палеозойских образцов близко к 1, что

свидетельствует о значительной преобразованности ОВ. Следует отметить, что для большинства образцов с уменьшением содержания n-алканов возрастает содержание изо-алканов. Отношение пристана к фитану (Pr/Ph) для нижней юры меняется в диапазоне 1,5–2,4, а для палеозоя – 2,0–3,2.

Содержание алкилциклогексанов и метилалкилциклогексанов соизмеримы и увеличивается вниз по разрезу, изменяясь от 2,07 % до 6,92 %.

Суммарное содержание терпанов в смеси идентифицированных УВ, представленных би- (сесквитерпаны), три-, тетра- и пентациклическими структурами, изменяется в пределах 0,9–3,4 %. Сесквитерпаны включают изомеры нордримана, дримана и гомодримана. Их вклад в содержание терпанов достигает 90 % в кровле тогурской пачки и снижается к подошве до 81 %. А в разрезе палеозоя содержание сесквитерпанов увеличивается с глубиной от 68 до 77 %.

Относительное содержание трициклических терпанов от общего количества терпанов для тогурской свиты в среднем составляет 4 % отн., тогда как для палеозоя 12,7 % отн.

Петациклические терпаны представлены соединениями ряда гопана и гаммацераном. Их доля от общего содержания терпанов достигает 22,8 % в кровле палеозоя. Соотношению S и R изомеров гопанов, используемое для определения зрелости, указывает, что органическое вещество достигло главной зоны нефтеобразования.

Наличие гаммацерана во всех образцах свидетельствует о бассейне седиментации с нормальной соленостью [1]. Отсутствие олеанана в ОВ пород может быть обусловлено древним возрастом отложений (старше мелового), когда появились содержащие олеановые структуры покрытосеменные растения [2].

В смеси идентифицированных УВ суммарное содержание стеранов составляет 0,05...0,22 %. Для палеозойских отложений отмечены максимальные значения содержания стеранов. Отношение стеранов к гопанам указывает на морской генезис органического вещества. Повышение доли диастеранов в юрских породах указывает на морские прибрежные или мелководные условия осадконакопления. По соотношению изомеров изостеранов C₂₇, C₂₈, C₂₉ органическое вещество пород разреза отлагалось в морских и прибрежно-морских условиях.

Содержание среди УВ ароматических структур изменяется от 7,7 до 49,2 % отн. Было замечено, что содержание ароматических УВ в составе РОВ пород палеозоя уменьшается вниз по разрезу. В составе аренов преобладают бициклические, а среди них – диметилзамещенные структуры.

Расчитанные по распределению и составу фенантрена (Ф) и изомеров метилфенантрена (МФ) метилфенантеновый индекс MPI = 1,5 (2MP+3MP)/(P+1MP+9MP) и отражательная способность витринита R_c = 0,6 MPI + 0,4, соответствуют стадиям катагеназа МК1-МК2 (основная фаза нефтеобразования) [3].

Среди АБ были идентифицированы соединения с одним неразветвленным алкильным заместителем (н-АБ) в молекуле, с дополнительной метильной группой в мета-, орта- и пара- положении (МАБ), и триметилалкилбензолы (ТМАБ) с алкильным заместителем изопреноидного строения.

Содержание н-АБ относительно общего содержания алкилбензолов изменяется от 4,9 до 24,3 %, их молекулярно-массовое распределение имеет достаточно схожий вид с отчетливым максимумом в области C₁₂-C₁₅. Среди изомеров МАБ для всех образцов отмечено преобладание орта-форм, что свидетельствует о морском генезисе ОВ.

Триметилалкилбензолы – арил-изопреноиды с длиной изопреноидной цепи от C₄ до C₁₂ зафиксированы во всех образцах и имеют наибольший вклад в содержание алкилбензолов. В максимальном количестве среди ТМАБ присутствуют гомологи C₁₃-C₁₅, содержащие в алкильной цепи 4-6 атомов углерода. Присутствие их в РОВ пород Арчинской площади зафиксировано впервые.

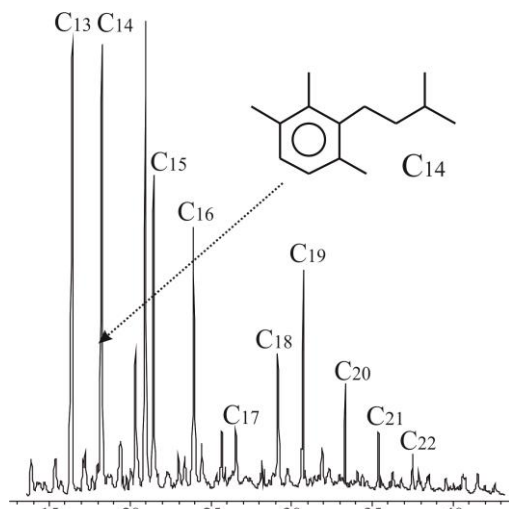


Рис. 1. Масс-фрагментограмма по m/z 133 образца, отобранного из тогурской пачки

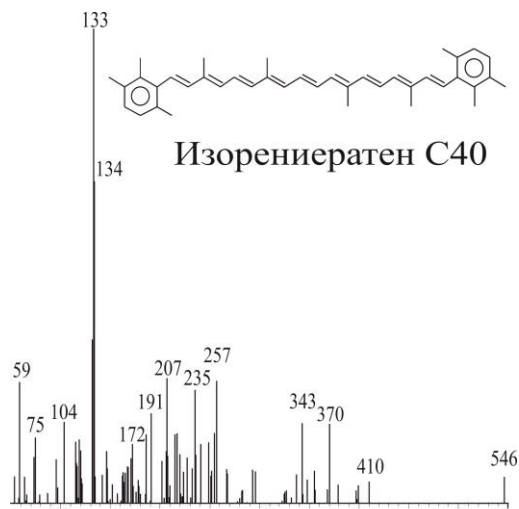


Рис. 2. Спектр соединения зафиксированного в образце, отобранного из тогурской пачки

Низкое содержание гомолога C_{17} вытекает из строения изопреноидной боковой цепи биологических предшественников арил-изопреноидов – ароматических каротиноидов изорениератена и β -изорениератена (рис. 2). Эти изопреноиды присутствуют в фотосинтетических зеленых серных бактериях (*Chlorobiaceae*), которые существуют в строго анаэробной среде и для их метаболизма требуется свет и H_2S [4]. Следовательно, наличие арил-изопреноидов в нефтях обеспечивает свидетельство того, что накопление органического вещества протекало в фотической зоне эвксинного бассейна. Сам изорениератен был зафиксирован на 89 минуте выхода хроматограммы в одном из образцов, отобранных из тогурской пачки, что подтверждает образование арилизопреноидов путем распада молекулы изорениератена.

Оценить стабильность фотической зоны эвксинного бассейна можно используя индекс AIR, который рассчитывается отношением арилизопреноидов с алкильной цепью короткой длины C_{13-17} к арилизопреноидам с алкильной цепью средней длины C_{18-22} . Значение арилизопреноидного индекса свидетельствует о перемешивании толщи воды и нестабильности фотической бескислородной зоны [5]. Отмечена зависимость величины пристана к фитану от индекса AIR, что подтверждает зависимость изопреноидов ТМА с алкильной цепью разной длины от окислительно-восстановительных условий осадконакопления.

В составе РОВ пород Арчинской площади впервые были обнаружены арилизопреноиды с длиной изопреноидной цепи от C_4 до C_{12} . Исходя из полученных данных о составе *n*-алканов, стеранов, терпанов, МАБ можно заключить, что исследованное РОВ пород Арчинской площади отлагалось в морских и прибрежно-морских условиях с нормальной соленостью, основные биопродукты морские водоросли. В ходе накопления ОБ была стратификация толщи воды, с присутствием фотической бескислородной зоны и сероводородного заражения, что объясняет наличием арилизопреноидов в составе ОБ. Индекс AIR говорит о периодическом перемешивании толщи воды и вымывании зоны сероводородного заражения, что позволило накопиться никелиевым порфиринам. По данным о составе *n*-алканов, стеранов и фенантенов исследованное РОВ пород достигло главной зоны нефтеобразования.

Литература

1. Moldowan J.M., Dahl J.E.P., Huizinga B.J., Fago F.J., Hickey L.J., Peakman T.M., Taylor D.W. The molecular fossil record of oleanane and its relation to angiosperms // *Science*, 1994. – V. 265. – P. 768 – 771.
2. Huang W.Y., Meinschein W.G. Sterols as ecological indicators // *Geochimica et cosmochimica acta*, 1979. – V. 43. – № 5. – P. 739 – 745.
3. The Biomarker Guide – Interpreting Molecular Fossils in Petroleum and Ancient Sediments / Peters K.E., J.M. Moldowan. – Hall, Englewood Cliffs, New Jersey Prentice, 1993. – 363 p.
4. Summons R.E., Powell T.G. Identification of aryl isoprenoids in source rocks and crude oils: Biological markers for the green sulfur bacteria // *Geochim. Cosmochim. Acta*. 1987. – V. 51. – P. 557 – 566.
5. Schwark L., Frimmel A. Chemostratigraphy of the Posidonia Black Shale, SW-Germany II. Assessment of extent and persistence of photic-zone anoxia using arylisoprenoid distributions // *Chemical Geology*, 2004. – V. 206. – P. 231 – 248.

ПЕРСПЕКТИВЫ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ ПАРБИГСКОЙ ПЛОЩАДИ (ТОМСКАЯ ОБЛАСТЬ)

К.И. Шарун

Научный руководитель доцент Н.М. Неволишко

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В работе изучалось геологическое строение, литологические особенности и перспективы нефтегазности Парбигской площади. Площадь расположена на территории Бакчарского района Томской области, в географическом отношении – в юго-восточной части Западно-Сибирской низменности, у истоков реки Парбиг – левого притока р. Оби.

Актуальность исследований связана с перспективами нефтегазности доюрских, верхнеюрских, а также меловых комплексов пород (палеозойских отложений, из верхней части доюрских образований, пешковская свита, и пород среднеюрского комплекса изучаемой территории, расположенной в юго-западной части Бакчарского нефтегазносного района Пайдугинской нефтегазносной области [1]. При испытаниях скважины Парбигская-1 получены непромышленные притоки нефти из верхней части. По данным И.В. Гончарова и др. [2], нефть относится к тогурскому типу. Начальные извлекаемые ресурсы углеводородов по всем нефтегазносным комплексам по району составляют 19911 тыс. т при плотности 2–3 тыс. т/км² [1].

Несмотря на то, что геологическое изучение Парбигской площади и прилегающих территорий начато еще в 1947-1950 гг., геолого-геофизическая изученность района крайне низкая. Проведенными в ограниченном объеме сейсморазведочными работами методом отраженных волн (МОВ) Парбигская структура по основным отражающим границам разделилась на 3 самостоятельных структурных элемента – Парбигский I, II и III. В 2003–2004 гг. сейсморазведочными работами МОГТ-2Д была подготовлена и паспортизирована Восточная структура.

В геологическом строении разреза площади принимают участие в различной степени доюрские метаморфизированные породы палеозойского фундамента, перекрытые несогласно залегающими терригенными мезозойско-кайнозойскими отложениями платформенного чехла. Юрский комплекс представлен свитами с которыми в основном и связаны нефтегазносные отложения. В эту группу входят: пешковская, тюменская, наунакская и марьяновская свиты. Вскрытая мощность осадочного чехла 2,5 км.

В тектоническом отношении район приурочен к юго-восточной окраине Западно-Сибирской плиты и расположен на северо-восточном склоне Калгачского выступа, погружающегося в сторону Бакчарской впадины. фундамент Западно-Сибирской плиты. Здесь образует зоны складчатых систем докембрия, палеозоя и раннего триаса, сформированные байкальским, салаирским, каледонским, герцинским тектономагматическими циклами, а также этапом раннетриасового рифтогенеза [3].

Перспективность территории связана с 3 нефтегазонными комплексами : доюрский НГК, верхнеюрский НГК и нижнемеловой НГК. Эти НГК были сформированы в различных обстановках осадконакопления: от морских до континентальных, а потому в разрезе встречаются как песчаники и алевролиты с известковистыми остатками морской фауны, так и глинистые отложения с включениями пирита и растительного детрита.

Первым по значимости комплексом отложений, перспективных на обнаружение залежей УВ, является доюрский комплекс отложений. На структурном плане наиболее контрастными элементами рельефа доюрской эрозионной поверхности являются Восточное локальное поднятие, осложненное разломами, затрагивающими все отложения, от палеозоя и до палеогена включительно и Парбигская группа поднятий, которая разделяется на три самостоятельных антиклинальных структуры (Парбигская I, II, III).

По результатам испытания скважины Парбигская I, был получен непромышленный приток нефти дебитом 0,51 м³/сут. и пластовой воды дебитом 1,02 м³/сут., в связи с чем перспективность первой структуры оценивается как высокая.

Второй нефтеперспективный участок располагается на востоке площади и приурочен к Восточному л.п. Кроме того, на восточном склоне поднятия выявлены также два нефтеперспективных объекта – Восточный II, площадью 2,3 км² и Восточный III, площадью 1 км².

Перспективность палеозойского комплекса связана со всеми структурами, но Восточная структура может рассматриваться как высокоперспективная в связи с развитием ярко выраженной разрывной тектоники.

Отложения пещковской свиты, залегающие на основании палеозойского фундамента со стратиграфическим несогласием, развиты почти повсеместно, за исключением сводовой части структуры Парбигская II. Мощность отложений пещковской свиты составляет 110 м. Песчаные отложения преобладают над аргиллитами, но незначительно. Песчаники имеют низкие фильтрационно-емкостные показатели. Испытания скважины Парбигская-3 показали, что пластов, способных отдавать пластовые флюиды, нет.

Таким образом, можно сделать вывод, что отложения пещковской свиты в пределах площади на современной стадии изученности следует считать малоперспективными для обнаружения в них залежей углеводородов.

Среди юрских отложений перспективными можно считать отложения тюменской свиты. Потенциально нефтеносными здесь являются пласты от Ю₉ до Ю₂. В нижнетюменской подсвите и низах среднетюменской подсвиты пластов, представляющих интерес в нефтепоисковом отношении, не выявлено

Первый потенциально нефтеносный пласт – пласт Ю₅, при испытании которого был получен слабый приток воды в скважине Парбигская-1 дебитом 1,68 м³/сут.

Так как на Парбигской структуре пласт представлен алевроитовыми разностями, а на восточном локальном поднятии песчаников на данном стратиграфическом уровне практически нет, то перспективы нефтегазосности этого пласта можно считать очень небольшими.

Второй пласт – пласт Ю₄, приуроченный к низам верхнетюменской подсвиты, при испытании скважины Парбигская-1 также дал приток пластовой воды дебитом 1,19 м³/сут. Учитывая, что на Парбигской структуре пласт водоносен, основные перспективы данного комплекса следует связать с Восточным поднятием.

Вторым по значимости, после доюрского, крупным комплексом отложений, перспективным на обнаружение залежей УВ, является верхнеюрский.

Так как наука свита формировалась преимущественно в континентальных условиях и без следов стратиграфического несогласия залегают на тюменской, в этих условиях трудно ожидать площадного развития песчаных пластов, скорее это будут линзовидные тела, достаточно локализованные по площади. По результатам испытания скважин и данным динамического и кинематического анализа Западная часть площади представляется малоперспективной.

В тоже время на Восточной структуре совпадают несколько факторов, благоприятных для формирования залежей УВ. К числу таких факторов следует отнести: наличие густой сетки подводящих каналов для миграции флюидов (разлом), прогнозируемое улучшение коллекторских свойств в надугольной части разреза и относительно повышенные прогнозные мощности песчаных пластов Ю₁¹⁻², составляющие в среднем 54 м.

Таким образом, после детального рассмотрения перспектив нефтеносности отдельных перспективных комплексов можно сделать следующие выводы:

- наиболее перспективной структурой на Парбигской площади является Восточное л.п., где потенциально нефтеносными являются образования доюрского комплекса, а также отложения юры и нижнего мела;

- в результате проделанной работы были выделены перспективные объекты в верхней части доюрских образований, а также в пластах Ю₄, Ю₁¹⁻², Б₈₋₁₂.

Литература

1. Геология нефти и газа Западной Сибири // А.Э.Конторович, И.И. Нестеров, В.С. Сурков и др. – М.: Недра, 1975. – 680 с.

2. Гончаров И.В., Носова С.В., Самойленко В.В. Генетические типы нефтей Томской области / Химия нефти и газа: Материалы V международной конференции. – Томск: Изд-во Института оптики атмосферы СО РАН, 2003. – С. 10 – 13.
3. Сурков В.С., Жеро О.Г. Фундамент и развитие платформенного чехла Западно-Сибирской плиты. М. Недра, 1981. – 143 с.

ВЛИЯНИЕ ЛИТОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ НА ФИЛЬТРАЦИОННО-ЕМКОСТНЫЕ И ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КОЛЛЕКТОРОВ (НА ПРИМЕРЕ ОДНОГО ИЗ МЕСТОРОЖДЕНИЙ КАЙМЫСОВСКОГО СВОДА)

К.В. Шенделева

Научный руководитель инженер Н.С. Мурзина

Томский научно-исследовательский и проектный институт нефти и газа, г. Томск, Россия

Цель исследовательской работы заключалась в выяснении особенностей фильтрационно-емкостных (ФЕС) и электрических свойств по пластам и их связей с литологическими параметрами. Для достижения поставленной цели использовались результаты определения коллекторских и петрофизических свойств, а также описания петрографических шлифов.

Объектом исследования являлись песчаники продуктивных пластов Ю₁¹ и Ю₁², вскрытых скважиной 1 в интервалах 2754,0–2760,2 м (Ю₁¹), 2762,0–2766,0 м (Ю₁²) и скважиной 2 – в интервалах 2566,0–2574,0 (Ю₁¹), 2576,5–2579,0 м (Ю₁²). Отложения пласта Ю₁¹ представлены песчаниками разнозернистыми при преобладании средне-мелкозернистых, с медианным диаметром зерен (Md) 0,16–0,29 мм, в верхней части карбонатными и слабокарбонатными, а в нижней – слабоглинистыми. Сортированность песчаников пласта улучшается вверх по разрезу от средней до хорошей с коэффициентом сортировки (So) 1,39–2,00. Пласт Ю₁² представлен средне-мелкозернистыми слабоалевритистыми песчаниками (Md=0,22–0,25мм) хорошо сортированными (So=1,29–1,37).

Пористость песчаников (Кпо) пласта Ю₁¹ варьирует в диапазоне 6,1–21,5 %, пласта Ю₁² – 5,5–21,0 %. Для пласта Ю₁¹ зафиксированы значения проницаемости (Кпр) до 75,7 мД, для Ю₁² – до 224,47 мД, которые демонстрируют умеренно низкую зависимость от пористости с коэффициентами корреляции 0,69 (скв. 1) и 0,64 (скв. 2). Удельное электрическое сопротивление (УЭС) полностью насыщенных моделью пластовой воды образцов по пластам варьирует в диапазоне 2,6–7,3, единично 19,9 и 22,4 Ом·м, что объясняется присутствием в песчаниках кальцитового цемента. УЭС характеризуется отрицательной связью с Кпо (K_{корр} = -0,86) и Кпр (K_{корр} = -0,48) и положительной – с коэффициентом карбонатности (Ск) пород (K_{корр} = 0,58). В обеих скважинах для пласта Ю₁² характерны низкие и выдержанные по глубине по сравнению с пластом Ю₁¹ значения УЭС. Коэффициент карбонатности по ФЕС песчаников в среднем не превышает 4 %, за исключением нескольких образцов из пласта Ю₁¹ с коэффициентом карбонатности 17–31 %. Параметр пористости (Рп) варьирует от 15,2 до 389,6 в пласте Ю₁¹ и от 14,8 до 124,8 – в пласте Ю₁². На рисунке показаны изменения ФЕС с глубиной на примере скв. 1.

С целью выяснения причины неравномерности распределения ФЕС по пластам была поставлена задача выявления зависимостей этих свойств от зернистости, степени сортированности пород, вещественного состава обломочной части и цемента.

Для решения задачи построено более 60 диаграмм и рассчитаны парные коэффициенты корреляции (K_{корр}) (табл.), критические значения уровней значимости которых 0,51 (скв. 1) и 0,75 (скв. 2), исходя из размеров выборки [4]. Анализ зависимостей показал, что с увеличением размера зерен возрастают пористость и проницаемость песчаников и уменьшается УЭС. С увеличением коэффициента сортированности, т. е. понижения степени сортированности, пористость и проницаемость песчаников уменьшаются, но увеличивается УЭС образцов.

С увеличением содержания кварца, характеризующего зрелость пород, возрастают пористость и проницаемость. Среднее количество кварца в песчаниках составляет 49 %. Кварц представлен обломками разнообразной формы, нередко подверженными умеренной коррозии, которая выражается в наличии неровных и нечетких границ. Реже наблюдается регенерация кварца, сопровождающаяся появлением у зерен хорошо проявленных граней, углов.

Увеличение количества полевых шпатов (ПШ), составляющего в среднем 37 %, отрицательно влияет на пористость и проницаемость песчаников. Изменения ПШ проявлены преимущественно в слабой степени и выражены в их растворении, пелитизации и серицитизации. Среднее количество обломков пород, представленных кремнистыми, слюдисто-кремнистыми, слюдистыми, эффузивами, хлоритами и пегматитами, составляет 13 %.

В песчаниках скв. 1 наблюдается возрастание, а в скв. 2 – уменьшение пористости и проницаемости с увеличением количества обломков пород, что указывает на отсутствие однозначной связи между этими параметрами.

Пирит содержится в количестве 1–4 % и встречается в шлифах в виде многочисленных мелких неравномерно рассеянных глобулей, кристаллов и их сростков размером до 0,4 мм, звездчатых агрегатов, тонкозернистых скоплений и плотных включений. Реже пирит встречается в прослоях в ассоциации с органическим веществом и глинисто-гидросланцевым материалом. Установлено, что с увеличением количества пирита наблюдается слабозамечная тенденция уменьшения электрического сопротивления (близкий к критическому K_{корр} = -0,49), но этого не достаточно для утверждения о том, что пирит является возможной причиной низких УЭС в исследуемых песчаниках.

Цементирующий материал в песчаниках распределен неравномерно и представлен каолинитом, гидрослюдой, кальцитом, сидеритом.

Каолинит содержится в количестве 3,7 % (среднее для обеих скважин) и образует поровый тип цемента. Его содержания имеют положительную корреляционную связь с пористостью, что объясняется распространёнными микропорами в каолините цемента.

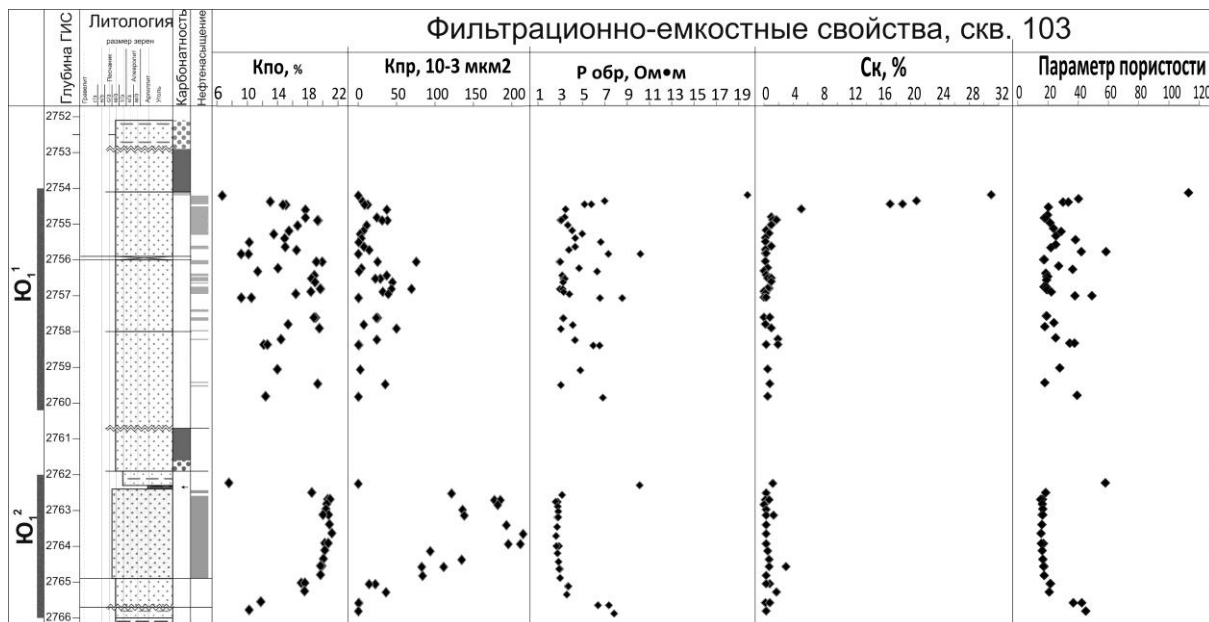


Рис. Графики изменения ФЕС скв. 1 с глубиной

Проницаемость песчаников уменьшается с увеличением каолинита в цементе. Наличие каолинита также слабо отражается на УЭС песчаников, что проявляется в его занижении с увеличением глинистого компонента. Для гидрослуды (содержание 2,0–3,8 %) характерен пленочно-поровый тип цемента.

Выяснилось, что с увеличением содержания гидрослуды происходит уменьшение исследуемых ФЕС коллектора.

Кальцит (содержание 1,3–9,0 %) образует поровый коррозионный тип цемента, его содержание имеет отрицательную корреляционную связь с пористостью и проницаемостью, выраженную в уменьшении последних с увеличением количества кальцита в цементе, и положительную связь с УЭС.

Сидерит тонкокристаллический и пелитоморфный содержится в количестве 2,5 % в песчаниках только скв. 2, образует поровый тип цемента. Наблюдается уменьшение пористости и проницаемости с возрастанием количества сидерита и положительная корреляционная связь с УЭС.

Таблица

Парные коэффициенты корреляции петрофизических и литологических свойств песчаников

	ФЕС	Md	So	Каолинит	Гидро- слуда	Кальцит	Сидерит	Кварц	ПШ	Обломки пород	Пирит
Скв. 105П	Кпо _{жид} , %	0,67	-0,71	0,36	-0,11	-0,82	-0,81	0,65	-0,38	-0,41	0,10
	Кпр, 10 ⁻³ МКМ ²	0,66	-0,69	-0,15	-0,39	-0,49	-0,49	0,85	-0,65	-0,25	-0,24
	УЭС _{обр} , Ом*м	-0,42	0,49	-0,51	-0,29	0,97	0,95				-0,36
Скв. 103	Кпо _{жид} , %	0,25	-0,42	-0,39	0,06	-0,67	-	0,29	-0,22	0,50	0,56
	Кпр, 10 ⁻³ МКМ ²	0,09	-0,51	-0,64	0,17	-0,32	-	0,40	-0,64	0,65	0,51
	УЭС _{обр} , Ом*м	-0,27	0,48	-0,34 (Ю ₁ ¹); -0,11 (Ю ₁ ²)	-0,11	0,85	-				-0,49

Критическое значение коэффициента корреляции 0,51 (скв. 1), 0,75 (скв. 2) (при P<0,05) [4].

В результате проведенных исследований были сделаны следующие выводы:

1) пористость и проницаемость возрастают с увеличением размерности зерен песчаников, зависят от количества кварца, и уменьшаются с увеличением гидрослюдистого, кальцитового и сидеритового цемента; замечено закономерное понижение проницаемости с возрастанием количества зёрен ПШ;

2) УЭС уменьшается с увеличением зернистости, пористости, проницаемости, а также содержания каолинитового и гидрослюдистого цемента. Повышение УЭС связано с увеличением количества карбонатного цемента и степени сортированности.

Литература

1. Ежова А.В. Геологическая интерпретация геофизических данных: Учебное пособие. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2007. – 113 с.
2. Сахибгареев Р.С. Вторичные изменения коллекторов в процессе формирования и разрушения залежей. – Л.: Недра, 1989. – 260 с.
3. Тиаб Дж., Доналдсон Эрл Ч. Петрофизика: теория и практика изучения коллекторских свойств горных пород и движения пластовых флюидов / Перевод с английского. – М.: ООО «Премиум Инжиниринг», 2009. – 868 с.
4. Fisher R.A., Frank Y. Statistical Tables for Biological, Agricultural and Medical Research, 6th ed., published by Longman Group, Ltd., London (previously published by Oliver and Boyd, Edinburgh), 1963. – 155 p.

ВЫЯВЛЕНИЕ ВЕЩЕСТВЕННОГО СОСТАВА И ГЕНЕЗИСА ОТЛОЖЕНИЙ ТАЛАХСКОЙ СВИТЫ НА ПРИМЕРЕ ЧАЙКИНСКОЙ ПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ СКВАЖИНЫ №367

Д.А. Щетинкина

Научный руководитель профессор В.П. Алексеев

Уральский государственный горный университет, г. Екатеринбург, Россия

Объектом исследования является талахский горизонт на примере Чайкинской параметрической скважины №367, которая находится в зоне сочленения Непско-Ботубобинской антеклизы и Предплатомского краевого прогиба.

Цель работы – выявление минералого-петрографических, фациальных характеристик и характера распространения геохимических индикаторов, определяющих состав и генезис отложений.

Первым этапом работы явилось макроописание пятнадцати образцов керн, отобранных из Чайкинской параметрической скважины №367, вскрывшей исследуемый талахский горизонт (рис. 1). Для примера приведена характеристика четырех образцов, отобранных из интервала 1630–1657 м. Фациальный состав приведен в соответствии с атласом [1].

Образец 1

Мелко-среднезернистый песчаник с зернами крупнозернистого песчаника (около 10 %), зерна сферичной формы и хорошо окатанные. Сортировка плохая. Цвет светло-серый. Текстура неяснослоистая, слоистость. Фация гравийно-песчаных осадков русла крупных равнинных рек (АРР).

Образец 3

Переслаивание двух типов пород. 1) Песчаник средне-мелкозернистый с включениями зерен крупнозернистого песчаника (зерна хорошо окатанные и сферичной формы). Сортировка плохая. Цвет серый. Текстура неяснослоистая, слоистость. 2) Алевроаргиллит мелкозернистый с хорошей сортировкой, включения редких зерен крупнозернистого песчаника (зерна хорошо окатанные и сферичной формы). Цвет зеленовато-черный. Текстура косоволнистая слабосрезанная, местами линзовидная. Фация алевроито-песчаных осадков прирусловой части поймы и ее паводковых вод (АПП).

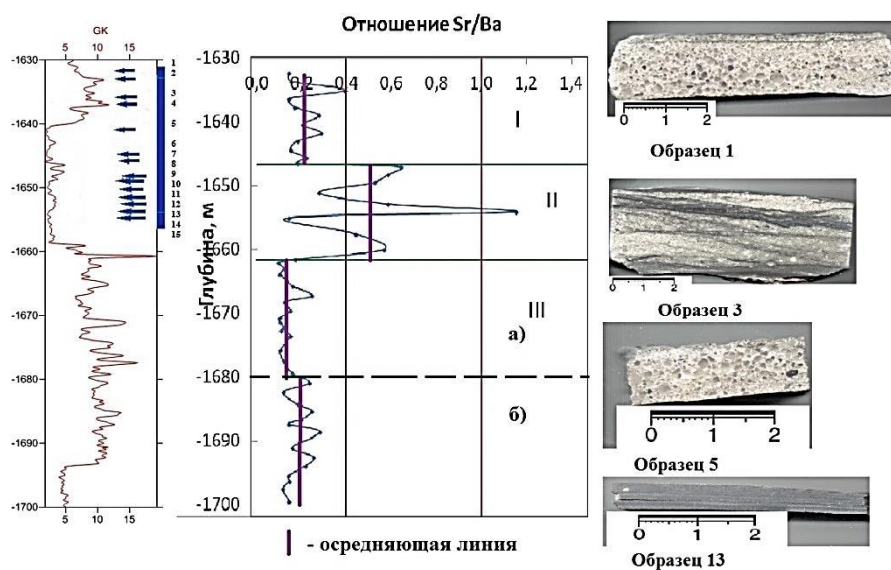


Рис. 1. Привязка образцов с примером фотографий и распределением отношения Sr/Ba с глубиной

Образец 8

Аргиллит зеленовато-серого цвета, текстура неяснослоистая, скрытая. Редкая рассеянная вкрапленность сульфидов (пирит). Фация глинисто-алевритовых осадков застойных и зарастающих стариц и вторичных водоемов поймы (АПВ).

На втором этапе выполнены гранулометрический и петрографический анализы в шлифах из терригенных пород талахского горизонта. В целом песчаник представлен средне-мелкозернистой разностью с различными включениями грубозернистой фракции. Сортировка плохая. Обломки полуокатанные, контакты конформные. Цемент пленочный глинистый, реже поровый. Аргиллит имеет редкие включения карбонатных кристаллов, пирита, тонких чешуек слюды и лейкоксена.

На рис. 2 представлен пример фотографии шлифа образца 3, результаты минерально-петрографического состава изученных образцов и результат гранулометрического анализа.

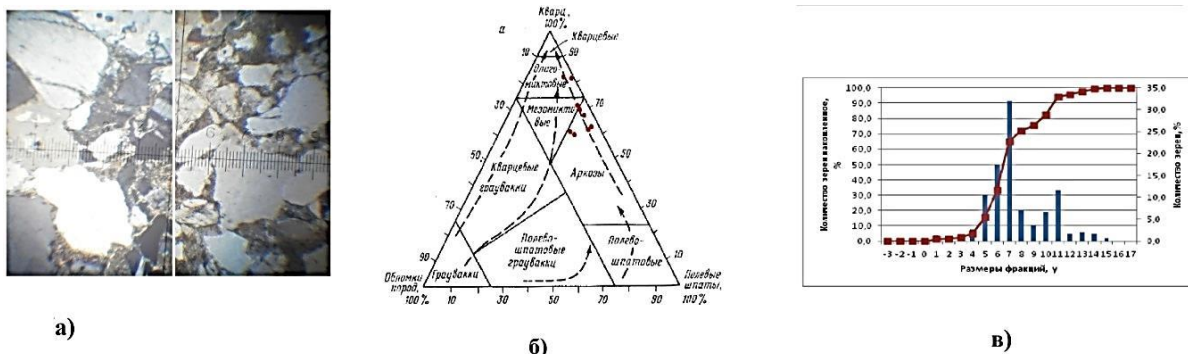


Рис. 2. Пример фотографии шлифа, результатов минерально-петрографического и гранулометрического анализа: а) фото шлифа при увеличении $\times 25$ (слева // николи, справа +); б) диаграмма В.Н. Шванова; в) гистограмма распределения зерен по фракциям и кумулятивная кривая для образца 3 (см. рис. 1)

При интерпретации минерально-петрографического анализа с помощью классификационной диаграммы В.Н. Шванова (рис. 2, б) песчаники попали в три поля:

- 1) аркозовые песчаники – 6 образцов;
- 2) олигомиктовые песчаники – 2 образца;
- 3) мезомиктовые песчаники – 1 образец.

По результатам гранулометрического анализа построены гистограммы распределения зерен по фракциям и кумулятивные кривые. На гистограммах выделяется бимодальное распределение зерен. Довольно четко выделяются два максимума по фракциям: 0,16–0,2 мм – мелкозернистый песчаник, 0,4–0,315 мм – среднезернистый песчаник. В образце 3 (рис. 2, в) два максимума представлены собственно среднезернистым песчаником и мелкозернистым алевритом.

Преобладание определенных фракций осадков связано с определенным способом транспортировки материала: в данном случае путем сальтации и во взвешенном состоянии.

После проведения детальных исследований можно подтвердить сделанный при макроописании вывод о том, что рассматриваемые отложения накапливались в пределах обширной долины реки меандрирующего типа и формировались в обстановках русловой и пойменной седиментации.

Также для оценки физико-химических параметров среды широко используются геохимические методы. В данной работе в качестве геохимического индикатора условий осадконакопления проведена оценка отношения пары малых химических элементов таких, как Sr/Ba (рис. 1).

При интерпретации распределения отношения Sr/Ba с глубиной использована следующая классификация [2]:

- 1) $Sr/Ba > 1$ – существенно морские карбонатно-терригенные отложения;
- 2) $1 > Sr/Ba > 0,4$ – прибрежно-морские и прибрежно-мелководные отложения;
- 3) $Sr/Ba < 0,4$ – континентальные отложения.

Как видно на рис. 1, талахский горизонт разделен на три интервала отложений: 1) I, III – континентальные отложения; 2) II – прибрежно-мелководные отложения. Отложения III интервала можно разделить на две подгруппы: а) и б). Среднее значение отношения Sr/Ba в подгруппе б) выше, чем в подгруппе а). Исходя из этого, можно выдвинуть гипотезу, что отложения подгруппы б) более «континентальные».

В целом накопление отложений талахского горизонта можно связать с тремя комплексами отложений (снизу вверх по разрезу): 1) комплекс континентальных пойменных отложений речных долин; 2) комплекс прибрежно-мелководных отложений, сформировавшихся в прибрежных и внутрирусловых отмелях; 3) комплекс континентальных собственно русловых отложений.

Литература

1. Алексеев В.П. Литолого-фациальный анализ: Учебно-методическое пособие к практическим занятиям самостоятельной работы по дисциплине «Литология». – Екатеринбург: Изд-во УГГГА, 2003. – 147 с.
2. Юдович Я.Э. Геохимические индикаторы литогенеза. – Сыктывкар: Изд-во Геопринт, 2011. – 740 с.

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТЕЙ ГЕОХИМИИ РЕЗЕРВУАРА ДЛЯ УТОЧНЕНИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ ЗАЛЕЖЕЙ НЕФТИ ВАНКОРСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ А.А. Щуренко

Научный руководитель профессор И.В. Гончаров

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Общей практикой геологического и динамического моделирования нефтяных месторождения является предположение о неизменности состава и свойств нефти в пределах залежи. Между тем, как показывают недавние исследования Ванкорского месторождения (а также ряда других месторождений Западной Сибири), вариации свойств нефти, обусловленные рядом процессов (чаще всего биодегградация нефтей), могут достигать одного порядка в отношении вязкости в пластовых условиях. Не учет пространственной неоднородности свойств нефтей обуславливает возникновение риска в не достижении проектных параметров разработки.

Выявив зоны или обнаружив закономерности изменения состава и свойств в пределах объекта исследования, можно предположить механизм их образования и, таким образом, обосновать и заложить в гидродинамическую модель такие данные, которые позволят оперативно вести мониторинг добычи, планирования геолого-технических мероприятий и контроль выработки запасов в пределах пласта.

Многообразие нефтей обусловлено не столько составом исходного органического вещества и условиями осадконакопления, сколько влиянием факторов на уже сформировавшуюся залежь.

Процессы преобразования нефтей в залежах.

Физические процессы: эффект фильтрации, гравитационная дифференциация, деасфальтизация, водная промывка, газовая промывка.

Химические процессы: термическое созревание, химическое окисление, биодегградация.

Биодегградация нефти – это селективное потребление определенных типов углеводородов живыми микроорганизмами, выражающаяся в окислении нефтяных углеводородов с образованием углекислого газа и воды, ухудшением свойств нефти, что ухудшает ее качество [4].

Процесс биодегградации приводит к уменьшению выхода легких фракций и накоплению асфальто-смолистых веществ, что способствует увеличению плотности нефти. Скорость окисления падает в ряду: n-алканы > изо-алканы > нафтены > ароматика. Принципиальный момент, биодегградация протекает на водонефтяном контакте при низкой минерализации пластовых вод и температуре ниже 70° С. На Ванкорском месторождении основные залежи сосредоточены в нижнемеловых отложениях, нижнехетской и яковлевской свит и находятся в области невысоких пластовых температур (33–69° С). В связи с этим они в той или иной степени затронуты процессами биодегградации, о чем свидетельствует частичное или полное отсутствие в нефтях алканов нормального строения (парафинов).

В ходе работы было проанализировано 45 образцов нефти и 78 экстрактов пород на хромато-масс-спектрометре Hp 6890/5973 с колонкой HP-1-MS (30 м) в режиме линейного программирования температуры. За основу расчетов геохимических параметров приняты значения площадей пиков, получаемых путем их интегрирования на масс-фрагментограммах характеристических ионов.

Сбор и обработка данных производилась с применением программного обеспечения системы ChemStation. На основании данных хромато-масс-спектрометрии был рассчитан ряд геохимических молекулярных параметров.

Также по результатам хромато-масс-спектрометрических анализов для нефти и экстрактов была определена степень биодегградации на основе 10-бальной шкалы [4].

Изменение молекулярного состава нефтей при биодегградации существенно сказывается на физико-химических свойствах, поэтому молекулярная геохимия может быть весьма эффективным инструментом прогнозирования свойств пластового флюида в пределах залежи. Это обстоятельство является важным моментом при построении гидродинамической модели залежи и выбора эффективного способа разработки. При исследовании нефтей Ванкорского месторождения было рассмотрено множество молекулярных параметров, в результате чего удалось реализовать такую зависимость [1, 3]. В пласте Нх-III-IV Ванкорского месторождения пластовая температура составляет 63° С [2]. Подтверждением того, что именно биодегградации принадлежит решающая роль в формировании неоднородности состава и свойств пластового флюида является взаимосвязь физико-химических свойств разгазированных проб нефти и молекулярного параметра $K_{оль}$, отражающего степень биодегградации жидких углеводородов, а также изопреноидный коэффициент K_i отражающий отношение изопреноидов к нормальным алканам (рис. 1).

Между физическими свойствами нефти и данными молекулярными параметрами наблюдается связь. Образец нефти, отобранный из скважины 184 на глубине -2734,2 м, не биодегградирован и имеет плотность 841,4 кг/м³, вязкость – 7,9 мПа*с, тогда как образец, отобранный из скважины 164 с глубины -2748,2 м, имеет одну из самых тяжелых степеней биодегградации, определенной по шкале Венгера – 2,5, плотность – 851,4 кг/м³, вязкость – 10,8 мПа*с.

Можно заключить, что при приближении к зоне водонефтяного контакта, где процессы биodeградации наиболее интенсивны, увеличивается степень биodeградации, а вместе с ней увеличиваются плотность и вязкость нефти. Следовательно, можно прямо говорить о том, что именно биodeградации принадлежит решающая роль в формировании неоднородности состава и свойств пластового флюида.

Из всех рассмотренных параметров K_i показал наиболее эффективную коррелируемость с альтитудой, как для нефтей, так и для экстрактов пород (рис. 2).

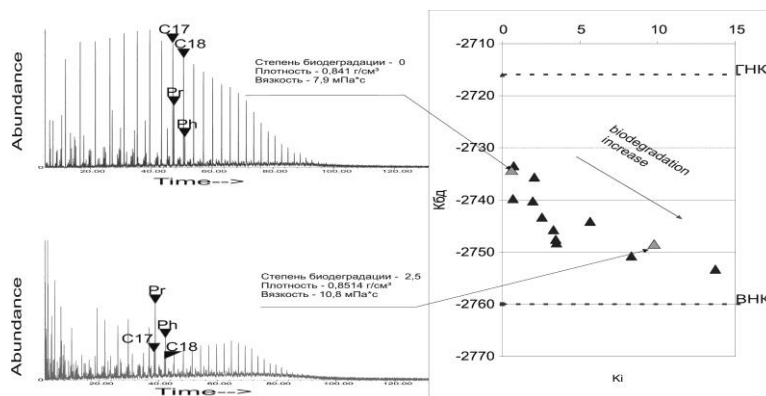


Рис. 1. Изменение свойств нефти в разрезе пласта Нх3-4, как отражение процесса биodeградации на основе K_i

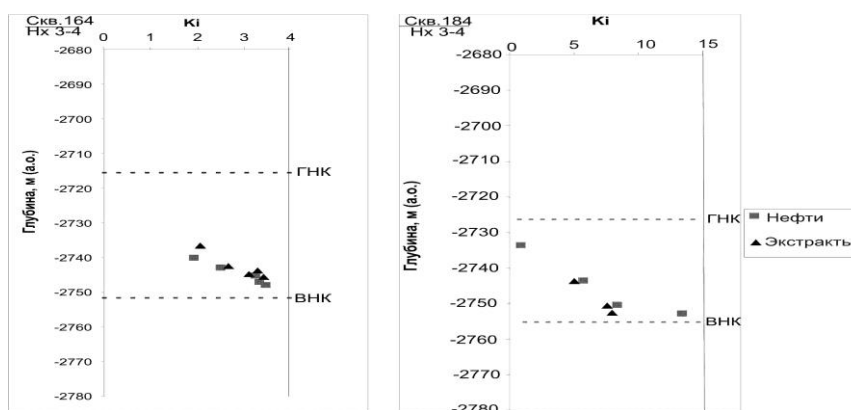


Рис. 2. Сопоставление молекулярных параметров нефтей и экстрактов

Данные, полученные по результатам анализов экстрактов образцов пород, отобранных по высоте пласта из скважин, расположенных в его различных частях, позволяют оценить глубину микробных процессов на разном удалении от водонефтяного контакта, спрогнозировать плотность и вязкость флюида в конкретной точке резервуара.

Поскольку все залежи находятся в области пластовых температур, благоприятных для протекания биodeградации, то основным фактором изменчивости состава и свойств является интенсивность протекания процессов биodeградации. Подтверждением того, что именно биodeградации принадлежит решающая роль в формировании неоднородности состава и свойств пластового флюида, является взаимосвязь физико-химических свойств разгазированных проб нефти и молекулярного параметра ($K_{\text{од}}$), отражающего степень биodeградации жидких углеводородов, а также изопреноидный коэффициент K_i отражающий отношение изопреноидов к нормальным алканам. Используя эту связь для экстрактов пород, можно прогнозировать состав, а главное свойства нефти в зонах, где не было отбора глубинных и поверхностных проб нефтей.

Влияние биохимических превращений на состав нефтей очень велико. Поскольку речь идет об углеводородном составе нефтей (особенно об их легких фракциях), где процессы биodeградации имеют исключительное значение. Полученные результаты свидетельствует о том, что геохимические данные могут быть широко использованы для детализации, а в ряде случаев, и уточнения геологического строения месторождений.

Литература

1. Влияние биodeградации на молекулярные параметры на примере нефтей Краснодарского Края, Западной Сибири и Сахалина / И.В. Гончаров, Н.В. Обласов, В.В. Самойленко, С.В. Фадеева // Химия нефти и газа. – Томск, 2009. – С. 221 – 225.

2. Природа нефтей Ванкорского месторождения / И.В. Гончаров, В.В. Самойленко, Н.В. Обласов, В.А. Кринин, Р.А. Ошмарин // Нефтяное хозяйство. – 2011. – № 3. – С. 12 – 17.
3. Goncharov I.V., Oblassov N.V., Samoilenko V.V. Effects of biodegradation on the oil composition in Vankor oil field // The 26rd International Meeting on Organic Geochemistry. – 2013. – P. 470 – 471.
4. Peters K.E., Walters C.C., Moldowan J.M. The biomarker guide. – Cambridge, U.K.: Cambridge University Press, 2005. – 645 p.

ПРОГНОЗ ЗОН УЛУЧШЕННЫХ КОЛЛЕКТОРОВ В ПРЕДЕЛАХ МЕСТОРОЖДЕНИЯ «К»

О.В. Яковенко¹

Научные руководители доцент В.П. Меркулов², начальник департамента Д.В. Воробьев¹, зав. сектором Р.В. Польшкин¹

¹Томский научно-исследовательский и проектный институт нефти и газа, г. Томск, Россия

²Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В работе представлен комплексный подход при создании геологической модели, включающий фациальные особенности формирования месторождений. Проведены электрофациальный, сейсмофациальный анализы, по результатам которых выделена обстановка осадконакопления участка работ, подтверждающаяся данными керна. Составлена фациальная модель, которая легла в основу созданной геологической модели.

Месторождение «К» расположено в Каргасокском районе Томской области. Данная площадь имеет сложное геологическое строение, в нескольких скважинах встречается «аномальная» мощность песчаника, которая достигает 31 м. Не подтвердившийся прогноз эффективных толщин, по результатам бурения одной из скважин на севере месторождения, обусловил корректировку концептуальной геологической модели руслового генезиса.

В геологическом строении района исследования принимают участие терригенные отложения различного литолого-фациального состава мезозойско-кайнозойского платформенного чехла и в различной степени метаморфизованные и дислоцированные породы доюрского складчатого фундамента. В тектоническом отношении район расположен в юго-восточной части Центрально-Западно-Сибирской складчатой системы и приурочен к юго-восточной части Каймысовского свода.

Геологический разрез представлен песчано-глинистыми отложениями кайнозойско-мезозойской системы. К продуктивному интервалу относятся отложения верхневасюганской подсвиты, в которой выделяются подугольная (пласты Ю₁³ и Ю₁⁴), межугольная (Ю₁^М) и надугольная (Ю₁¹ и Ю₁²) пачки. Пласты Ю₁³ и Ю₁⁴ как коллекторы не имеют широкого распространения по площади и вскрыты только несколькими скважинами, где в объеме горизонта Ю₁ песчаные пласты Ю₁¹⁺², Ю₁^М, Ю₁³, Ю₁⁴, образовавшиеся в условиях высокой палеогидродинамической активности, представлены единым массивным песчаным телом толщиной до 31 м (рис. 1). В литологическом отношении сложены мелко-, среднезернистыми, слабо- и среднесцементированными разностями светло-серого цвета. Наличие в составе песчаного пласта прослоев, содержащих гальку аргиллитов, и отсутствие межугольной толщи в разрезе васюганской свиты дают основание предположить наличие внутриформационных перерывов в объеме коллектора, связанного, вероятно, с размывом углей в межугольной толще и частичного размыва подугольной толщи в процессе формирования пласта Ю₁².

По результатам исследований других авторов [1, 2], вышеописанная аномальная мощность песчаников, вскрытая несколькими скважинами, представляет собой проявления руслового канала. Данный русловой канал находит свое отражение на срезах временного куба, на амплитудных картах, выделяется при районировании территории по форме сейсмической записи и на картах мощностей. Подобное проявление руслового канала, очевидно, связано с отсутствием в этих местах межугольной пачки, вследствие размыва, что и приводит к изменению интерференционной волновой картины. Канал служил путем транспортировки обломочного материала в оксфордское время (а также весьма вероятно, в позднекеловейское) и совместно с деятельностью моря обеспечил распределение песчаных пластов, наблюдаемое на площади исследований. Однако пробуренные новые скважины не подтвердили данный прогноз.

В результате бурения скв. 10 не подтвердились эффективные и нефтенасыщенные толщины (прогноз – 28 м, факт – 6,2 м), как следствие произошло существенное уменьшение запасов залежи и в результате поставило под сомнение выявленную обстановку осадконакопления.

С целью прогнозирования распределения коллекторов на изучаемой площади, для их геометризации были выполнены электрофациальный и сейсмофациальный анализы. Форма кривых ПС продуктивного интервала в скважинах с наибольшими толщинами песчаников является «прямоугольной», что может свидетельствовать о баровом генезисе песчаников в сочетании с трансгрессивным характером формирования надугольной толщ. По результатам комплексного электрометрического анализа определена принадлежность продуктивных верхнеюрских отложений, приуроченная к приустьевому бару и барьерному острову. Подтверждением являются фактические отражения в керне, в виде наличия потоковых отложений, и кроме этого формой и размером песчаного тела. По результатам сейсмофациального анализа, были уточнены пространственные границы коллекторов. Полученная фациальная модель приведена на рис. 2. Также было выполнено сопоставление обстановок осадконакопления района исследования с соседними месторождениями Х и Y, которые были проинтерпретированы как вдольбереговые регрессивные бары и барьерные острова, что полностью согласуется с выявленной седиментационной обстановкой формирования верхнеюрских коллекторов исследуемой территории.

Секция 5

ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗЕМЛИ И ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

БАЖЕНОВСКАЯ СВИТА: ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА

Г.Г. Номоконова, доцент

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Битуминовые карбонатно-глинисто-кремнистые породы баженовской свиты – это самое упоминаемое и изучаемое геологическое образование Западной Сибири. В последнее время внимание к баженовской свите возросло в связи с так называемой «сланцевой революцией». «Черные сланцы – это будущее нефтяной промышленности планеты» - этот прогноз был сделан еще в прошлом веке российским ученым-геологом И.И. Нестеровым (1987) на основании исследования именно баженовской свиты.

Баженовская свита – это геофизическая аномалия, поэтому она всегда была в центре внимания геофизиков. Результаты процедуры распознавания образов, выполненной по данным геофизических исследований скважин (ГИС), показали, что по совокупности геофизических признаков в разрезах Западной Сибири нет геологического образования, сколь-нибудь подобного баженовской свите. От остального геологического разреза баженовская свита отличается аномальными значениями отдельных геофизических параметров, аномальными взаимоотношениями между ними, а также резкой пространственной неоднородностью и параметров, и их взаимоотношений (рис. 1-3, табл.).

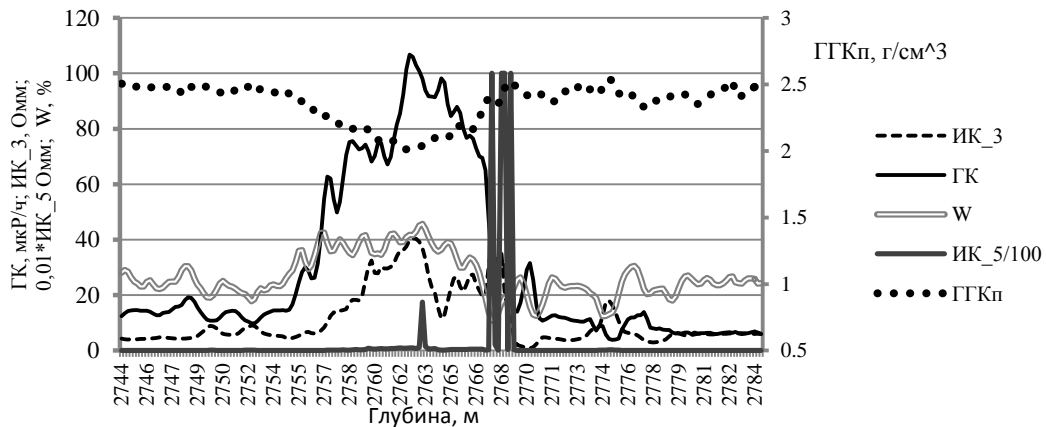


Рис. 1. Баженовская свита – геофизическая аномалия.

Приведены результаты данных ГИС разреза Ватинского нефтяного месторождения. Баженовская свита на интервале 2756-2770 м

Базовыми признаками пород баженовской свиты, благодаря которым она однозначно выделяется в данных ГИС, являются: аномально высокая естественная радиоактивность ($GK > 30$ мкР/ч, до 100 и более); низкая плотность ($ГГКп < 2.2$ г/см³, до 1,95 и менее); высокое удельное электрическое сопротивление ($КС > 30$ Омм, до 100 и более). В разрезах баженовской свиты именно между этими геофизическими параметрами обнаруживаются наиболее тесные корреляционные связи, с коэффициентами достоверности аппроксимации более 0,7. К базовым признакам нужно отнести также расхождение показаний зондов ВИКИЗ с положительным градиентом сопротивлений и аномально высокие поровые давления АВПД.

Таблица

Средние значения и интервалы изменения радиогеохимических и петрофизических параметров пород Сургутского нефтяного месторождения

Стратиграфическая единица (свита)	Содержания радиоактивных элементов			Петрофизические параметры	
	U, г/т	Th, г/т	K, %	ГК, мкР/час	σ , г/см ³
Мегйонская	5,8 (3,5-12,0)	12,5 (8,2-15,3)	2,6 (2,2-3,0)	11,7 (9,3-16,4)	2,51 (2,33-2,63)
Баженовская	46,1 (7,8-86,6)	5,4 (1,2-13,4)	1,25 (0,4-2,7)	36,7 (9,6-78,8)	2,18 (1,84-2,59)
Васюганская	4,2 (1,3-10,9)	9,5 (2,9-13,7)	2,2 (1,0-3,1)	9,3 (4,4-15,4)	2,45 (1,62-2,69)

С учетом данных о составе пород баженовской свиты (Гурари и др., 1988, Захаров, 2006 и др.), базовые аномальные параметры баженовской свиты прямо (плотность) или опосредованно обусловлены ее битуминозностью (нефтеносностью).

По результатам гамма-спектрометрического каротажа аномальная естественная радиоактивность баженовской свиты имеет исключительно урановую природу (рис.3, табл.). Содержание урана на порядок (и больше) превышает его кларковое содержание в глинистых породах, а калия и тория, напротив, ниже кларковых содержаний. Плотность пород баженовской свиты и содержание в них урана тесно взаимосвязаны (рис. 3). С учетом переменной валентности урана (U^{+6} и U^{+4}), низкой его подвижности в форме U^{+4} , а также восстановительных условий углеводородной среды, аномально высокая радиоактивность пород баженовской свиты, скорее всего, обусловлена осаждением урана на битуминозных породах свиты как восстановительном барьере.

Аномально высокая радиоактивность пород баженовской свиты является ее исключительным свойством. Такие высокие значения не встречаются за пределами свиты в терригенных разрезах Западной Сибири. Остальные базовые параметры уникальны в определенных условиях. Плотность ниже $2,2 \text{ г/см}^3$ исключительна лишь на глубине залегания баженовской свиты, порядка 2-3 км, но может встречаться в верхних частях разрезов. Высокое удельное электрическое сопротивление, положительный градиент расхождений показаний зондов ВИКИЗ, обусловленные гидрофобностью битуминозных пород, уникальны в границах пород с высокой радиоактивностью ($>20 \text{ мкР/ч}$) или низкой плотностью, или высоким водородосодержанием (W). Само же расхождение показаний разноглубинных зондов ВИКИЗ, как признак пород-коллекторов, против низко проницаемых пород баженовской свиты пока необъяснимо, тем более в условиях нахождения ее под АВПД.

По данным ГИС баженовская свита неоднородна, что можно видеть, например, по разрезу рис.1. Из соотношений отдельных методов ГИС кровельная часть свиты в разрезе преимущественно битумно-глинистая, подошвенная часть – битумно-карбонатная. Центральная часть свиты имеет классический и состав (глинисто-кремнисто-битумный), и физические свойства. Очень высокое сопротивление в подошвенной части баженовской свиты (более 10000 Ом) соответствует интервалу карбонатизации пород с сохранением их гидрофобности.

АВПД в материнской породе – признак реализации ее нефтегенерационного потенциала (Дж. Хант, 1982). Прямое выделение зон АВПД по данным ГИС в породах баженовской свиты затруднено по причине ее петрофизической аномальности и неоднородности. Можно использовать тесные положительные связи АВПД с содержанием битумов ($R^2=0,42$) и нефти ($R^2=0,76$) в породах свиты и отражение последних в данных ГИС. В случае нефтенасыщенной баженовской свиты признаком нахождения ее под АВПД является повышение сопротивления бурового раствора по данным резистивиметрии, а также проявления по газовому каротажу. Нахождение баженовской свиты под АВПД указывают выявленные по данным ГИС зоны АВПД в окружающих породах. В частности, следствием передачи АВПД из баженовской свиты в отложения верхнеюрского разреза являются аномально низкие сопротивления аргиллитов георгиевской свиты (ее отличительный признак), а при отсутствии георгиевской свиты – появление так называемых «низкоомных коллекторов» в пластах горизонта Ю1.

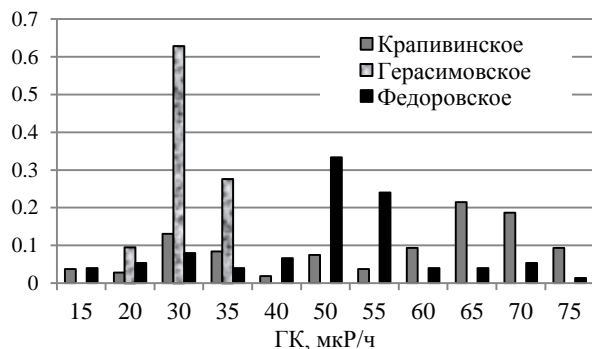


Рис. 2. Гистограммы распределения показаний ГК против баженовской свиты в разрезах месторождений углеводородов Западной Сибири.

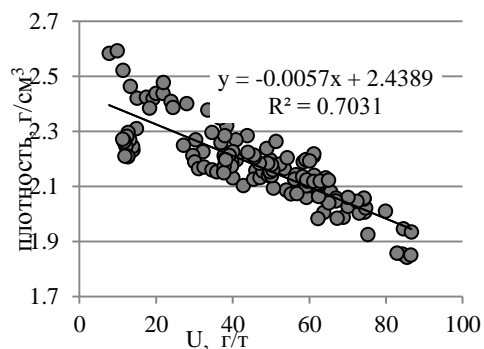


Рис. 3. Корреляционная зависимость между плотностью пород баженовской свиты и содержанием в них урана (Сургутское нефтяное месторождение).

Геофизическая характеристика баженовской свиты отражает особенности геологического разреза в целом. Она зависит от того, размещен разрез в пределах или за пределами месторождения, от фильтрационно-емкостных свойств окружающих свиту пород, от наличия или отсутствия залежей углеводородов в разрезе, их стратиграфического положения (рис. 2), фазового состава, продуктивности и др. Такая универсальная информативность геофизической характеристики баженовской свиты обусловлена, во-первых, самим статусом баженовской свиты в Западной Сибири и, во-вторых, тем, что аномальные физические свойства, по сути, отражают преимущественно флюидную составляющую геологической истории этого уникального геологического образования. Наиболее информативным в этом отношении является метод естественной радиоактивности (ГК), практически изучающий геохимию урана.

Геофизик привык иметь дело с аномалиями и полагает: чем больше по площади геофизическая аномалия, тем глубже располагается ее источник. Площадь распространения баженовской свиты превышает 1 млн. км². Она содержит сверхгигантские запасы урана, золота, а также элементов-спутников золота месторождений, локализованных, заметим, в углеродистых сланцах (Номоконова, Колмаков, 2013). Разного рода аномалии - породная (битум), флюидная (нефть), геохимическая (уран), комплексная геофизическая – избирательно приурочены к маломощному (20-50 м) образованию геологического разреза Западной Сибири, распространенному практически по всей ее территории, такая аномальная приуроченность не может иметь стандартного объяснения.

Почему в обогащенных органическим веществом донных осадках глубоководных озер, например Байкала (Федорин и др., 2001), и морей, например Черного моря (Шнюков и др., 1976), содержание урана хотя и повышено (15-20 г/т), но далеко не достигают тех ураганных содержаний, которые по данным ГИС фиксируются в баженовской свите? Как объяснить выявленное (Номоконова и др., 2013) зональное смещение аномалий радиоактивности и аномалий сопротивления баженовской свиты относительно наиболее проницаемых структур доюрского фундамента и рифтовых зон на юго-востоке Западной Сибири? И это не все вопросы.

Мы длительное время выявляли и изучали, так называемую, «аномальную баженовскую свиту», которая с геофизической точки зрения никакая не аномальная, а в США начали добывать нефть из формации Баккен, являющейся геофизическим аналогом (пусть не полным) баженовской свиты. Теперь мы сосредоточились на технологиях извлечения нефти из баженовской свиты, не решив главных вопросов - генезиса и критериев нефтеносности этого уникального во всех отношениях геологического (и геофизического) образования.

ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ФОРМАЦИИ БАККЕН (В СРАВНЕНИИ С БАЖЕНОВСКОЙ СВИТОЙ)

А.С. Адильбеков

Научный руководитель доцент Г.Г. Номоконова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Происходящая в мировой нефтегазовой сфере «сланцевая революция» в настоящее время из направления «газ из сланцев» трансформировалась в «нефть из сланцев». Причиной тому стала формация Баккен, технологические успехи при разработке которой существенно повысили нефтяной потенциал США. Наш интерес к формации Баккен усиливается тем обстоятельством, что в Западной Сибири регионально распространена баженовская свита, подпадающая под определение «черные сланцы». Выявление разного рода аналогий между формацией Баккен и баженовской свитой является актуальной задачей.

Источником для написания настоящей статьи послужили опубликованные материалы по геологии и геофизике формации Баккен и баженовской свиты [1-4 и др.], а также собственные исследования результатов геофизических исследований скважин (ГИС) на месторождениях Западной Сибири.

Формация Баккен входит в состав нефтегазового бассейна Williston и занимает более 500 тысяч км² территории США и Канады. Это богатая углеводородами нефтематеринская порода, которая является источником нефти в окружающих коллекторах (Дж. Нордквист, 1953). Возраст формации Баккен – верхний девон – нижний карбон. В состав формации Баккен включают три литолого-стратиграфические единицы [1, 2]:

Верхний Баккен (сланцевая часть) – нетрадиционный коллектор и нефтематеринская порода. Это сланец с высоким содержанием органического вещества (ОВ) - в среднем 11%, а также кремния. Средняя мощность – 8 м (до 26 м);

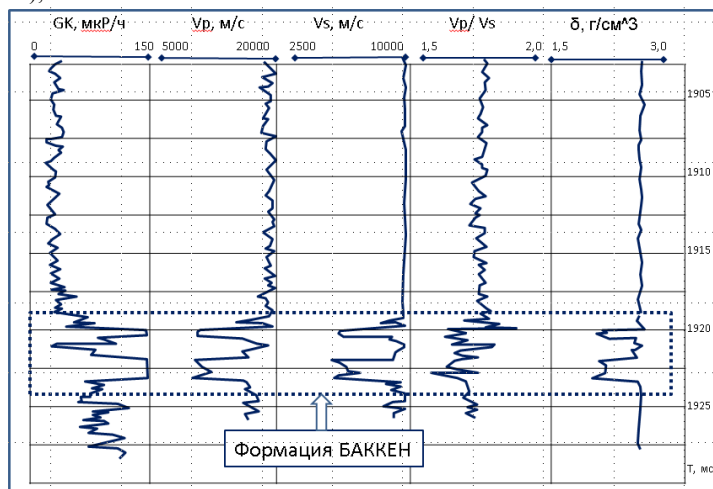


Рис. 1. Результаты ГИС по одному из разрезов формации Баккен.

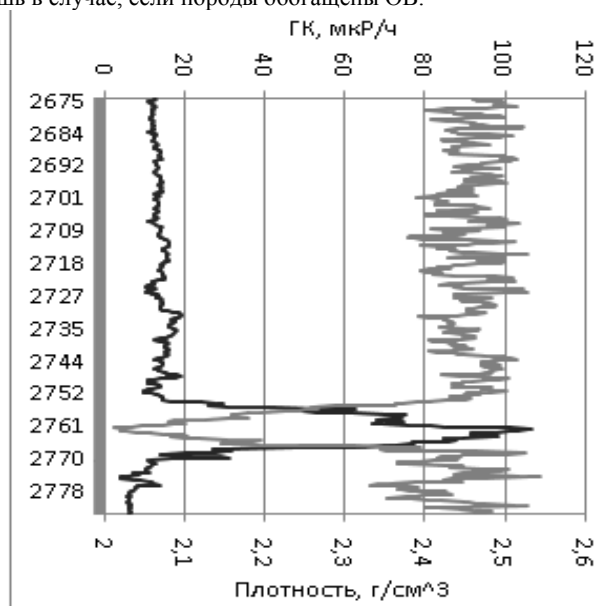
Приведены графики естественной радиоактивности (по результатам гамма-каротажа GK), скоростей продольных и поперечных упругих волн (V_p , V_s), плотности (по результатам плотностного ГГКн)

Средний Баккен (комбинированный, традиционно-нетрадиционный коллектор) мощностью до 40 м представлен алевролитами, глинистыми доломитами, известняками и песчаниками. Содержание ОВ – до 7%, средняя пористость – 5%, проницаемость 0,04...1,0 мД.

Нижний Баккен (сланцевая часть) – нетрадиционный коллектор и нефтематеринская порода, по содержанию ОВ близкая Верхнему Баккену. Средняя мощность – 15 м, пористость порядка 3,6%. Проницаемость – ниже 0,001 мД.

Под нефтегазовым комплексом (НГК) Баккен понимают саму формацию Баккен, перекрывающую ее практически непроницаемую известковую свиту Lodgerole, а также залегающие ниже Баккена песчаники Sanish и свиту Three Forks. В настоящее время промышленная добыча в НГК Баккен ведется в Среднем Баккене, а также в песчаниках Sanish и породах Three Forks. Это низкопроницаемые породы, и для добычи из них нефти используют бурение горизонтальных скважин и использование при бурении многостадийных гидроразрывов пласта.

В геофизических данных аномальными значениями параметров выделяются исключительно сланцевые части Баккена, то есть Верхний и Нижний Баккен (рис. 1). Именно эта часть формации Баккен может рассматриваться как петрофизический аналог баженовской свиты (рис. 2). Средний Баккен выделяется аномалиями ГИС лишь в случае, если породы обогащены ОВ.



**Рис. 2. Результаты ГИС по разрезу нефтяного месторождения
Нижне-Вартовского района (Западная Сибирь). Приведены
результаты гамма-каротажа и плотностного ГГК.
Баженовская свита на интервале 2754-2770 м)**

Судя по данным рис. 1, сланцевые части формации Баккен выделяются аномально высокой радиоактивностью, низкими значениями (для глубин 2,5-3 км) плотности и скоростей упругих волн, являются сильными отражающими сейсмическими горизонтами. Такими же аномальными свойствами обладают битуминозные карбонатно-глинисто-кремнистые породы баженовской свиты (рис. 2). Кроме того, сланцы формации Баккен отличаются: аномально высоким удельным электрическим сопротивлением (Meissner, 1978), [3], аномально высокими пластовыми давлениями (Дж. Хант, 1982), что также характерно для пород баженовской свиты (Номоконова и др., 2013 и др.).

Различий между формацией Баккен и баженовской свитой немного. Главные из них:

- разный возраст пород – палеозойский у Баккена и верхнеюрский – у пород баженовской свиты;
- большая площадь распространения образований баженовской свиты (более 1 млн. кв.км) при близкой мощности с формацией Баккен;
- наличие низкопроницаемых пород Среднего Баккена, с одной стороны, и аномальных разрезов проницаемых пород баженовской свиты, с другой.

Выявленные общие и отличительные свойства сланцевых пород формации Баккен и баженовской свиты позволяют, с одной стороны, переносить высокую геолого-геохимическую и геофизическую изученность баженовской свиты на сланцы формации Баккен, а с другой стороны, разработанную для Баккена технологию добычи нефти использовать для баженовской свиты с учетом ее отличий.

Литература

1. Прищепа О.М., Аверьянова О.Ю., Высоцкий В.И., Морариу Д. Формация Баккен: геология, нефтегазоносность и история разработки /Нефтегазовая геология. Теория и практика. – 2013. – Т.8. – №2. – http://www.ngtr.ru/rub/9/19_2013/pdf
2. Нетрадиционная нефть: станет ли Баженов вторым Баккеном? /Г. Выгон, А. Рубцов, С. Кулаков и др. М.: Энергетический центр Московской школы управления СКОЛКОВО, 2013. – 68 с. <http://energy.skolkovo.ru>
3. DMR – North Dakota Industrial Commission, Department of Mineral Resources, Oil and Gas Division, URL, 2012: <https://www.dmr.nd.gov/>
4. Jarvie, D.M., 2001. Williston Basin Petroleum Systems: Inferences from Oil Geochemistry and Geology // The Mountain Geologist, 2001 – Vol. 38. – № 1. – p.19–41.

ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НЕФТЕГАЗОНОСНОГО БАСЕЙНА КОТ Д'ИВУАР

М.М. Амани

Научные руководители профессор М.М. Немирович-Данченко, доцент Г.Г. Номоконова
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Нефтегазоносный бассейн Кот д'Ивуар является одним из самых перспективных в северных территориях Гвинейского залива. В шельфовой зоне залива открыт ряд нефтяных (Эспуар, Белие, Баобаб, Лион, Газель) и газовых (Фокстрот, Пантера, Куду, Элан, Ибекс) месторождений. Наиболее крупное из них – это нефтяной Эспуар с запасами 100-136 млн.т. В то же время степень разведанности территории бассейна, научная оценка процессов образования и накопления нефти и газа в осадочном комплексе остается относительно низкой [2].

В настоящей работе излагаются первые результаты сравнения бассейна Кот д'Ивуар с хорошо изученным Западно-Сибирским нефтегазоносным бассейном (НГБ). Источником информации для анализа послужили материалы национальных нефтяных компаний Кот д'Ивуар (Petroci, Sir), ряда иностранных нефтяных компаний (Esso, Shell и др.), а также опубликованные данные [1,2].

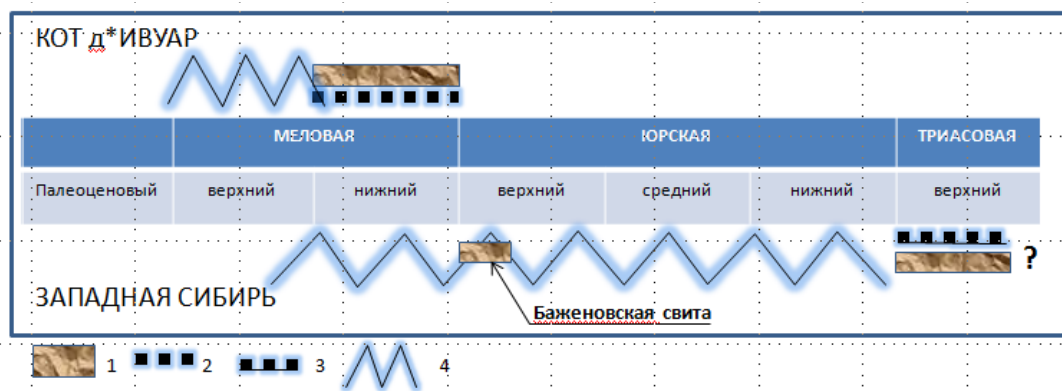


Рис. 1. Схема возрастных соотношений основных элементов строения НГБ Кот д'Ивуар и Западной Сибири: 1 – нефтегазоматеринские отложения; 2 – отложения океанского рифтогенеза; 3 – отложения континентального рифтогенеза; 4 – нефтегазоносные отложения

Бассейн Кот д'Ивуар является западной частью более крупного НГБ Гвинейского Залива и расположен на атлантическом побережье Африки. Его отражение в планетарных геофизических полях очень схоже с таковым Западной Сибири. Отличие заключается в очень резкой смене амплитуды гравитационного поля, соответствующей границе «континент-океан». Это говорит об узкой шельфовой зоне, в которой размещен НГБ Кот д'Ивуар, об узком и крутом океаническом склоне и резкой границе континентальной и океанской коры [2].

Общим является пространственная и генетическая связь осадочных бассейнов с рифтовыми зонами планетарного масштаба. Зона континентального верхнетриасового рифтогенеза располагается в центральной части Западной Сибири и контролирует размещение месторождений углеводородов, в том числе гигантских. Бассейн Кот д'Ивуар локализован к востоку от Атлантической рифтовой зоны в месте ее максимального изгиба и пространственно приурочен к окончаниям трансформных разломов. По современной геодинамической классификации бассейн Кот д'Ивуар является типичной дивергентной трансформной континентальной окраиной [1,4].

В строении НГБ Кот д'Ивуар принимают участие геологические образования двух структурных этажей. Фундамент представлен консолидированными породами триаса-палеозоя, осадочный чехол – осадочным комплексом от мелового до третичного возраста. В основании чехла залегает слой платформенных отложений, выше – терригенный морской комплекс, вмещающий основные месторождения углеводородов. Месторождения

нефти и газа приурочены к проницаемым песчаникам в структурных ловушках и размещены до глубины порядка 7 км.

Основные нефтегазоматеринские образования НГБ Кот д'Ивуар связаны с рифтовым комплексом: отложениями неокома – раннего альба (рис.1, табл). Обогащенные органическим веществом породы, размещенные в современном разрезе на глубинах порядка 3000...6500 м, являются потенциально нефтегенерирующими, а на больших глубинах – газогенерирующими [2]. Из сравнения нефтегазоматеринских пород НГБ Кот д'Ивуар (рифтогенный комплекс) и Западной Сибири (баженовская свита) (рис.1, табл.) следует, что они характеризуются близкими содержаниями органического вещества и степенью его катагенеза, но отличаются возрастом (более молодым в бассейне Кот д'Ивуар) и глубинами залегания. Главное же отличие - существенно большая площадь развития баженовской свиты.

Таблица

**Сравнительная характеристика нефтегазоматеринских пород НГБ
Кот д'Ивуар и Западная Сибирь**

Нефтегазоносный бассейн	Кот д'Ивуар	Западная Сибирь
Нефтегазоматеринский комплекс	Рифтогенные образования	Баженовская свита
Возраст	Нижний мел (неоком-альб)	Верхняя юра (волжский)
Содержание Сорг, %	0,6...2,6 до 20	5...12 до 20
Степень катагенеза	МК1-2 (Г)... МК1-3 (К)	МК1-1 (Д)...МК1-2 (Ж)
Отражательная способность витринита, Ro, %	0,7...1,3	0,5 ... 1,15
Мощность, м	15...107	15...60
Площадь развития,	40.000 кв.км	>1млн. кв.км
Суммарная масса Сорг	>120 млрд.т	>16560 млрд.т

Из данных рис. 1 следует, что в обоих НГБ стратиграфический интервал нефтегазоносности располагается непосредственно над рифтогенными отложениями. В случае бассейна Кот д'Ивуар рифтогенные породы являются нефтегазоматеринскими. По аналогии можно предположить, что верхнетриасовые рифтогенные породы в Западной Сибири также могут быть материнскими, скорее всего газогенерирующими, если принимать во внимание большие глубины их залегания, например, в районе гигантских газовых месторождений (Уренгой, Ямбург и др.). Это положение необходимо специально изучить.

Близость состава нефтегазоматеринского комплекса двух сравниваемых НГБ позволяют предполагать, что рифтогенные породы НГБ Кот д'Ивуар характеризуются такими же аномальными геофизическими параметрами, как баженовская свита (Номоконова и др., 2013): аномально высокими естественной радиоактивностью и удельным электрическим сопротивлением, повышенным водородосодержанием (по данным нейтронного каротажа), низкими значениями плотности и скорости упругих волн. Такие же критерии следует применить к триасовым рифтогенным породам Западной Сибири, если попытаться определить их газогенерирующее значение.

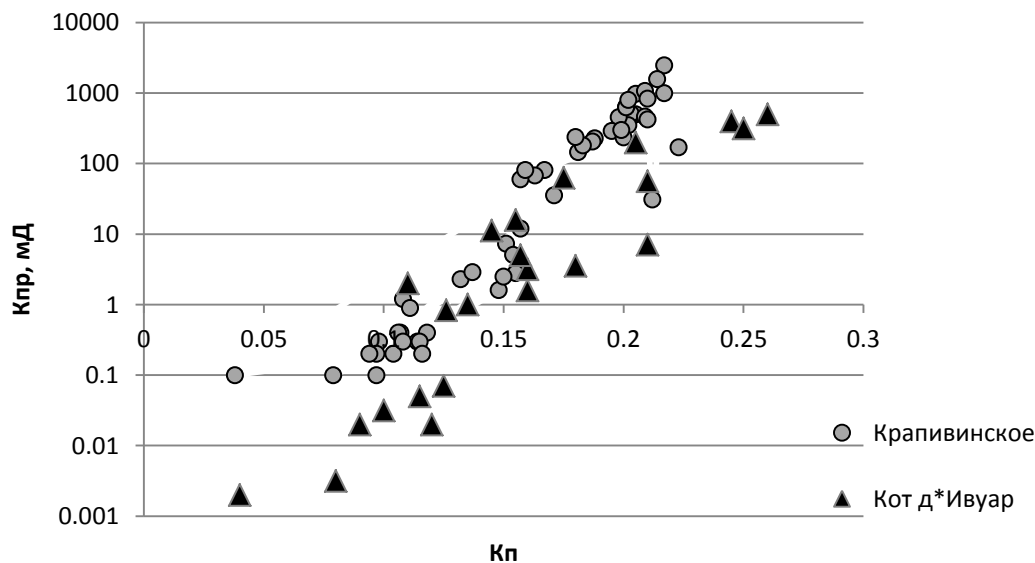


Рис. 2. Поля корреляции «пористость-проницаемость» коллекторов месторождений сравниваемых НГБ.

На рис. 2 приведены данные по петрофизике коллекторов одного из нефтяных месторождений Кот д'Ивуара (Елисеева, 2013) и месторождения юго-востока Западной Сибири (Крапивинское), имеющие близкие запасы нефти с месторождением Эспуар. В целом корреляционные зависимости между коэффициентами

пористости (Кп) и проницаемости (Кпр) двух месторождений практически не различаются, что, согласно уравнению Козени-Кормена, говорит о близости структуры порового пространства коллекторов. Наблюдаемое различие существенно и может наблюдаться в отдельных разрезах одного месторождения.

Таким образом, в результате сравнительного анализа двух НГБ Кот д'Ивуар и Западной Сибири были выявлены общие и отличительные их свойства. К общим свойствам следует отнести: терригенный тип разреза и фазовый состав залежей; наличие и свойства нефтегазоматеринских пород; приуроченность бассейнов к рифтогенным структурам. Бассейны отличаются по следующим параметрам: возраст рифтов и положение бассейнов относительно зон рифтогенеза; положение бассейнов относительно береговой линии и шельфовой зоны, мощность шельфовой зоны; вертикальный размах нефтегазоносности, возраст нефтематеринских пород; запасы углеводородов в месторождениях и нефтематеринских породах.

Литература

1. Высоцкий И.В., Высоцкий В.И., Оленин В.Б. Нефтегазоносные бассейны зарубежных стран. – М.: Недра, 1990. – 405 с.
2. Диангоне Б.Т. Геолого-геохимические и термобарические условия нефтегазоносности бассейна Кот д'Ивуар. М.: Изд-во РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2009. – 120 с.
3. Конторович А.Э., Данилова В.П., Костырева Е.А. и др. Нефтематеринские формации Западной Сибири: старое и новое видение проблемы //Органическая геохимия нефтепроизводящих пород 4. Западной Сибири. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, НИЦ ОИГГМ, 1999. – С. 10–12.
4. Хаин В.Е., Ломидзе М.Г. Геотектоника с основами геодинамики. – М.: Ун-т кН. Дом, 2010. – 559 с.

ФИЛЬТРАЦИЯ МАГНИТНЫХ АНОМАЛИЙ, ВЫЗВАННЫХ ИНТРУЗИВНЫМИ ОБРАЗОВАНИЯМИ ПРИ ПОИСКЕ УГЛЕВОДОРОДОВ В УСЛОВИЯХ СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ

Н.П. Бредихин

Научные руководители профессор Рихванов Л. П., доцент Соболев И. С.

Национальный исследовательский Томский Политехнический университет, г. Томск, Россия

Магнитные съемки до появления протонных и квантовых магнитометров применялись на региональной стадии исследований нефтегазоносности территорий для изучения особенностей геологического строения фундамента. С появлением высокочувствительной магниторегистрирующей аппаратуры стали возможны исследования слабомагнитных пород осадочного чехла. При этом были выявлены возмущения магнитного поля, выраженные микромагнитными аномалиями, пространственно приуроченными к залежам углеводородов[1]. Такие явления были установлены на различных нефтяных и газовых месторождениях мира [2,4].

В настоящее время возникновение данных аномалий объясняется восходящей миграцией газообразных углеводородов, продуктов их разрушения и других сопутствующих компонентов из залежей нефти и газа по трещинам и разломам. Углеводороды достигают приповерхностных уровней, где возможны окислительно-восстановительные реакции, приводящие к появлению вторичных минералов железа.

Согласно методике [2] при изучении нефтегазоносности в юго-восточной части Западно-Сибирской плиты, осуществляется разделение магнитного поля на низко- и высокочастотную составляющие. Низкочастотная составляющая несет информацию о магнитных свойствах пород фундамента, а высокочастотная составляющая отражает неоднородности магнитных свойств пород осадочного чехла. Региональные магнитные аномалии, связанные с породами фундамента, исключаются специальной процедурой фильтрации. Остаточные поля характеризуют области эпигенетических преобразований в осадочном чехле, включая верхнюю часть разреза.

Однако, в условиях Сибирской платформы, куда в настоящее время смещен акцент проведения геологоразведочных работ на нефть и газ, существует геологический фактор, оказывающий существенное влияние на особенности магнитного поля, а именно, широкое развитие в осадочном разрезе данной территории продуктов триасового магматизма, представленных траппами основного состава. Была осуществлена оценка возможности применения процедур фильтрации для выделения и последующего исключения вариаций магнитного поля, связанных с этими крупными магнитовозмущающими объектами.

В качестве примера рассмотрим результаты обработки данных наземной высокоточной магнитной съемки с шагом 25 метров по профилю и неравномерной сетью профилей на Имбинской площади, административно принадлежащей Богучанскому району Красноярского края. Имбинская площадь находится в зоне Ангарских складок. Имбинское поднятие представляет собой вытянутую в широтном направлении складку размерами 52 x 7 км с амплитудой 1290 м и площадью 296 км², ограниченную на западе тектоническим нарушением. Серией поперечных разломов поднятие разбито на четыре блока. Триасовый магматизм в пределах Имбинского участка проявился в довольно значительных масштабах. Интрузивные образования представлены мелко- и среднекристаллическими долеритами, с суммарной мощностью тел от 116 до 445 м. Пространственно интрузии локализованы на двух уровнях. Первый связан с отложениями усольской свиты нижнего кембрия, второй охватывает верхнюю часть разреза, где тела силлов залегают в отложениях нижнего ордовика. По данным бурения кровля усольской свиты находится на глубине 1000 метров, а ее подошва на глубине 2000 метров.

Из-за различия глубин залегания траппов и их различной мощности рациональнее всего применять способы полосовой фильтрации. Поэтому было принято решение построить графики остаточного магнитного поля по способу, предложенному Свендом Саксовым и Куртом Нигардом [3], где остаточное магнитное поле на

точке профиля определяется как разность между средними значениями поля по двум concentрическим окружностям, центр которых находится в данной точке, деленная на разность двух радиусов:

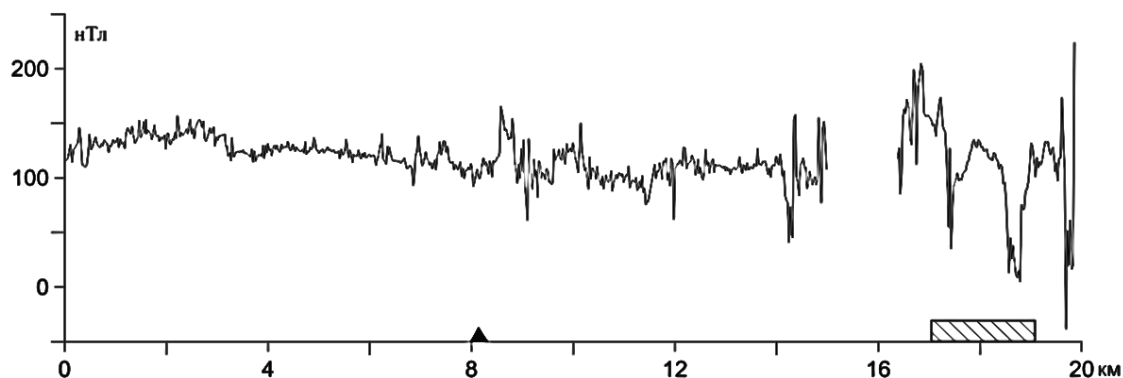
$$F(\Delta T) = \frac{\Delta T(r_1) - \Delta T(r_2)}{r_1 - r_2},$$

где $\Delta T(r_1), \Delta T(r_2)$ – среднее значение магнитного поля на окружностях с радиусами r_1 и r_2 .

Осреднение по малой окружности радиуса r_2 проводилось для того, чтобы на дальнейшие вычисления влияние случайной ошибки в центральной точке было минимальным. Радиус r_1 выбирался в зависимости от глубины интересующего нас интервала, на котором могут присутствовать интрузии. В работе [4] показано, что лучше всего, когда центр этого интервала равняется глубине Z , равной

$$Z = r_1 + r_2$$

При этом влияние пород на меньших глубинах затухивается. Примерные глубины на Имбинской площади известны и поэтому согласно результатам бурения скважины Имбинской 2, через которую проходил магниторазведочный профиль (рис. 1), большой радиус был взят 1400 метров, а малый 300 метров.



Условные обозначения: ▲ - скв. Имбинская 2

▨ - локализация интрузивного траппа

Рис. 1. График наблюдаемого магнитного поля ΔT по профилю, проходящему через скважину Имбинскую 2

Остаточное магнитное поле рассчитывалось двумя способами. По первому способу вычислялось остаточное поле из разности наблюдаемого и осредненного (окно осреднения семь точек) магнитных полей. Второй вариант расчета реализовывался по методу С. Саксова и К. Нигарда. Из полученных остаточных полей высчитывались дисперсии магнитного поля с одинаковыми скользящими окнами, которые затем нормировались по максимуму. Дисперсия магнитного поля, рассчитанная по аномалиям Саксова - Нигарда, на интервале локализации интрузивного траппа имеет самые высокие значения, что говорит явном влиянии интрузии. Остальная часть профиля имеет меньшие значения дисперсии, чем поле дисперсии, рассчитанной первым способом.

При расчете разностных дисперсий можно локализовать отрицательные зоны. В нашем случае зона локализации интрузии оказалась в отрицательном поле, а интервалы, на которых происходит эпигенетическое преобразование осадочного чехла, приобрели наибольшие положительные значения разности дисперсий (рис. 2).

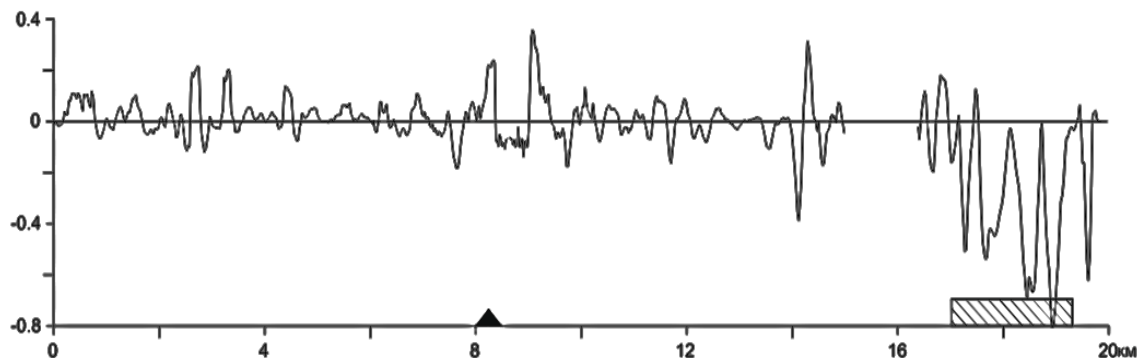


Рис. 2. График разности дисперсий магнитного поля по профилю, проходящему через скважину Имбинскую 2. Условные обозначения см. на рис. 1

На графике разности дисперсий магнитного поля выделяются области с наибольшими значениями (интервалы 2,35-3,3 км, 8-8,35 км, 8,8-9,5 км и 14,3-14,8 км). Две центральные области находятся в непосредственной близости от скважины Имбинской 2, где были получены притоки газа.

Литература

1. Еремин В.Н. Магнитная зональность осадочных пород и пространственное распределение минералов железа в зонах влияния углеводородов. // Геология нефти и газа, 1986. – №4. – С.28 – 32.
2. Меркулов В.П. Магнитные поля месторождений нефти и газа и возможности их использования при картировании залежей углеводородов. // Известия Томского политехнического университета, 2002. – Т.305. – С. 218 – 224.
3. Саксов С. и Нигард К. Residuals Anomalies and Depth Estimation// Geophysics, 1953. – №4
4. Reynolds R.L., Fishman N.N., Hudson M.R. Sources of aeromagnetic anomalies over Cement oil field (Oklahoma), Simpson oil field (Alaska) and Wyoming-Igano-Utah thrust belt // Geophysics, 1995. – v.56, № 5. – P. 606 – 617.

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ПОСТРОЕНИЯ ПРОГНОЗНЫХ КАРТ НА ОСНОВЕ СТАТИСТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ФИЛЬТРАЦИОННО-ЕМКОСТНЫХ СВОЙСТВ КОЛЛЕКТОРА А.А. Волкова

Научный руководитель профессор В.А. Поздняков
Сибирский Федеральный университет, г. Красноярск, Россия

В последние годы как в России, так и за рубежом растёт интерес к исследованиям рассеянной компоненты волнового поля как важного критерия при поисках ловушек углеводородов в породах с повышенной трещиноватостью. Причём в последнее время этот интерес постоянно возрастает, о чём говорит, в частности, организация специальных сессий на ведущих конференциях европейского и американского общества геофизиков, а также выпуск ведущих геофизических журналов, посвящённых взаимодействию сейсмических рассеянных волн с микроструктурой, в том числе и флюидонасыщенной.

Рассеянная компонента сейсмической записи возникает в результате взаимодействия падающей волны с мелкомасштабными (меньше 0,5 доминирующей длины волны) неоднородностями, такими как разломы (дифракция), зоны повышенной трещиноватости (рассеяние) и другие структурные неоднородности [1, 4, 5].

Идея использовать незеркальную (рассеянную) компоненту волнового поля для изучения зон аномальной трещиноватости возникла около 20 лет назад [8]. В ООО «РН-КрасноярскНИПИнефть» для выделения рассеянных волн используется метод фокусирующих преобразований, математическая и алгоритмическая основа метода были разработаны В. А. Поздняковым. Метод ориентирован на выделение рассеянной составляющей волнового поля путём асимметричного суммирования данных многократного перекрытия [2-7].

Цель работы состоит в предложении методики построения прогнозных карт на основе статистического анализа фильтрационно-емкостных свойств коллектора и энергии рассеянных волн.

Для достижения цели поставлены следующие задачи:

Проанализировать корреляционную матрицу с параметрами объектно-ориентированных миграционных преобразований и фильтрационно-емкостных свойств.

Предложить несколько вариантов уравнений для расчета дебита нефти в межскважинном пространстве.

Получить и проанализировать карты дебита нефти, пористости и проницаемости.

После анализа результатов применения метода фокусирующих преобразований, в качестве рабочих вариантов были выбраны 3 куба энергии рассеянных волн с базой пунктов взрыва и пунктов приема 1600 метров и с различными апертурами: 1100-1300 метров, 800-1000 метров и 800-1300 метров. В работе использовались временные срезы кубов энергии рассеянных волн в окне продуктивных рифейских отложений.

Параметры фильтрационно-емкостных свойств пород-коллекторов представлены следующими данными: дебит газа, дебит нефти, проницаемость, коэффициент общей пористости ($K_{побщ}$), коэффициент вторичной пористости ($K_{пвт}$), отношение давлений в пласте и на забое ($P_{пл}/P_{заб}$).

Из имеющихся данных фильтрационно-емкостных свойств по 16 скважинам и значений энергии рассеянных волн, снятых в точках этих скважин, была построена корреляционная матрица (табл.).

Таблица

Корреляционная матрица

Апертура, м	Дебит газа, тыс. м ³ /сут	Дебит нефти, м ³ /сут	Проницаемость, мД	$K_{побщ}$, %	$K_{пвт}$, %	$P_{пл}/P_{заб}$
1100-1300	0,06	0,46	0,66	0,7	0,71	-0,76
800-1000	0,74	0,69	0,64	0,47	0,48	-0,67
800-1300	0,03	0,46	0,66	0,69	0,69	-0,68

Для линейной корреляции дебита газа с энергией рассеянных волн недостаточно данных выборки. Несмотря на то, что отношение давлений хорошо коррелирует с энергией рассеянных волн, необходимо уточнить физическую природу этой зависимости.

Наблюдаются значимые корреляционные связи энергии рассеянных волн с дебитом нефти, проницаемостью и коэффициентами пористости. Связи с коэффициентами пористости практически одинаковы, это обусловлено тем, что коэффициент вторичной пористости получен, как разность единицы с коэффициентом общей пористости. Коэффициент вторичной пористости рассматриваться в работе не будет.

Получены уравнения линейной зависимости для дебита нефти, общей пористости и проницаемости от энергии рассеянных волн.

Для апертуры 1100-1300 м: Кп = 0,64 FRass + 0,98	$R^2 = 0,81$	$D = 132,13 \text{ FRass} - 182,42$	$R^2 = 0,78$
Для апертуры 800-1000 м: Кп = 0,45 FRass + 1,02	$R^2 = 0,82$	$D = 113,08 \text{ FRass} - 209,26$	$R^2 = 0,66$
Для апертуры 800-1300 м: Кп = 1,04 FRass + 0,79	$R^2 = 0,79$	$D = 202,3 \text{ FRass} - 205,22$	$R^2 = 0,75$
		$\text{Кпр} = 393,22 \text{ FRass} - 591,42$	$R^2 = 0,43$
		$\text{Кпр} = 419,86 \text{ FRass} - 840,55$	$R^2 = 0,41$
		$\text{Кпр} = 613,98 \text{ FRass} - 680,28$	$R^2 = 0,44$

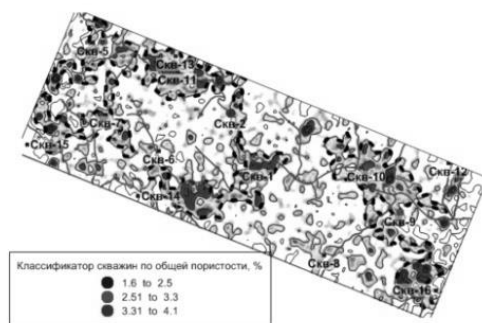
Где D – дебит нефти; FRass – значение энергии рассеянных волн; Кп – коэффициент общей пористости; Кпр – коэффициент проницаемости; R^2 – коэффициент достоверности аппроксимации.

Также были получены уравнения множественной линейной регрессии для куба энергии рассеянных волн с различными апертурами.

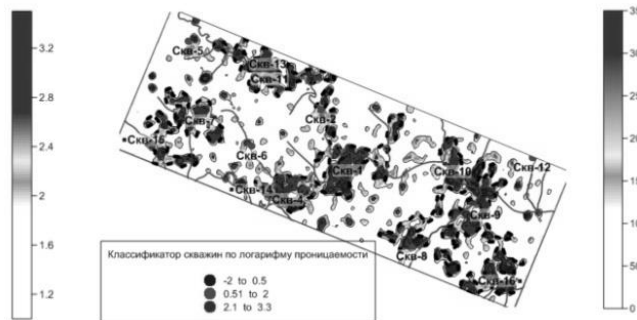
Для апертуры 1100-1300 м: $D = 10,8 \text{ FRass} + 0,19 \text{ Кпр} - 11,6$	$\hat{R} = 0,955$	$D = 186,6 \text{ FRass} - 85,1 \text{ Кп} - 101,1$	$\hat{R} = 0,927$
Для апертуры 800-1000 м: $D = 4,8 \text{ FRass} + 0,17 \text{ Кпр} + 5,6$	$\hat{R} = 0,934$	$D = 27,4 \text{ FRass} - 0,4 \text{ Кп} + 0,1 \text{ Кпр} - 29$	$\hat{R} = 0,937$
Для апертуры 800-1300 м: $D = 19,7 \text{ FRass} + 0,19 \text{ Кпр} - 17,7$	$\hat{R} = 0,956$	$D = 154 \text{ FRass} - 99,4 \text{ Кп} - 90,7$	$\hat{R} = 0,903$
		$D = 11,8 \text{ FRass} + 20,1 \text{ Кп} + 0,1 \text{ Кпр} - 53,8$	$\hat{R} = 0,919$
		$D = 257,6 \text{ FRass} - 60 \text{ Кп} - 148,6$	$\hat{R} = 0,887$
		$D = 50,3 \text{ FRass} - 3,2 \text{ Кп} + 0,1 \text{ Кпр} - 38,5$	$\hat{R} = 0,943$

Где \hat{R} – коэффициент множественной линейной корреляции.

На рисунках 1-3 представлены лучшие прогнозные карты для пористости, проницаемости и дебита нефти. Перспективные зоны улучшенных коллекторских свойств выделены черным пунктиром.



**Рис. 1 Прогнозная карта пористости (%):
 $K_n = 1,04 \text{ FRass} + 0,79$**



**Рис. 2 Прогнозная карта проницаемости (мД):
 $K_{пр} = 419,86 \text{ FRass} - 840,55$**

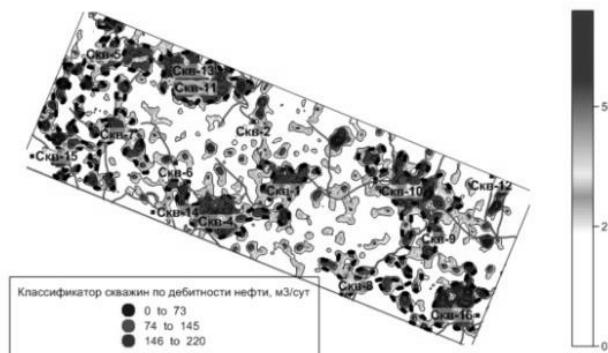


Рис. 3 Прогнозная карта дебита нефти (м³/сут): $D = 50,3 \text{ FRass} - 3,2 \text{ Кп} + 0,1 \text{ Кпр} - 38,5$

Были проанализированы статистические связи энергии рассеянных волн с фильтрационно-емкостными свойствами коллектора. Предложены уравнения для расчета дебита нефти, пористости и проницаемости через значения энергии рассеянных волн. Получены и проанализированы прогнозные карты дебита нефти, пористости и проницаемости.

В дальнейшем планируется опробовать предложенную методику построения прогнозных карт на других лицензионных участках Восточной Сибири; проверить методику при наличии других сейсмических атрибутов; а также сравнить полученные прогнозные карты с картами геологов.

Литература

1. Мерзликина, А.С. Прогнозирование флюидонасыщенности пласта-коллектора на основе анализа рассеянной компоненты / А.С. Мерзликина, [и др.] // Совместный семинар EAGE/SPE геолого-геофизический мониторинг процесса разработки (Москва, 4-6 марта 2013 г.). – М., 2013.
2. Поздняков, В.А. Модельные исследования алгоритма миграции исходных сейсмозаписей при непродольных наблюдениях / В.А. Поздняков, С.И. Шленкин // Геология месторождений горючих полезных ископаемых, их поиски и разведки – Пермь, 1986. – С. 42–53.
3. Поздняков, В.А. Объектно-ориентированная технология создания сейсмогеологических моделей в отраженных и рассеянных волнах / В.А. Поздняков, С.С. Худяков // Журнал Сибирского федерального университета. – 2011. – Т.4. – № 4. – С. 419–428.
4. Поздняков, В.А. Выделение зон повышенной трещиноватости в карбонатных отложениях Восточной Сибири / В.А. Поздняков, В.В. Шиликов, А.С. Мерзликина // Нефтяное хозяйство. – 2011. – № 7. – С. 86–88.
5. Поздняков, В.А. Расчет и интерпретация рассеянных волн с целью прогноза фильтрационно-емкостных свойств / В.А. Поздняков, В.В. Шиликов, А.С. Мерзликина [и др.] // V Международная конф. и выставка «Санкт-Петербург – 2010» (Санкт-Петербург, 5-8 апреля 2010 г.). – СПб, 2010.
6. Поздняков, В.А. Интенсивность рассеянных волн – новый сейсмический атрибут для прогноза фильтрационно-емкостных свойств нефтенасыщенного коллектора / В.А. Поздняков // Докл. РАН. – 2005. – Т. 404. – С. 34–40.
7. Поздняков, В.А. Прогноз коллекторских свойств по рассеянным волнам / В.А. Поздняков, В.В. Шиликов, А.С. Мерзликина // 12- Международная науч.-практ. конф. «Геомодель - 2010» (Геленджик, 13–17 сентября 2010). – Геленджик, 2010.
8. Тарасов, Ю. А. Трансформация волнового поля по алгоритму ФПВ / Ю. А. Тарасов, С.И. Шленкин, И.Н. Бусыгин [и др.] // ВИНТИ. –1985. – № 3053. – 44 с.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЗРЕЗОВ ВАТИНСКОГО НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ И МЕСТОРОЖДЕНИЯ САМОТЛОР**И.А. Дорофеева**

Научный руководитель доцент Г.Г.Номенкова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Ватинское нефтяное месторождение расположено на западном склоне Нижневартовского свода. Месторождение многопластовое, характеризуется широким диапазоном нефтеносности: нижний мел – средняя юра. Наиболее продуктивными являются регионально нефтеносные пласты АВ1- АВ3, залежи пластов БВ8 занимают практически всю площадь месторождения. В разрезе юрских отложений выделена серия продуктивных пластов в васюганской и тюменской свитах. Ватинское месторождение располагается в непосредственной близости от гигантского нефтяного месторождения Самотлор, самого крупного не только в Западной Сибири, но и в России. В настоящей статье излагаются результаты геолого-геофизического сравнения этих месторождений.

Были проанализированы результаты геофизических исследований скважин (ГИС) двух разрезов Ватинского и Самотлорского месторождения. При выборе разрезов для анализа учитывались: широкий набор вскрытых скважинами пластов, начиная с АВ1 и до ЮВ1; близкое пространственное положение анализируемых разрезов; относительно полный комплекс методов ГИС, включающий метод потенциалов самопроизвольной электрической поляризации (ПС), гамма-каротаж (ГК), нейтронный каротаж по тепловым нейтронам (НКТ), плотностная модификация метода рассеянного гамма-излучения (ГГКп) и др. Результаты анализа данных ГИС приведены на рис. 1-2, в таблицах 1-2 и заключаются в следующем.

Основное геологическое отличие месторождений (и исследованных разрезов): при одинаковом наборе пластов-коллекторов и совпадении их стратиграфического положения, в разрезе месторождения Самотлор все пласты нефтенасыщенны, в то время как в разрезах Ватинского месторождения чаще всего нефтенасыщенным является один из пластов (горизонтов). В выбранном для анализа разрезе нефтенасыщенными являются пласты горизонта АВ1-АВ3.

Качественный анализ каротажных диаграмм показывает, что изменение геофизических параметров по разрезу Самотлорского месторождения более выразительное, закономерное, можно сказать – классическое. Пласты-коллекторы выделяются более мощными и глубокими отрицательными аномалиями ПС, симметричной формы и с резкими границами, которые сопровождаются согласованными по форме и интенсивности аномалиями ГК и ГГКп. Все это говорит о том, что месторождение-гигант Самотлор формировалось в хорошо литологически расслоенном разрезе, с резкими петрофизическими различиями между пластами-коллекторами и породами-покрышками, с лучшими фильтрационно-емкостными свойствами пластов-коллекторов, чем на Ватинском месторождении. Геофизическим отображением классичности разреза Самотлора являются тесные (с коэффициентами достоверности линейной аппроксимации R^2 до 0,65) статистические зависимости между геофизическими параметрами пород разреза, исключая породы баженовской свиты, в то время как геофизические параметры в разрезе Ватинского месторождения в целом статистически не взаимосвязаны (R^2 до 0,1).

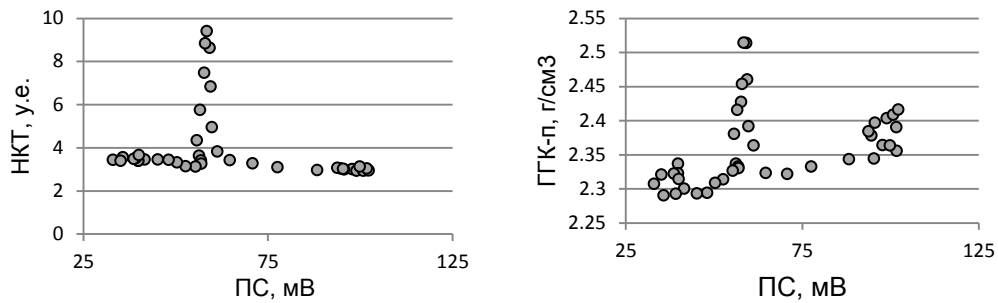


Рис. 1. Проявление явлений карбонатизации (увеличение показаний НКТ и ГГКп при ПС=59мВ) в породах покрывки пласта АВ2-3 Ватинского месторождения

Характерной особенностью разрезов обоих месторождений является проявления карбонатизации, развивающейся как по пластам-коллекторам, так и по перекрывающим породам (аргиллиты, алевролиты). Участки карбонатизации пород хорошо выявляются по данным ГИС и на корреляционных диаграммах (рис. 1) повышением показаний НКТ и ГГКп и понижением ГК при относительно неизменном уровне ПС. Судя по результатам статистического анализа (табл. 1), разрез Самотлора более карбонатизирован в сравнении с разрезом Ватинского месторождения. Несмотря на небольшие в абсолютном выражении различия между средними значениями (и интервалами их изменения), эти различия повторяются для пластов по всему разрезу и являются статистически устойчивыми. Следует обратить внимание на то, что, несмотря на процесс карбонатизации, породы разреза месторождения Самотлор имеют в среднем более высокую радиоактивность, чем породы Ватинского месторождения (табл. 1).

По иному выглядят различия между сравниваемыми месторождениями по данным ГИС в интервале разреза баженовской свиты. Как и следовало ожидать, на обоих месторождениях баженовская свита на фоне остальной части разреза ярко выделяется аномальными значениями всех параметров ГИС, в первую очередь высокими значениями электрического сопротивления и радиоактивности и понижением показаний ГГКп и НКТ (табл.1-2). По признакам карбонатизации (ГГКп, НКТ и ГК) разрез баженовской свиты на Самотлоре также более карбонатизирован, в сравнении с разрезом Ватинского месторождения.

Таблица 1

Геофизические параметры пластов БВ8 и ЮВ1 нефтяных месторождений Ватинское и Самотлор

Пласт	БВ8			ЮВ1		
	ГК, мкР/ч	ГГКп, г/см ³	НКТ	ГК, мкР/ч	ГГКп, г/см ³	НКТ
Самотлор	10,42 (5,85 – 12,99)	2,43 (2,22 – 2,67)	4,02 (3,06 – 13,98)	8,45 (3,01–14,6)	2,44 (2,28–2,63)	5,83 (1,9–14,75)
Ватинское	9,51 (7,74 – 17,39)	2,32 (2,25 – 2,46)	3,78 (3,1 – 4,05)	7,21 (5,91–13,8)	2,43 (2,33–2,58)	3,57 (2,84–4,75)

Но остальные отличительные геофизические признаки месторождений в отношении баженовской свиты действуют наоборот: В разрезе месторождения Самотлор показания ГК против баженовской свиты понижены (табл.2), а наиболее тесные корреляционные связи между геофизическими параметрами выявлены в разрезе Ватинского месторождения, а не Самотлора, как это выявлено для остальной части разреза.

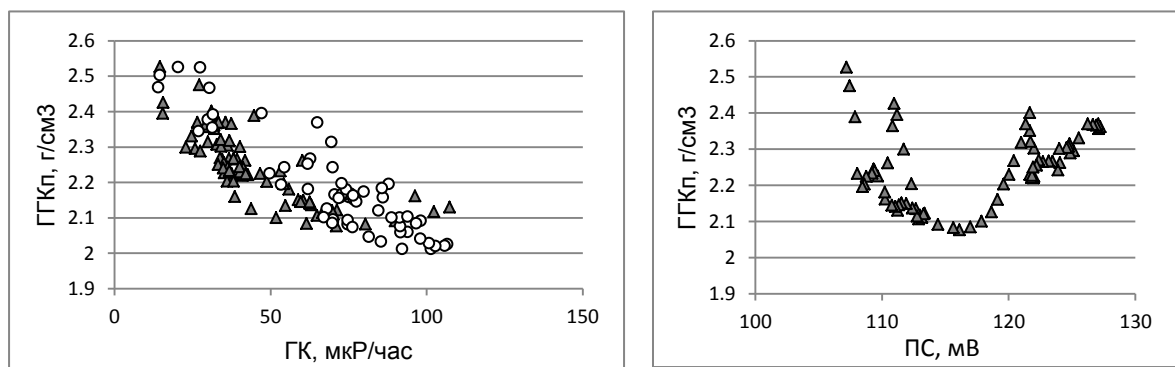


Рис. 2. Баженовская свита: корреляционные зависимости между геофизическими параметрами.
○ Ватинское; ▲ Самотлор

Как правило, для баженовской свиты наиболее тесные статистические связи (с R^2 до 0,9) наблюдаются между плотностью (ГГКп) и радиоактивностью (ГК), т.е. между параметрами, которые обусловлены битуминозностью и нефтенасыщенностью пород свиты (Номоконова и др., 2013). И на Самотлоре, и на

Ватинском месторождении зависимости «ГГКп-ГК» наиболее тесные, с самыми высокими коэффициентами достоверности линейной аппроксимации:

$$\text{месторождение Самотлор} \quad \text{ГГКп} = -0.0041\text{ГК} + 2.4309 \quad R^2 = 0.611$$

$$\text{Ватинское месторождение} \quad \text{ГГКп} = -0.0053\text{ГК} + 2.5562 \quad R^2 = 0.8171.$$

На корреляционной диаграмме «ГГКп-ГК» для месторождения Самотлор видно, что в области невысоких значений ГК уменьшение значений этого параметра сопровождается более резким ростом плотности, что можно расценивать как карбонатизацию. Результат – понижение коэффициента достоверности аппроксимации (R^2) базовой зависимости «ГГКп-ГК» баженовской свиты на месторождении Самотлор. Здесь же нарушены линейные взаимосвязи и между другими геофизическими параметрами в баженовской свите. Самые низкие значения $R^2=0,09$ на месторождении Самотлор наблюдаются в паре «ГГКп-ПС» (рис. 2), в то время как на Ватинском месторождении это одни из наиболее взаимосвязанных геофизических параметров ($R^2=0,71$).

Таблица 2

Геофизические параметры битуминозных карбонатно-глинисто-кремнистых пород баженовской свиты в разрезах нефтяных месторождений Ватинское и Самотлор

Месторождение	Интервал разреза, м	ГГКп, г/см ³	ГК, мкР/час	НКТ	ПС, мВ
Самотлор	2726,4 – 2741,4	2,24 (2,07 – 2,53)	45,31 (14,62 – 107,45)	3,66 (1,7 – 11,1)	117,09 (107,2 – 127,2)
Ватинское	2757 – 2769	2,18 (2,01 – 2,53)	71,02 (14,02 – 106,74)	2,75 (1,76 – 7,71)	106,04 (83,73 – 127,99)

Сравнение результатов ГИС на двух месторождениях, различающихся по запасам нефти на несколько порядков, имеет смысл, в основном, для выявления геофизических признаков именно гигантских месторождений. И с точки зрения возможного обнаружения таких месторождений по геофизическим данным, и с точки зрения уточнения генезиса месторождений углеводородов в целом. Из результатов настоящей работы следует, что гигантское месторождение (Самотлор) отличается:

- классическим отображением в данных ГИС резко расслоенного литологического разреза, высокой степенью взаимосвязанности в нем геофизических параметров и повышенной радиоактивностью пород;
- отличием баженовской свиты от классического варианта, с нарушением тесноты взаимосвязи между базовыми геофизическими параметрами (плотность-радиоактивность) и понижением радиоактивности пород свиты.

Выявленные отличительные геофизические признаки гигантских месторождений, конечно, требуют и подтверждения и уточнения, что будет составлять содержание дальнейших исследований.

МЕТОДЫ КАРОТАЖА НА ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ РАЗНОГО ГЕНЕЗИСА

С.Е. Жуков

Научный руководитель доцент Г.А. Лобова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Железо, как готовый продукт, нельзя найти в природе в чистом виде. В основном оно присутствует в составе минералов горных пород различного генезиса. Выделяют месторождения железа осадочного, метаморфогенного и контактово-метасоматического типов. Высокая плотность железосодержащих пород порождает аномалии в гравитационном поле. Электромагнитные свойства железных руд создают аномалии в электрических и магнитных полях. Поэтому при поисках железорудных месторождений в основном применяют методы гравиразведки, магниторазведки и электроразведки. Комплекс таких методов позволяет довольно уверенно определить местоположение железорудных тел.

Геофизические методы поисков месторождений в целом делятся на два этапа. На первом этапе проводятся полевые геофизические исследования. На втором этапе, для уточнения параметров рудного тела, бурятся скважины. При бурении скважин в пределах выявленных аномалий различными методами каротажа определяется интервал залегания, область распространения и процентное содержание железа в рудной залежи. При проведении геофизических исследований в скважинах в основном применяют электрические, ядерные и магнитные методы. Задачей наших исследований является сопоставление комплексов методов ГИС для изучения железорудных залежей разного генезиса.

Объектами исследования являются два железорудных месторождения различного генезиса: Бакчарское осадочное и Верхнеомолонское метаморфогенное.

Бакчарское железорудное месторождение осадочного типа расположено в юго-восточной части Западно-Сибирского железорудного бассейна [2]. Железорудный горизонт приурочен к подошве люлинворской свиты. Мощность горизонта меняется от 11 до 24 м. Главными рудообразующими компонентами руд являются гидрогетитовые и лептохлоритовые оолиты, а также мелкозернистый, реже крупнокристаллический сидерит. Для литологического расчленения разреза в скважинах месторождения проведены записи КС и ПС. Для определения технологического сорта руд сложного состава на месторождениях осадочного типа рекомендуется применение плотностного гамма-гамма каротажа и метода ВП для выделения в разрезе минералов с электронной проводимостью. Но на Бакчарском месторождении эти исследования не проводились.

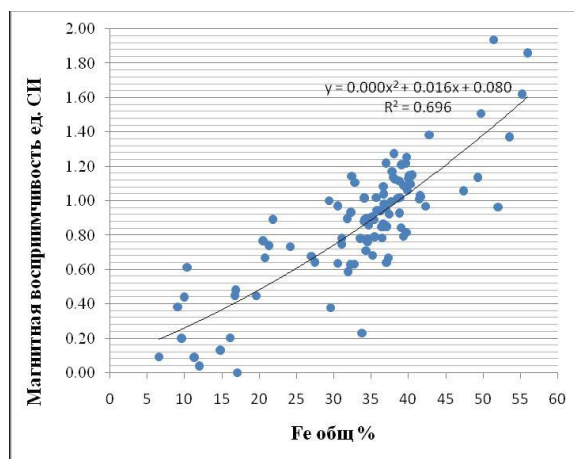


Рис. Зависимость магнитной восприимчивости от общего содержания железа в железистых кварцитах Верхнеомолонского месторождения

Вещественный состав руд определялся рентгенофлуоресцентным анализом (РФА). Весь поднятый керн подвергался каппаметрическим измерениям. При этом среднее значение магнитной восприимчивости Бакчарского месторождения составило $0,411 \times 10^{-3}$ ед. СИ, для нерудных вмещающих толщ (как до-, так и пострудных) — $0,259 \times 10^{-3}$ ед. СИ, для рудного горизонта — $0,822 \times 10^{-3}$ ед. СИ. Максимальное значение характерно для скважины, пробуренной на восточной части месторождения и составило $1,4 \times 10^{-3}$ ед. СИ [1]. Таким образом, применение каппаметрии позволило выделить рудные интервалы.

Верхнеомолонское железорудное проявление метаморфического происхождения приурочено к Южно-Омолонскому железорудному району и находится в пределах Ольдынского рудного узла. Географически район расположен на Колымском нагорье в верхней части бассейна реки Омолон. Железорудные проявления представлены метаморфогенно-метасоматическими рудами формации железистых кварцитов, в которых заключается более 90% всех учтённых прогнозных ресурсов на территории области. Они связаны с выходами мигматитовых гнейсов, амфиболитов и кристаллических сланцев архея-протерозоя, вмещающими пластовые и линзовидные тела железистых кварцитов, содержащих от 20 до 60% железа.

При проведении ГИС на Верхнеомолонском железорудном проявлении выполнены гамма каротаж (ГК) и каротаж магнитной восприимчивости (КМВ). ГК проводился для литологического расчленения разреза. Наименьшей мощностью экспозиционной дозы (до 4 мкР/час) характеризуются рудные зоны железистых кварцитов. Песчаники и зоны метасоматитов имеют мощность экспозиционной дозы (МЭД) от 6 до 15 мкР/час. Алевролиты характеризуются значениями в 12-18 мкР/час и самыми высокими значениями МЭД (до 120 мкР/час) отмечают зоны дробления и интрузивные породы.

По данным КМВ четко выделяются железистые кварциты с минимальными значениями 586×10^{-3} ед. СИ и максимальными - 2388×10^{-3} ед. СИ, амфиболиты 0,01-0,05 ед. СИ. Значениям 0,05-0,4 ед. СИ соответствуют породы, в небольших количествах содержащие магнетит (см. табл.). Все остальные разности пород обладают слабыми магнитными свойствами. При бурении в скважине 8 вскрыты девять тел железистых кварцитов мощностью от первых метров до десятков метров. По трём, наиболее крупным телам, подсчитаны средние значения магнитной восприимчивости: в интервале 86,9–102 метра она достигает 0,874 ед. СИ, 149,4–162,2 метра – 1,137 ед. СИ, 165,8–175,2 метра – 0,988 ед. СИ. В скважине 9 встречено еще больше мелких тел железистых кварцитов, в наиболее значимом интервале (221,9 – 246,6 м) среднее значения \bar{x} равно 0,911 ед. СИ. Дополнительно проведена каппаметрия по всему объему керна. При сопоставлении диаграмм КМВ и каппаметрии по керну отмечается хорошая сходимость. На рис. показана зависимость магнитной восприимчивости от общего содержания железа в железистых кварцитах Верхнеомолонского месторождения. Величина достоверности аппроксимации позволяет использовать эту зависимость для подсчета содержания железа.

Таблица

Петрофизические свойства пород участка Верхнеомолонский

№ п/п	порода	Магнитная восприимчивость (\bar{x}) $\times 10^{-3}$ ед. СИ	Плотность пород (ρ) г/см ³
1	амфиболит	45.44	3.04
2	мигматит	6.39	2.64
3	гранитогнейс	71.67	2.75
4	железистый кварцит	1394.37	3.53

Таким образом, достаточным комплексом геофизических исследований для уточнения параметров рудного тела на осадочных месторождениях можно принять следующие методы: КС, ПС, РФА, каппаметрия по

керна. Для месторождений метаморфического генезиса в комплекс методов необходимо включить ГК, КМВ и определение магнитной восприимчивости по капаметрии керна.

Литература

1. Рудмин М.А. Каппаметрические и фациальные исследования рудовмещающих горизонтов Бакчарского месторождения (Томская область) // Осадочные бассейны, седиментационные и постседиментационные процессы в геологической истории: Материалы VII Всероссийского литологического совещания. - Новосибирск, 2013. – Т.3. – С.21–25.
2. Рудмин М.А. Фациальные особенности и магнитная восприимчивость рудовмещающих отложений бакчарского железорудного проявления (Томская область) // Известия томского политехнического университета. – Томск, 2014. – Т.324. №1. – С. 48–55.

ОЦЕНКА ВЗАИМОВЛИЯНИЯ ВЫСОКОМАГНИТНЫХ ОБЪЕКТОВ С ПОМОЩЬЮ ФИЗИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Н.О. Зиннатуллин, А.П. Варзаков

Научный руководитель доцент В.Б. Виноградов

Уральский государственный горный университет, г. Екатеринбург, Россия

При проведении геофизических работ на полиметаллическом месторождении были обнаружены три близко расположенных наклонных пласта, сложенных магнетитом. В скважине были проведены измерения магнитной восприимчивости и горизонтальной и вертикальной компонент магнитного поля (рис.1а). На рис. 1 приведены вертикальные карты магнитной восприимчивости (б), вертикальной (в) и горизонтальной (г) составляющей магнитного поля. Магнитные данные позволили определить направление и угол падения рудоносных пластов изучаемого месторождения. Так как объекты сильномагнитные, возникает задача истолкования магнитных данных с учетом взаимовлияния объектов.

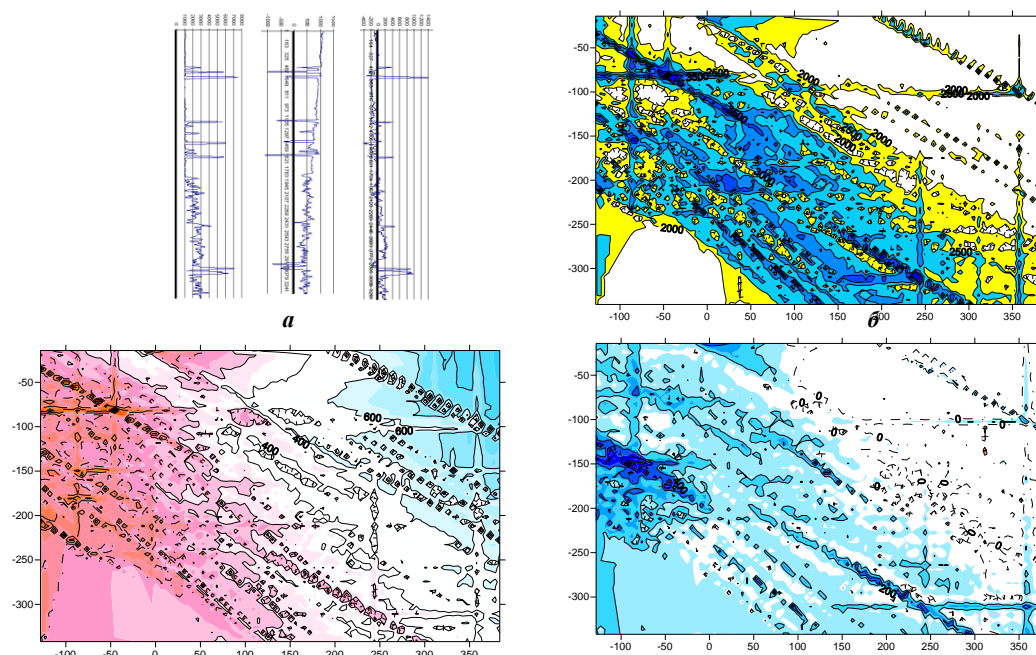


Рис. 1. Графики магнитной восприимчивости вдоль ствола скважины (а), карты магнитной восприимчивости (б), вертикальной (в) и горизонтальной (г) составляющих вектора магнитного поля полиметаллического месторождения (оцифровка в 10^{-5} СИ и нТл)

Изучение влияния сильномагнитных объектов с помощью физического моделирования интенсивно проводилось в 50-70 гг. XX века, а с появлением ЭВМ возобладало математическое моделирование. Позднее Ю. И. Блохом [1] была разработана комплексная теория взаимовлияния намагниченных тел. Решение прямой двумерной обратной задачи магниторазведки основано на представлении объекта совокупностью горизонтальных круговых цилиндров, шаров, эллипсоидов. В данной работе рассмотрен метод решения прямой задачи для тел произвольной формы с учетом размагничивания на основе физического моделирования.

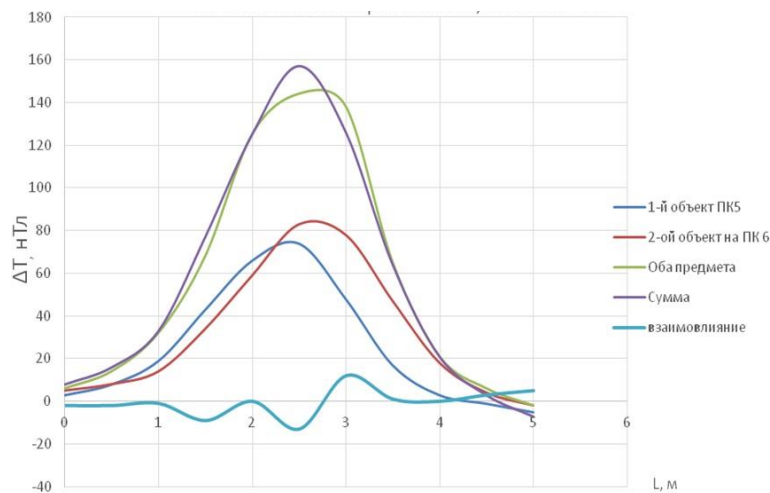


Рис.2 График магнитного поля ΔT_a над двумя телами, находящимися на расстоянии 0,5 метра

Физическое моделирование взаимного влияния высоко намагниченных объектов различной формы проводилось на площади 5×5 метров. Измерения проводилась по сети 0,5×0,5 метров с магнитометром МИНИМАГ с точностью до 1,2 нТл. В качестве изучаемых объектов применялись: металлические листы, трубы, металлические диски и др. Было измерено магнитное поле каждого объекта. Несколько параллельно поставленных стальных листов имитировали наклонные магнетитовые пласты размером 120×60×3 см. Всего проведено 12 съемок. Измерения проводились по схеме:

- 1) Измерения геомагнитного поля на площадке без объектов (измерения фона).
- 2) Измерения поля с первой группой объектов, находящихся на значительном удалении друг от друга;
- 3) Измерения поля с двумя группами объектов, расстояние между которыми было небольшим;
- 4) Измерения магнитного поля второй группы объектов;

Обработка результатов измерений осуществлялась вычетом фоновых значений из измеренных.

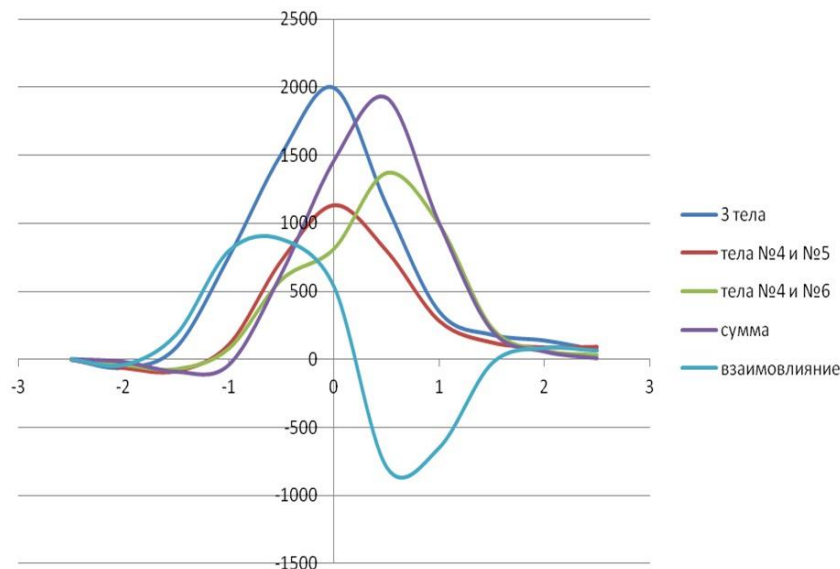


Рис. 3. График взаимного влияния полей ΔT от трех тонких наклонных пластов

Результаты измерений на одном профиле для двух и трех объектов приведены на рис. 2, 3. Увеличение числа объектов ведёт к усложнению формы наблюдаемых аномалий.

В ходе эксперимента были получены карты и графики эффекта взаимовлияния для нескольких объектов и групп объектов. Так как физическое моделирование производится достаточно быстро, то результат получают гораздо быстрее, чем с помощью математического моделирования [1].

Из представленных графиков видно, что сумма полей от двух источников не равна полю двух источников (рис.2), что является эффектом взаимовлияния сильномагнитных объектов, в данном случае рассматривались два горизонтальных ферромагнитных диска, эффект взаимовлияния составил 24% (рис.2).

На рис. 3 представлен график взаимного влияния для случая трёх близко расположенных наклонных пластов. Из графика видно, что максимум суммарного поля смещен относительно максимума графика трех тел на 1 пикет (0,5 метра) и значение суммарного поля меньше, чем сумма полей трех пластов. Таким образом можно сделать вывод, что при близком расположении трех наклонных вертикальных пластов в данном случае мы наблюдаем эффект взаимного намагничивания, эффект взаимовлияния составил 31%.

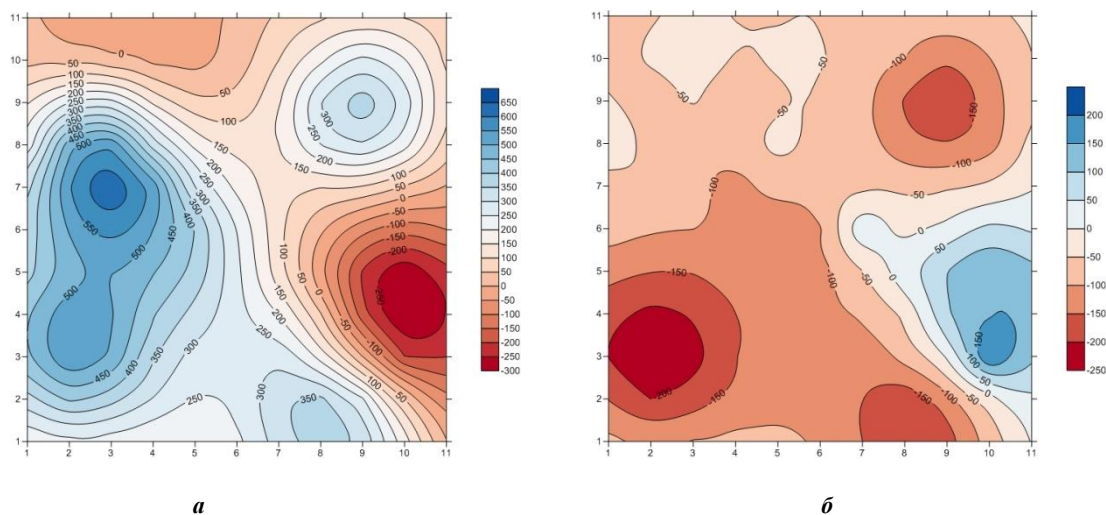


Рис. 4. Карта изодинам поля всех объектов (а), карта взаимного влияния (б).

На рис. 4 представлены карты магнитного поля с установленными на профилях объектами разной формы (а) и карта поля взаимовлияния (б). Над группой близко расположенных тел наблюдаемое поле меньше расчетного на 36%. Данный факт нельзя не учитывать при геологическом истолковании, иначе возникнет большая ошибка при подсчете запасов железных руд.

На основе результатов физического моделирования можно сделать следующие выводы:

1. Физическое моделирование осуществляется проще и быстрее для большого числа высокомагнитных объектов, чем теоретическое моделирование, а также позволяет свободно варьировать варианты постановки объектов сложной формы.
2. Проведённые исследования показали, что взаимное влияние двух объектов может превышать 20% от теоретических значений, а при наличии нескольких сближенных тел этот эффект может достигать 36%.
3. При геологическом истолковании магнитных аномалий (особенно от сильномагнитных тел) во избежание больших погрешностей необходимо учитывать эффект взаимного влияния объектов.

Литература

1. Блох Ю.И. Теоретические основы комплексной магниторазведки. – М., 2012. – 160 с.

ВЛИЯНИЕ МЕЗОЗОЙСКО-КАЙНОЗОЙСКОГО КЛИМАТА НА ГЕОТЕРМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ НЕФТЕМАТЕРИНСКИХ БАЖЕНОВСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ НЮРОЛЬСКОЙ МЕГАВПАДИНЫ А.А. Искоркина

Научный руководитель профессор В.И. Исаев

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

За последние два десятилетия накоплен значительный исследовательский материал, показывающий влияние векового хода температур на поверхности Земли на термическую историю глубокопогруженных нефтематеринских отложений, а, следовательно, и на степень реализации их нефтегенерационного потенциала.

Лобовой Г.А. с соавторами [4], на основе многовариантного палеотемпературного моделирования осадочных разрезов глубоких скважин (на широтах Томской области), установлено существенное влияние векового хода температур на поверхности Земли на термическую историю и реализацию нефтегенерационного потенциала верхнеюрскими отложениями баженовской свиты (J3tt).

Цель исследований – оценить влияние векового хода температур поверхности Земли на геотермический режим, на степень реализации генерационного потенциала баженовской нефтематеринской свиты.

«Местный» температурный тренд построен нами на основе обобщения (сводки): мезозойско-кайнозойских палеоклиматических реконструкций для Западно-Сибирской низменности А.А. Шарботяна (1974), включая четвертичное время; реконструкции климатических условий мезозоя Юга Западной Сибири Н.А. Ясманова (1985), включая раннеюрскую эпоху; реконструкции палеоклиматов Сибири в меловом и палеогеновом периодах А.В. Гольберта с соавторами (1977),

начиная с раннемеловой эпохи по эоценовую; реконструкции В.С. Волковой и И.А. Кульковой (2011) палеоклиматов палеогена и неогена западной и средней части Западной Сибири; истории климата Западной Сибири, начиная с позднего неогена, по В.А. Зубакову (1990); с использованием математической модели колебаний климата М. Миланковича (1939), позволяющей корректно реконструировать и прогнозировать солярную составляющую термического режима поверхности Земли, по меньшей мере, в интервале $\pm 0,5$ млн лет.

Оценка влияния палеоклимата на термическую историю материнских отложений выполняется на основе верификации результатов 4-х вариантов палеотемпературного моделирования: 1-й вариант – палеоклимат не учитывается; 2-й вариант – палеоклимат не учитывается и данные ОСВ не учитываются; 3-й вариант – палеоклимат учитывается по «местному» температурному тренду, полученному нами для южно-сибирской климатической зоны (Широтное Приобье и южнее); 4-й вариант – палеоклимат учитывается по «стандартному» температурному тренду, принятому при моделировании термической истории осадочных бассейнов Западной Сибири и других нефтегазоносных провинций [1 и др.].

Моделирование геотермического режима баженовских отложений выполняется для осадочного разреза глубокой скважины Лугинецкая 183 на Пудинском мезоподнятии в юго-восточной части Западной Сибири.

Восстановление термической истории отложений баженовской свиты выполнено на основе палеотектонических реконструкций и палеотемпературного моделирования [3]. Первое краевое условие модели определяется температурой поверхности осадконакопления и задается в виде кусочно-линейной функции векового хода температур поверхности Земли. Второе краевое условие модели определяется квазипостоянством значения плотности теплового потока из основания, начиная с юрского времени [2].

Схема расчета палеотемператур состоит из двух этапов. На первом этапе по распределению измеренных температур в скважине рассчитывается плотность теплового потока через поверхность подстилающего основания, т. е. решается обратная задача геотермии. На втором этапе с известным значением теплового потока решается прямая задача геотермии – непосредственно рассчитываются температуры в заданных точках осадочной толщи (баженовская свита) в заданные моменты геологического времени.

Решение прямых задач выполнено на 46 моментов геологического времени (см. табл.). Заданные моменты геологического времени соответствуют временам экстремальных значений тренда среднегодовых температур и временам начала/завершения формирования каждой свиты осадочной толщи, перекрывающей отложения баженовской свиты. Пороговая температура очагов генерации нефти баженовской свитой принята 85°С, так как РОВ сапропелевого типа.

Таблица

Геотемпературы баженовской свиты в разрезе скважины Лугинецкая 183

Время, млн лет назад	Вековой ход температур на поверхности Земли	Вековой ход температур на поверхности Земли («стандартный» тренд [2]), °С	Глубина положения баженовской свиты, м	Геотемпературы баженовской свиты*, °С			
				Без учета палеоклимата	Без учета палеоклимата (без учета данных ОСВ)	Учет палеоклимата («местный» тренд температур)	Учет палеоклимата («стандартный» тренд температур)
0	0	+2	2321	89	82	84	83
0,005	+3	+2	2320	89	82	82	83
0,03	-2	+2	2320	89	82	80	83
0,05	-1	+2	2320	89	82	81	83
0,07	-4	+2	2319	89	82	83	84
0,09	-1	+2	2319	89	82	84	83
0,11	-4	+2	2319	89	82	83	83
0,13	-1	+2	2319	89	82	83	83
0,15	-4	+2	2318	89	82	83	83
0,19	-9	+2	2318	89	82	83	83
0,21	-6	+2	2317	88	82	83	83
0,235	-10	+2	2317	88	82	84	83
0,24	0	+2	2317	88	82	84	83
1,64	+1	+2	2296	88	82	86	84
3,1	+2	+2	2295	88	81	86	85
3,2	+2	+2	2295	88	81	88	86
3,8	+12	+5	2295	87	81	89	87
4,7	+3	+4	2295	87	81	96	83
5,2	-3	+4	2294	87	81	88	82
5,7	+7	+4	2294	87	81	89	83

6,3	+10	+4	2294	87	81	93	83
7	+4	+4	2294	88	81	94	84
20	+15	+7	2294	88	81	100	87
24	+16	+8	2294	88	81	101	85
31,5	+17	+9	2218	85	78	98	87
32,3	+16	+10	2210	84	77	97	87
34	+15	+12	2200	84	77	96	87
37,6	+14	+15	2178	82	76	94	95
41,7	+12	+19	2154	82	75	91	95
42	+11	+20	2152	81	75	89	95
46	+8	+21	2129	81	74	86	94
54,8	+19	+21	2077	79	72	95	92
58	+24	+20	2058	78	72	99	91
61,7	+22	+20	2037	76	70	95	89
73	+15	+20	1899	71	65	83	83
73,2	+16	+20	1897	70	65	83	83
86,5	+22	+20	1735	64	59	83	78
89,8	+22	+20	1694	62	57	83	77
90	+23	+20	1692	62	57	83	77
91,6	+22	+20	1673	59	55	79	74
114,1	+21	+20	870	31	28	50	49
118	+19	+20	869	30	28	49	49
120,2	+19	+20	869	29	28	48	49
132,4	+19	+20	319	11	10	30	32
136,1	+19	+20	245	9	8	27	30
145,8	+19	+20	8	0,3	0,3	19	23
Расчетный тепловой поток из основания, мВт/м ²				55,8	51,2	52,1	50,7

При реконструкциях «местного» тренда векового хода температур на земной поверхности может существенно (более чем на 30%) улучшить показатель плотности прогнозных ресурсов нефти, чем при использовании «стандартного» тренда векового хода температур.

Коричневой заливкой обозначены времена палеотемпературных максимумов в баженовской свите, синей заливкой - температуры главной зоны нефтеобразования.

Литература

1. Галушкин Ю.И. Моделирование осадочных бассейнов и оценка их нефтегазоносности. – М.: Научный Мир, 2007. – 456 с.
2. Ермаков В.И., Скоробогатов В.А. Тепловое поле и нефтегазоносность молодых плит СССР. – М.: Недра, 1986. – 222 с.
3. Исаев В.И. Интерпретация данных гравиметрии и геотермии при прогнозировании и поисках нефти и газа. – Томск: Изд-во ТПУ, 2010. – 172 с.
4. Лобова Г.А., Осипова Е.Н., Криницина К.А., Останкова Ю.Г. Влияние палеоклимата на геотермический режим и нефтегенерационный потенциал баженовской свиты (на широтах Томской области) // Известия Томского политехнического университета. – 2013. – Т. 322. – № 1. – С. 45–50.

МЕТОДИКА ОРИЕНТАЦИИ КЕРНА ПАРАМЕТРИЧЕСКИХ СКВАЖИН ПАЛЕОМАГНИТНЫМ МЕТОДОМ

А.Ф. Кадыров

Научный руководитель доцент Н.Н. Ларионов
Башкирский государственный университет, г.Уфа, Россия

В процессе разработки месторождений углеводородов часто возникают проблемы, обусловленные неоднородностью строения и свойств продуктивных толщ. Сложность строения пластов объясняется фациальной и литологической изменчивостью пород-коллекторов, а неоднородность свойств имеет несколько причин, таких как неравномерность развития наложенных процессов, структурно-текстурные особенности пород (характер упаковки и ориентации зерен, направленность ориентировки порового пространства). Также в эту группу входит развитие трещиноватости, которая определяет направление миграции флюидов. С повышением трещинообразования в породах связаны также повышение емкостных качеств коллектора и увеличение интенсивности битуминизации пустотного пространства, поэтому наблюдение зон трещиноватости в продуктивных интервалах имеет большое значение для понимания их коллекторских свойств [3].

Пространственная ориентация пород из керн параметрических скважин дает точную информацию об углах падения пластов, направлениях их простираания, пространственном распределении характеристик коллекторов, тенденциях изменения пористости и проницаемости; позволяет определить направление миграции

флюидов по трещинам в пластах и тем самым способствует выбору наиболее рационального метода и режима нефтедобычи [4]. Таким образом, ориентация зерна позволяет повысить эффективность комплексных исследований при решении геологических и технологических задач, стоящих перед параметрическими скважинами.

Минералы, входящие в состав горных пород, способные приобретать и сохранять остаточную намагниченность, называют магнитными минералами. Они содержатся практически во всех горных породах в виде акцессорных минералов. К ним относятся магнетит и его разновидности (титаномагнетит, магномагнетит и др.) маггемит, гематит, ильменит и другие. В осадочных горных породах немаловажную роль играют также минералы – гидроокислы железа (гётит, гидрогётит, гидрогематит, лепидокрокит). В терригенных породах минералы – носители магнитной информации встречаются в трех формах:

1) терригенные рудные зерна магнетита и его разновидностей, маггемита и гематита. По своим размерам эти зерна относятся к песчано-алевритовой фракции (от 0,01 до 2 мм), к этой же фракции относятся зерна кварца и чешуйки биотита с магнетитовыми включениями.

2) тонкорассеянные в породе гематит, магнетит и маггемит терригенного и аутигенного (раннедиагенетического) происхождения. Размеры зёрен этих частиц колеблются от долей до десятков микрометров, все они попадают в аргиллитовую фракцию.

3) позднедиагенетические и эпигенетические продукты окисления и замещения сидерита, пирита и магнетита.

Вектор вязкой остаточной намагниченности (ВОН) присутствует во всех горных породах благодаря продолжительному воздействию на них современного геомагнитного поля и совпадает с его направлением [5]. По направлению современной вязкой остаточной намагниченности в горных породах можно восстановить ориентировку в пространстве неориентированных образцов из кернов параметрических скважин, где известен только верх-низ. Ориентация зерна проводится по горизонтальной проекции вязкой намагниченности, которая указывает на северный магнитный полюс.

Чтобы получить направление вязкой остаточной намагниченности в керне, необходимо отобрать образец (образцы) из каждой литологической разности (стратиграфического уровня), представленной в керне. Так как палеомагнитные данные имеют статистический характер, то для получения более объективной информации необходимо отбирать из керна такое количество палеомагнитных образцов, которое позволит сгладить воздействие некоторой анизотропии магнитных свойств горных пород, а также случайных и систематических ошибок при расчетах. Равномерный отбор образцов из керна является необходимым условием значимости среднего палеомагнитного направления. Для контроля над возможным лабораторным подмагничиванием из каждого уровня в процессе подготовительных работ выпиливается не менее двух образцов.

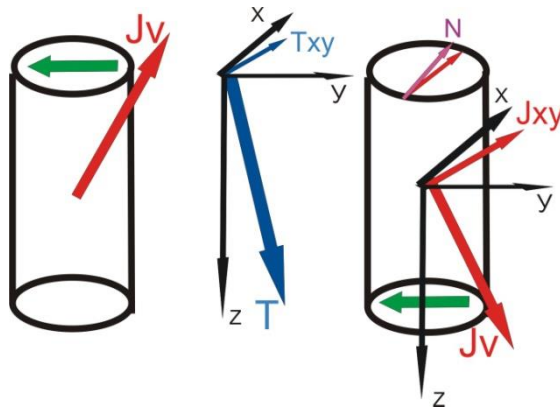


Рис. Ориентировка керна в пространстве [2]

Зеленая стрелка – произвольное направление керна перед началом измерений, синие стрелки – составляющие вектора современного магнитного поля, красная стрелка – составляющие вектора вязкой остаточной намагниченности

Когда палеомагнитная коллекция получена, можно приступать к лабораторным исследованиям, в ходе которых ставится задача выделения вязкой остаточной намагниченности. Лабораторные испытания палеомагнитных образцов, заключающиеся в воздействии на них размагничивающих факторов (температуры или переменного поля), называются магнитными чистками. Режим температурных чисток включает в себя разное количество ступеней, оно зависит от времени, прошедшего между моментом отбора керна и его палеомагнитным анализом [1]. Для применения математических методов выявления ВОН необходимо несколько шагов ступенчатой магнитной чистки с постепенным повышением температуры нагрева. После каждого шага магнитной чистки измеряется направление остаточного вектора намагниченности на магнитометре. В результате завершения этих операций, мы будем располагать измерениями вязкой остаточной намагниченности на каждом этапе чистки в виде тройки декартовых координат x , y и z и сферических координат вектора намагниченности (склонение, наклонение и величину вектора) [6]. Затем в полученных системах координат проводится выделение

направления вязкой остаточной компоненты путем определения геометрической разности векторов намагниченности, выделенных на всех этапах размагничивания и отношений между ними. ВОН как правило выделяется в диапазоне температур 25-250°C

Точность ориентировки зерна определяется параметром α_{95} (радиус круга, внутри которого лежит истинное направление вектора с вероятностью 95%). Допустимыми значениями параметра α_{95} являются значения $<20^\circ$. К примеру, если $\alpha_{95}=12^\circ$, значит полученное направление, совпадающее с направлением горизонтальной проекции вязкой остаточной намагниченности, будет указывать на географический север (с учетом магнитного склонения) с точностью $\pm 12^\circ$. Оптимальными значениями параметра α_{95} являются $\pm 10^\circ$ и ниже.

Естественную остаточную намагниченность и ее компоненты, выделяемые при магнитной чистке измеряют на спиннер-магнитометрах, для проведения магнитной чистки используются терморазмагничивающие печи. В конструкции печи соблюдаются следующие условия: материалы, из которых изготовлена печь, немагнитны; низкая внешняя теплоотдача; обеспечение равномерного прогрева каждого образца; неоднородности температуры в рабочем объеме, не превышающие 10°C ; измерение и поддержание температуры с погрешностью до нескольких градусов.

Из числа осадочных горных пород, наиболее предпочтительными для подобных исследований являются темноокрашенные полимиктовые песчаники, алевролиты и аргиллиты, которые не были подвержены процессам метаморфизма и гипергенеза. Также для палеомагнитных исследований подходят карбонатные породы с примесью терригенных частиц, среди которых встречаются зерна гематита и магнетита, но из-за низкой концентрации магнитных зерен остаточная намагниченность карбонатных пород очень низка, что не всегда позволяет получить значимый результат.

Успех магнитной ориентации кернов в большинстве случаев зависит от времени, прошедшего от бурения до магнитометрических измерений; этот интервал нужно стараться свести к минимуму.

Литература

1. Описание изобретения (к авторскому свидетельству) Способ ориентирования зерна скважин, Бузов Б.В., Балабанов Ю.П., Ясонов П.Г., Храмов А.Н., Ржевский Ю.С. – М.: 1978. – 2 с.
2. Гужиков А.Ю. Геологическая информативность зерна и шлама осадочных пород, полученных при бурении разведочных скважин // Приборы и системы разведочной геофизики. – 2013. – № 4. – С 51–61.
3. Дорогиницкая Л.М., Исаев Г.Д., Скачек К.Г., Шалдыбин М.В. К методике исследования анизотропии продуктивных пластов месторождений нефти и газа // Вестник недропользователя ХМАО. – 2009. – № 20. – 54 с.
4. Ошкордин О.В., Мецгер А.А. Технология и технические средства бурения с отбором ориентированного зерна: Учебное пособие. – Свердловск: СГИ, 1987. – С 30–34.
5. Храмов А.Н., Гончаров Г.И., Комиссарова Р.А. и др. Палеомагнитология - Л.: Недра, 1982. – 312 с.
6. Шипунов С.В. Элементы палеомагнитологии. – М.: Геологический Институт РАН, 1994. – 64 с.

ИЗУЧЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЧАСТОТНОГО АНАЛИЗА МАГНИТОРАЗВЕДКИ ДЛЯ ПОИСКОВ ЗАЛЕЖЕЙ УГЛЕВОДОРОДОВ

И.Б. Ковалев

Научный руководитель доцент Е.В. Гусев

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

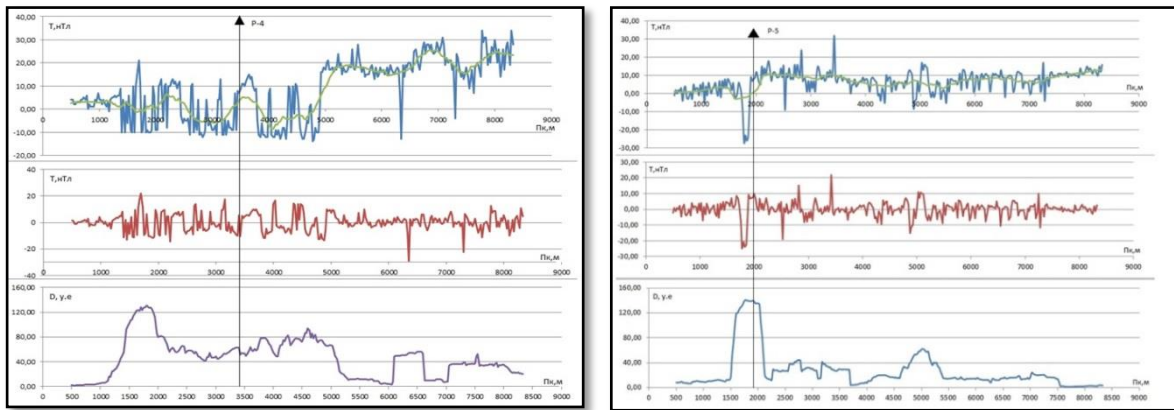
Область применения магнитных съемок при нефтегазопроисследовательских работах обычно ограничивалась изучением региональных особенностей геологического строения территорий, исследованием структуры и вещественного состава кристаллического фундамента молодых и древних платформ и решением общих задач геокартирования. Осадочный чехол из-за очень слабых магнитных свойств пород, как правило, исключался из объектов исследования. С появлением новой высокоточной аппаратуры и проведением с ее помощью массовых съемок были выявлены новые специфические аномалии магнитного поля малой амплитуды, пространственно приуроченные к залежам углеводородов [1, 2, 3].

К настоящему времени в юго-восточной части Западно-Сибирской плиты на нескольких месторождениях проведены наземные детальные высокоточные магнитные съемки. Анализ полученных данных был проведен сотрудниками Томского политехнического университета [4, 6].

В области залежи наблюдаются «микромагнитные аномалии», представляющие собой участки резко дифференцированного по амплитуде высокочастотного магнитного поля, наложенного на плавно меняющийся фон средне- и низкочастотных аномалий. Региональные магнитные аномалии, связанные с глубоко залегающими объектами, исключаются осреднением, остаточные аномалии содержат информацию об осадочном чехле и областях его эпигенетического преобразования, включая верхнюю часть разреза.

Зоны повышенной дисперсии амплитуд фиксируют участки с резко дифференцированными магнитными свойствами – «магнитные шляпы» (по В. П. Меркулову), которые приурочены к залежам углеводородов и субвертикальным зонам эпигенетических преобразований.

В рамках данного исследования были произведены трансформации магнитного поля с целью изучения их эффективности, определения условий применения и подбора оптимальных параметров трансформаций. В качестве исходного материала использовались данные магнитной съемки на Селимхановской площади по пяти профилям длиной 9 км с шагом 25 метров.

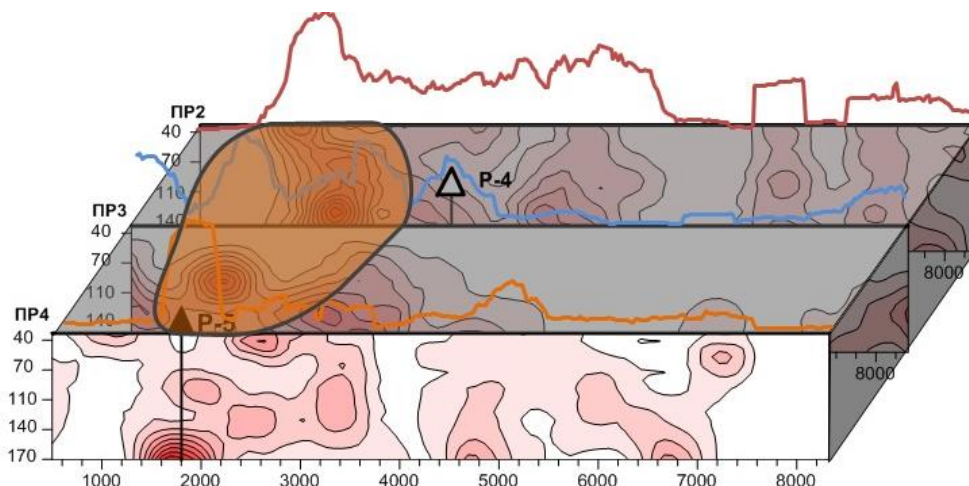


**Рис.1. Структура магнитного поля и его трансформант по 2 и 4 профилям Селимхановской площади.
На левом рис. скважина 4 – сухая, на правом скважина 5 – продуктивная.**

Локальные аномалии определялись как разность наблюдаемого и осреднённого полей, при этом оптимальное окно осреднения определялось опытным путем – считались усреднённые значения по профилям с окнами от 11 до 51 точки. В качестве оптимального выбрано окно осреднения в 21 точку (500 метров). На рис. 1 приведены результаты вычисления остаточного магнитного поля (средние графики) и дисперсии (нижние графики) по двум профилям, один из которых проходит поблизости от «сухой» скважины, а другой – поблизости от продуктивной скважины. На графиках видно, что продуктивная скважина находится в области максимума дисперсии.

Кроме того, В. П. Меркулов [5] применял спектрально-энергетический анализ магнитного поля. При этом скользящим окном (способом периодограмм) по профилю рассчитывались спектры Фурье и строились разрезы спектров в вертикальной развертке при условии, что глубина аномалиеобразующих источников находится в прямой зависимости от периода аномалий. На разрезах спектров обнаружилось аномально высокие значения спектральной плотности на всю глубину в зонах залежей (Колотушная, Южно-Черемшанская площади и др.). Аналогичный подход мы опробовали на Селимхановской площади.

Расчеты спектра Фурье для Селимхановской площади производились по специально написанной автором программе на базе Visual Basic в двухмерном виде. Далее в программе Surfer строились развертки спектральной плотности, с использованием осреднения. Материалы представлены в виде 3D модели, которая объединяет развертки спектров по трем профилям, расположение скважин, графики дисперсии, и прогнозную область расположения залежи (рис.2).



**Рис.2. Результаты расчетов трансформант магнитного поля для Селимхановской площади
представленные в виде 3D модели спектров.Скважина P-5 нефтеносная, P-4 «сухая»;
цветом выделена прогнозная область расположения залежи**

Расчеты производились по скользящему окну размером 500 м, вертикальная шкала в метрах отображает полупериод аномалии. Неверно было бы связывать период с глубиной и расположением залежи, так как высокие

частоты связаны с приповерхностными объектами глубиной до 200 м, залежь же находится на глубине более 1000 м. Как это видно из рис. 2, нефтеносная скважина расположена в максимальных значениях спектра высоких гармоник, а сухая скважина – в его минимальных значениях.

Таким образом, на основании приведенных сведений, можно сказать, что представленная методика позволяет прогнозировать залежи углеводородов. Наиболее эффективно использовать магниторазведку на месторождениях, для которых сейсморазведка дает недостаточно точные данные, это месторождения со сложной структурой, нарушенным залеганием. Однако, в любом случае включение детальной магниторазведки в геофизический комплекс позволит увеличить точность прогноза при незначительном увеличении стоимости.

Для проведения спектрального анализа следует использовать гармоники, начиная с 3, так как 0,1,2 гармоники зачастую имеют значения на порядок выше остальных, несмотря на исключение фоновой составляющей. Это делает невозможным сравнительный анализ высоких частот, поэтому рекомендуется исключать эти гармоники из анализа и рассматривать их отдельно.

Литература

1. Березкин В.М., Киричек М.А., Кунарев А.А. Применение геофизических методов разведки для прямых поисков месторождений нефти и газа. – М.: Недра, 1978.
2. Еремин В.Н. Магнитная зональность осадочных пород и пространственное распределение минералов железа в зонах влияния углеводородов // Геология нефти и газа. – 1986. – № 4. – С. 28 – 32.
3. Каштанов В.А. Локальный нефтепрогноз по данным аэромагнитной съемки. // Геология нефти и газа. – 1988. – № 12. – С. 7 – 12.
4. Меркулов В.П., Зятев Г.Г. Нетрадиционные возможности применения некоторых геофизических методов в нефтяной геологии Западной Сибири // Материалы региональной конференции геологов Сибири, Дальнего Востока и Северо-Востока России. Том 2. – Томск, 2000. – с. 492 – 495.
5. Меркулов В.П. Магнитные поля месторождений нефти и газа и возможности их использования при картировании залежей углеводородов: Геология, поиски и разведка полезных ископаемых Сибири // Известия Томского политехнического университета. – Томск: 2002. – Т. 305, вып. 6. – С. 218 – 224.
6. Меркулов В.П., Зятев Г.Г. Гравимагнитные исследования при локальном прогнозе нефтегазоносности (на примере Лавровского наклонного вала). // Геофизические методы при разведке недр и экологических исследованиях: Материалы науч.-техн. конф., посвящ. 100-летию со дня рождения Д.С. Микова. Вып. 2. Томск: Изд. ТПУ, 2003. – С. 120 – 125.

ВЫЯВЛЕНИЕ ЗОН АНОМАЛЬНО ВЫСОКИХ ПЛАСТОВЫХ ДАВЛЕНИЙ В РАЗРЕЗАХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ УГЛЕВОДОРОДОВ

С.А. Кофанов

Научный руководитель доцент Г.Г. Номоконова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Аномально высокие пластовые давления (АВПД) – распространенное явление в разрезах нефтегазоносных территорий. АВПД наблюдаются на гигантских месторождениях Западной Сибири, сопровождают процессы преобразования рассеянного органического вещества в углеводороды и характерны для нефтегазоматеринских пород, могут быть следствием субвертикальных движений флюидов, в том числе и дегазации мантии. Во всех случаях наличие АВПД – это признак замкнутости системы. АВПД увеличивает естественную энергетику пластов, улучшает их фильтрационно-емкостные свойства. В то же время АВПД могут приводить к аварийным ситуациям при бурении, особенно глубоком (обвалы, выбросы и др.). Выявление зон АВПД в конкретных разрезах, изучение закономерностей их распространения является актуальной задачей.

Аномально высоким пластовым давлением принято считать давление пластовой жидкости, которое минимум в 1,3 раза превосходит гидростатическое давление на соответствующей глубине залегания пласта. Давление из пластов-коллекторов или нефтематеринских пород, например, баженовской свиты в разрезах Западной Сибири, может передаваться в глинистые породы, что приводит к их разуплотнению, повышенной пористости и водонасыщенности в сравнении с глинами, залегающими на тех же глубинах, но находящими под нормальными (гидростатическими) давлениями.

Выявлять зоны АВПД по данным геофизических исследований скважин (ГИС) удобнее именно в глинистых образованиях, а не в пластах-коллекторах или в самой баженовской свите. Геофизическая характеристика последних сильно зависит от их переменной пористости и нефтенасыщенности коллекторов, от содержания (для баженовской свиты) и степени катагенеза органического вещества.

Признаками АВПД в глинистых образованиях по данным методов ГИС являются: понижение плотности и скорости упругих волн по данным метода плотностного гамма-гамма-каротажа и акустического каротажа; понижение удельного электрического сопротивления по методам сопротивления (КС, БК и др.), повышение водородосодержания (W) по данным нейтронного каротажа. В случаях интенсивного проявления АВПД могут происходить понижения естественной радиоактивности пород (ГК) и потенциалов самопроизвольной электрической поляризации (ПС).

Для уверенного выделения зон АВПД необходимо произвести нормализацию данных ГИС, предполагающую приведение показаний отдельных методов к единому уровню значений и их размаху. В настоящей статье в качестве параметров нормализации были взяты среднее арифметическое и стандартное отклонение геофизического признака (рис.1).

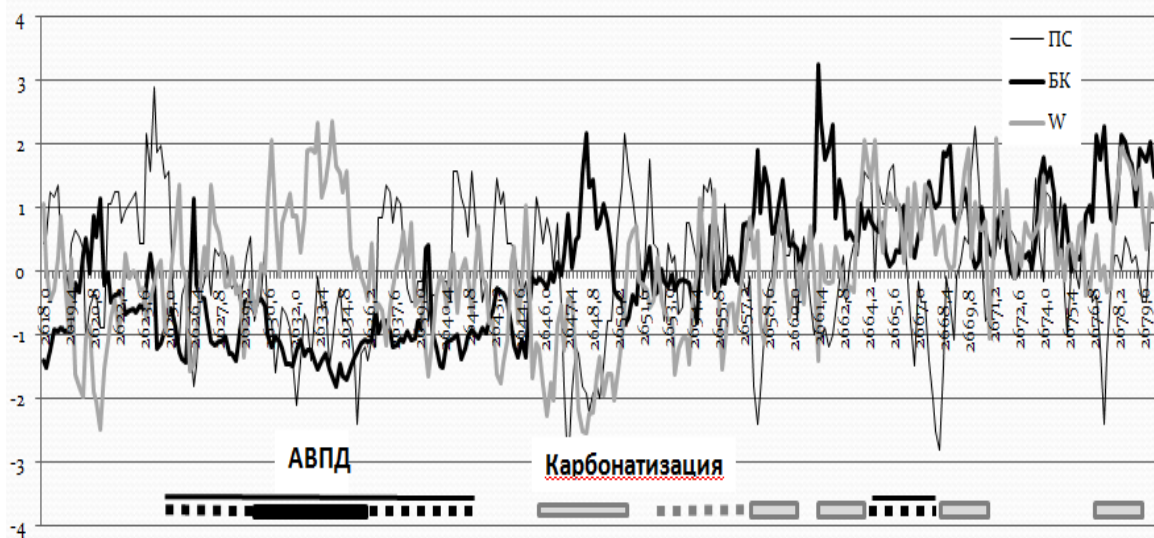


Рис. 1. Проявление зон anomalно высоких пластовых давлений (АВПД) с сопряженной карбонатизацией в аргиллитах нижней части куломзинской свиты (Мыльджинское месторождение). Приведены нормированные значения показаний бокового каротажа (БК), водородосодержания (по данным нейтронного каротажа) и потенциала собственной поляризации (ПС)

В качестве объектов исследования были взяты разрезы с данными ГИС двух нефтегазоконденсатных месторождений юго-востока Западной Сибири (Томская область), отличающихся различным стратиграфическим интервалом нефтегазоносности – Герасимовское и Мыльджинское. На Герасимовском месторождении продуктивные пласты размещены практически по всей юре и кроме того - в коре выветривания палеозойского фундамента (пласт М), при этом основные запасы углеводородов сосредоточены в пласте М. На Мыльджинском месторождении основным объектом разработки является горизонт Ю1, размещенный непосредственно под региональным флюидоупором и нефтематеринской породой – баженовской свитой.

Выявление зон АВПД на Герасимовском месторождении не дало положительных результатов. Зоны АВПД отсутствуют как в подстилающих баженовскую свиту аргиллитах васюганской свиты, так и в перекрывающих глинистых образованиях (куломзинская свита). Скорее всего, ее нет и в самой баженовской свите. На Мыльджинском месторождении исследовались аргиллиты только куломзинской свиты, поскольку геофизическая характеристика верхней части васюганской свиты изменена залегающими там пластами горизонта Ю1.

Результаты выявления зон АВПД в перекрывающих баженовскую свиту куломзинских аргиллитах приведены на рис. 1. Как видно из рисунка, в разрезе Мыльджинского месторождения выявляется интенсивная зона АВПД мощностью 23 метра. По результатам анализа геофизического разреза можно сделать еще два заключения.

Во-первых, изменение геофизических параметров очень сложное и без нормализации данных и без комплексного учета всех методов выделить зоны АВПД практически было бы невозможно. Поэтому зоны АВПД, скорее всего, более распространенное явление, чем это принято считать.

Во-вторых, с зонами АВПД пространственно (и генетически?) ассоциируют зоны карбонатизации. Это области нарушения взаимоотношений между геофизическими параметрами: повышение электрического сопротивления, понижение водородосодержания, радиоактивности и ПС. По изменению ГК и ПС карбонатизация схожа с АВПД, поскольку и тот и другой процесс изменяют базовые глинистые характеристики, по изменению электрического сопротивления и водородосодержания – резко противоположные процессы.

Почему в близко расположенных месторождениях, с одинаковым фазовым составом залежей, в разновозрастных и близких по литологии породах развиваются (или не развиваются) зоны АВПД? Ответ на этот вопрос требует масштабных и всесторонних исследований. В настоящей статье приводятся результаты сравнения геофизических характеристик (ГК, ПС, КС) кремнисто-карбонатно-глинистых пород баженовской свиты в разрезах двух изученных месторождений.

Геофизические параметры пород баженовской свиты в разрезах Герасимовского и Мыльджинского нефтегазоконденсатных месторождений существенно различаются.

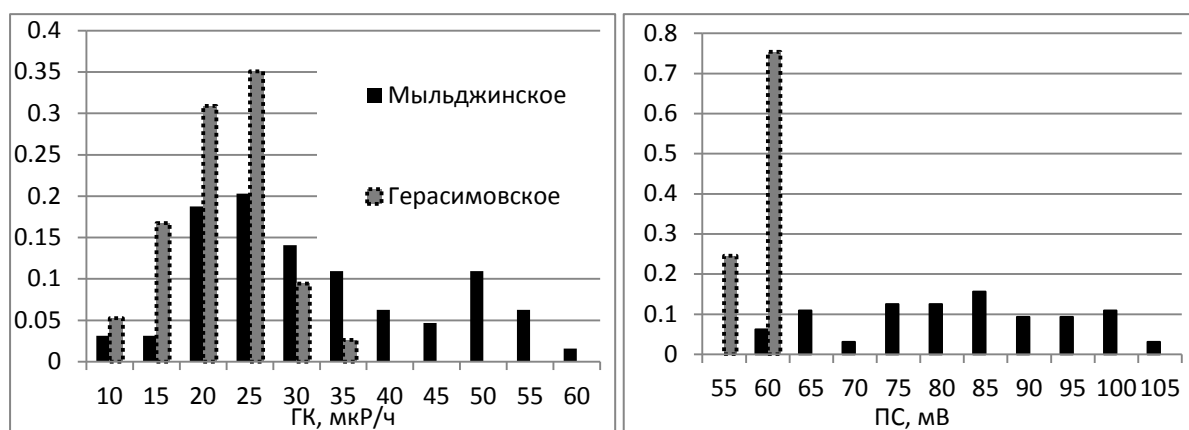


Рис. 2. Различная петрофизическая характеристика баженовской свиты разрезов нефтегазоконденсатных месторождений с АВПД (Мыльджинское) и без него (Герасимовское). Приведены гистограммы распределения значений естественной радиоактивности (ГК) и потенциалов самопроизвольной поляризации (ПС)

Базовые свойства баженовской свиты – аномально высокие радиоактивность и электрическое сопротивление – в полной мере соответствует баженовской свите только Мыльджинского месторождения. Из данных рис. 2 видно, что в распределении значений ГК баженовской свиты Мыльджинского месторождения присутствует обособленная совокупность с показаниями ГК больше 40 мкР/час, что в целом характерно для большей части месторождений Томской области. Аномально высокие удельные электрические сопротивления (>100 Ом м) отмечаются также только в разрезе Мыльджинского месторождения. Различия в показаниях ПС можно было бы отнести за счет разного нуля при регистрации ПС, если бы не существенно разный диапазон изменения этого параметра в сравниваемых разрезах (рис. 2).

Итогом сравнения является следующее заключение: баженовская свита в разрезе Герасимовского месторождения не является нефтематеринской, и не баженовская свита была источником углеводородов для пластов горизонта Ю1 и других нефтегазонасыщенных пластов месторождения. К отсутствию АВПД в разрезе Герасимовского месторождения и физическим (не аномальным) свойствам баженовской свиты можно добавить следующие положения-доказательства: радиоактивность баженовской свиты тесно связана с содержанием в породах керогена (Номоконова, Колмаков и др., 2013), определяющего его нефтематеринские свойства; АВПД является обязательным атрибутом нефтематеринских пород (Хаин, 1982); при широком стратиграфическом диапазоне нефтегазоносности на Герасимовском месторождении максимальная продуктивность пластов смещена от верхней юры (горизонт Ю1) к ее низам и к палеозойскому фундаменту.

ОСОБЕННОСТИ ГЕОФИЗИЧЕСКОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ КАЗАНСКОГО ГАЗОКОНДЕНСАТНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Ф.Г. Кудинов

Научный руководитель доцент Г.Г. Номоконова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Месторождения углеводородов Западной Сибири – это сложные геологические образования с конкретными геофизическими особенностями. Сравнительный анализ геолого-геофизических материалов различных месторождений позволяет выявить и лучше понять общие закономерности, перенести геофизические признаки с одного разреза на другой. В настоящей работе излагаются результаты анализа данных геофизических исследований скважин (ГИС) на Казанском и Мыльджинском газоконденсатных месторождениях юго-востока Западной Сибири (Томская область).

Казанское газоконденсатное месторождение располагается в юго-восточном обрамлении Нюрольской мегавпадины, в пределах одноименной положительной структуры третьего порядка, осложняющей северную периклиналь Таволгинского структурного мыса. Методами ГИС исследованы юрские отложения Казанского месторождения. Основными продуктивными пластами являются пласты горизонта Ю1 в верхней части васюганской свиты. Пласты Ю1-1 и Ю1-2 представлены песчаниками, а также алевролитами с прослоями аргиллитов. Покрышками для газоконденсатной залежи являются аргиллиты георгиевской свиты и битуминозные глинисто-карбонатно-кремнистые породы баженовской свиты (рис. 1). Комплекс ГИС включал методы, изучающие электрические сопротивления (БК) и электропроводность (ИК), водородосодержание W (по данным нейтронного коротажа НКТ), естественную гамма-активность пород (ГК), а также резистивиметрию (RZ) и кавернометрию (Dc).

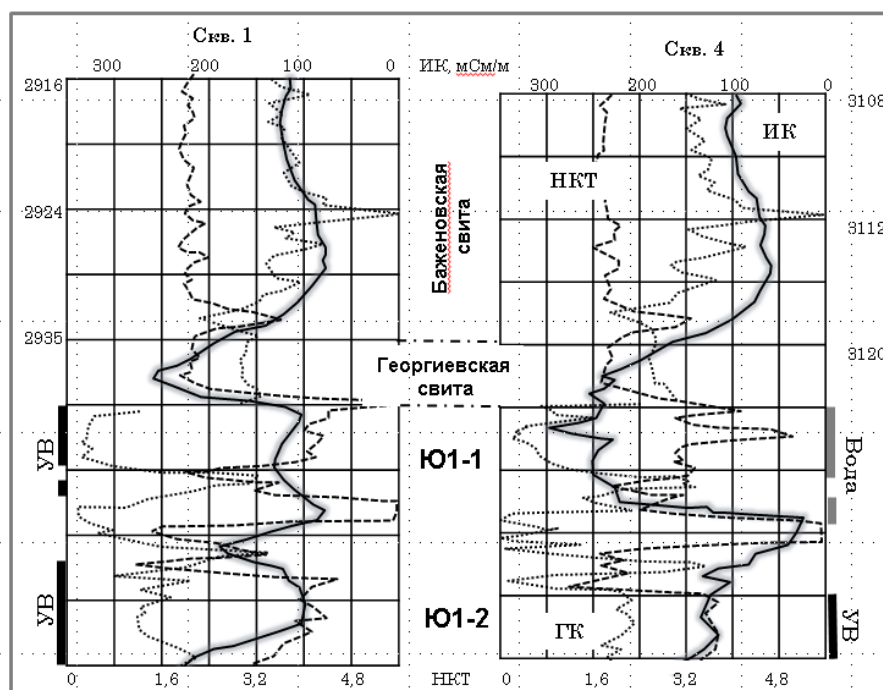


Рис. 1. Разный характер насыщения пласта Ю1-1 в разрезах скважин Казанского месторождения

В геофизических данных разрез Казанского месторождения отображается классическим образом (рис. 1). Баженовская свита на фоне вмещающих пород выделяется аномально высокими показаниями ГК и БК (низкими ИК), пониженными показаниями НКТ, что связано, в основном, с битуминозностью ее пород. Отличительными свойствами георгиевской свиты являются аномально высокая электропроводность, пониженные показания НКТ и увеличение диаметра скважины против пород свиты. Газонасыщенные пласты (Ю1-1 и Ю1-2 в разрезе скв.1 и Ю1-2 в разрезе скв. 4) обладают большим сопротивлением (меньшими показаниями ИК), чем водонасыщенные (Ю1-1 в скв.4). В целом, кроме отражения в данных ИК разного насыщения пласта Ю1-1, геофизические разрезы качественно выглядят идентичными (рис. 1).

В то же время с точки зрения источника углеводородов в пластах Казанского месторождения разрез скв. 4 является проблемно показательным, потому что ниже баженовской свиты размещен сначала водоносный пласт, а ниже – газонасыщенный. Этот случай не соответствует общепринятому положению (А.Э. Конторович и др.) о баженовской свите как источнике углеводородов для горизонта Ю1 в Западной Сибири. На ряде нефтяных месторождений Томской области (Крапивинское, Лонтынь-Яхское и др.) это в какой-то мере подтверждается тем, что геофизическая характеристика баженовской свиты зависит от продуктивности пластов горизонта Ю1 (Г. Г. Номоконова и др.). Статистический анализ данных ГИС в разрезах Казанского месторождения показывает, что породы баженовской свиты, а также отделяющие ее от пластов Ю1 породы георгиевской свиты в сравниваемых разрезах практически не различаются (табл. 1).

Таблица 1

**Геофизические параметры пород в разрезах Казанского месторождения.
Приведены медианные значения и их относительные приращения (Δ)**

Свита	Скв., Δ	БК, Ом	ИК, мСм/м	НКТ	ГК, мВ/ч	RZ, Ом	W, %	Dс, мм
Баженовская	1	15,6	117,3	1,99	27,0	11,3	28,7	214,5
	4	15,7	92,0	1,80	28,2	10,1	29,5	216,4
	Δ	0,00	-0,22	-0,09	0,04	-0,10	0,03	0,01
Георгиевская	1	5,9	227,2	2,15	16,4	4,6	26,1	216,4
	4	5,0	216,4	1,97	16,7	4,6	25,6	217,2
	Δ	-0,16	-0,05	-0,09	0,01	0,01	-0,02	0,00

Возможно, что зависимость физической характеристики баженовской свиты от продуктивности разреза свойственна только нефтяным месторождениям и не наблюдается на газоконденсатных. Для решения этого вопроса был проведен статистический анализ показаний методов ГИС против баженовской свиты на близко расположенном Мыльджинском газоконденсатном месторождении, в разрезе продуктивной (127) и практически непродуктивной (208) скважин. Результаты сравнения геофизической характеристики Казанского и Мыльджинского газоконденсатных месторождений приведены на рис. 2 и в табл. 2.

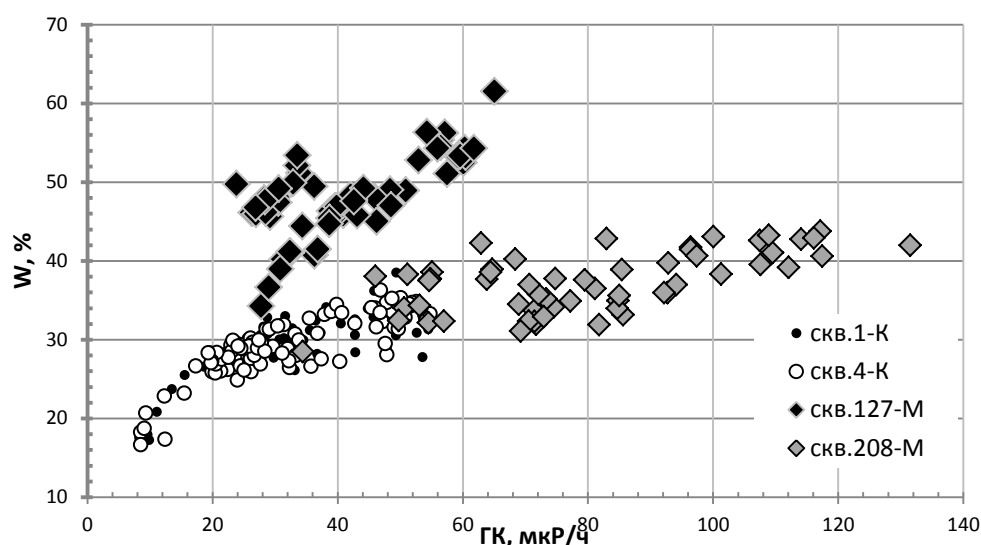


Рис. 2. Поля корреляции геофизических параметров пород баженовской свиты в продуктивных разрезах Казанского (1-К) и Мыльджинского (127-М) месторождений, в сравнении с разрезами слабой продуктивности

Как видно из корреляционных зависимостей между базовыми свойствами баженовской свиты W и GK , отражающими битуминозность ее пород, геофизическая характеристика баженовской свиты на Мыльджинском месторождении в разнопродуктивных скважинах резко различается, в то время как в разрезах Казанского месторождения практически образуют одну совокупность (рис.2). Точки поля корреляции непродуктивной скв Мыльджинского месторождения находятся в одном тренде с таковыми Казанского месторождения, в то время поле корреляции по скв. 127-М обособлены (рис.2, табл.2).

Таблица 2

Статистические зависимости между геофизическими параметрами баженовской свиты в разрезах разной продуктивности Мыльджинского и Казанского месторождений

Скважина	Продуктивная	Слабо продуктивная
Мыльджинское	$BK = -1,6023ГК + 298,84$ $R^2 = 0,2978$	$BK = -1,199ГК + 171,19$ $R^2 = 0,0671$
	$W = 0,3031ГК + 35,613$ $R^2 = 0,4778$	$W = 0,1092ГК + 28,441$ $R^2 = 0,3895$
	$ГК = 0,7344ПС - 77,172$ $R^2 = 0,5853$	$ГК = 4,4178ПС - 438,81$ $R^2 = 0,3484$
Казанское	$W = -0,1009BK + 30,906$ $R^2 = 0,0624$	$W = -0,187BK + 32,809$ $R^2 = 0,1569$
	$W = 0,2598ГК + 20,954$ $R^2 = 0,689$	$W = 0,24ГК + 21,649$ $R^2 = 0,613$

Таким образом, результаты исследования показывают, что баженовская свита не имеет никакого отношения к газоносности пластов горизонта Ю1 Казанского месторождения, что существенно отличает это месторождение от других месторождений Томской области. В качестве особенностей Казанского месторождения отметим наличие в разрезе относительно мощной георгиевской свиты, а также самое крайнее юго-восточное положение Казанского газоконденсатного месторождения в Нюрольской мегавпадине.

АНАЛИЗ АЛГОРИТМОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФИЛЬТРАЦИОННО-ЕМКОСТНЫХ СВОЙСТВ ПЛАСТОВ AB_1^3 И AB_{2-8} ПОКАЧЕВСКО-НИВАГАЛЬСКОГО УЧАСТКА

Д.А. Ламинский, В.Ю.Голикова

Научный руководитель главный специалист Н.В. Гильманова

Филиал ООО «Лукойл-Инжиниринг», «КогалымНИПИнефть», г.Тюмень, Россия

В последнее время в практике подсчета запасов сложилась ситуация, когда для одной залежи, находящейся на различных лицензионных участках, используются одновременно несколько петрофизических алгоритмов. Характерным примером является залежь пласта AB_1^3 и AB_2 Покачевско-Нивагальского участка в Ханты-Мансийском автономном округе. При моделировании залежей пластов AB_1^3 и AB_2 на «стыке» месторождений было замечено резкое изменение параметров, связанное с различиями в алгоритмах расчета

подсчетных параметров. При этом для изучаемых пластов наблюдается схожесть палеогеографических условий осадконакопления, в которых сформировались породы данных месторождений.

Таблица 1

Граничные значения параметров для пластов АВ₁³

Месторождение	$K_n^{cp}, \%$	$K_{np}^{cp}, мД$	α_{nc}^{cp}
Покачевское	18,1	2	0,28
Южно-Покачевское	18,4	1,4	0,35
Нивагальское	18,5	1,31	0,37
Ключевое	16,8	1	0,35

В связи с выявленными недостатками расчета пористости и насыщенности и согласно рекомендациям протокола ГКЗ Роснедра от 24.10.2011г по выполнению «единого подсчета запасов Покачевского, Ключевого, Нивагальского и Южно-Покачевского месторождений», по залежам АВ₁³ и АВ₂ была предпринята попытка создания обобщенных алгоритмов расчета параметров.

Таблица 2

Граничные значения параметров для пластов АВ₂

Месторождение	$K_n^{cp}, \%$	$K_{np}^{cp}, мД$	α_{nc}^{cp}
Покачевское	16,9	0,9	0,35
Южно-Покачевское	16,3	0,9	0,32
Нивагальское	16,7	1,2	0,365
Ключевое	16,8	1	0,35

Для начала анализировались граничные значения α_{nc}^{cp} , K_n^{cp} и K_{np}^{cp} по пластам АВ₁³, представленные в таблице 1, по пластам АВ₂ - в таблице 2.

Из таблиц видно, что для пласта АВ₁³ наблюдается резкое отличие по K_{np}^{cp} и α_{nc}^{cp} . Это связано с неучтенными потоковыми экспериментами в ПЗ 2008г Покачевского месторождения [3], полученных ОАО «СургутНИПИнефть». В случае использования экспериментов по вытеснению нефти водой, проведенных в ОАО «ТатНИПИнефть», для одного диапазона проницаемости наблюдается разброс значений остаточной нефтенасыщенности от 20 до 34%, что свидетельствует об отсутствии учета концевых эффектов на торцах колонки с керном.

Полученные коэффициенты корреляции для зависимостей остаточной нефтенасыщенности от проницаемости с учетом всех проведенных исследований на 2012 г. имеют большие значения и укладываются в статистические рамки по требованиям к достоверности выборки.

Таким образом, мы имеем на стыке Покачевско-Нивагальского участка для Покачевской части залежи (АВ₁³ и АВ₂) значения $K_{до} = 20\%$ [3], для Нивагальской – $K_{до} = 28,5$ и 33% [1], АВ₁³ и АВ₂ соответственно. Различия по остаточной нефтенасыщенности, участвующей в обосновании граничных значений, составляют от 8,5 до 13%, что крайне негативно сказывается на определении предела коллектор-неколлектор по данным стандартных ФЕС. Кроме того, приводимое значение остаточной нефтенасыщенности 20% соответствует граничному значению $K_{во} = 80\%$, что выше принятых значений по соседним месторождениям. Например, пласты

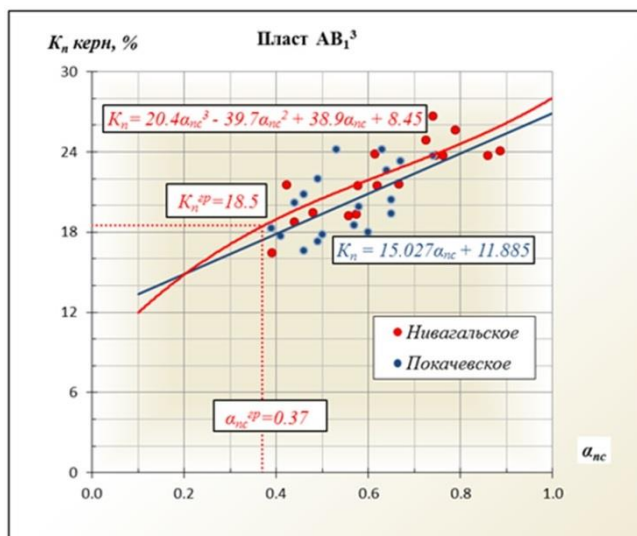


Рис. 1. Сопоставление $K_n = f(\alpha_{nc})$ для пластов АВ₁³ Нивагальского и Покачевского участков.

АВ Лас-Еганского участка по данным ПЗ 2004г - 73.3 % < 80% [2], Нивагальского (по данным ПЗ 2008 г.) - 75% < 80% [1].

Проведенные исследования на 2012 г (результаты вытеснения нефти водой) по Покачевскому месторождению также подтверждают кондиционность значений, принятых на соседних площадях, в том числе и на Нивагальской части залежи (27,5%). Следовательно, по проведенному анализу можно сделать вывод о возможности использования граничных значений Нивагальского участка и распространения их на залежь Покачевского месторождения.

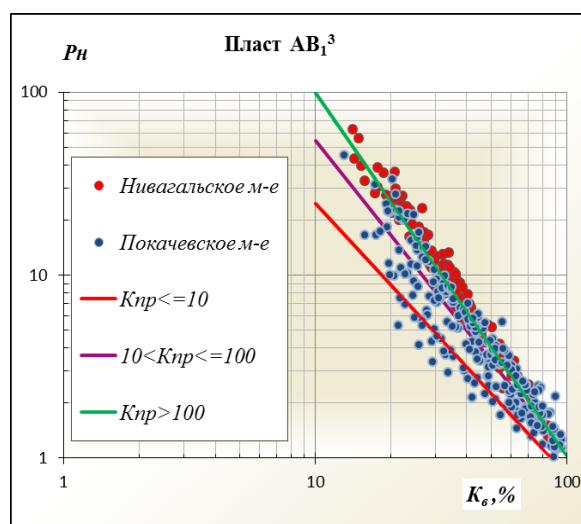


Рис. 2. Зависимость $P_n=f(K_e)$ для пластов AB_1^3 Покачевско-Нивагальского участка

Аналогично были проанализированы методики определения фильтрационно-емкостных свойств.. Уравнения для расчета пористости по пластам AB_1^3 отличаются по максимальным значениям на 1%, AB_{2-8} на 4%, при этом значения фильтрационно-емкостных свойств по керну находятся в одном диапазоне. Применение связи $K_{np}=f(\alpha_{nc})$ из ПЗ 2008г.[3] Покачевского месторождения для пластов AB_1^3 затруднено неточностью определения граничных значений K_{np} и α_{nc} . По интегральному распределению пород, выделенных по прямым признакам, α_{nc}^{TP} составило 0,28, что соответствует K_{np}^{TP} равному 16,1%, тогда как по данным керна K_{np}^{TP} равно 18,1%. При K_{np}^{TP} , равном 18,1% , α_{nc}^{TP} составит 0,41 [3].

Однако имеющиеся данные позволяют принять единые алгоритмы, аппроксимирующие уравнения типа «кern-кern» и «кern-ГИС» с наименьшей погрешностью (рис.1).

Аналогично было проведено объединение зависимостей для расчета пористости по пластам AB_{2-8} . По основным зависимостям типа «кern-кern» для Покачевско-Нивагальского участка установлена их хорошая сходимость.

Сопrotивление пластовых вод при равной минерализации (23 г/л) не одинаково и составляет для AB_1^3 и AB_{2-8} Покачевского месторождения 0,125 Ом м, для Нивагальского 0,136-0,135 Ом м, что приводит к отличию в коэффициенте начальной нефтенасыщенности в среднем на 5% (абсолютных). Уравнения для расчета коэффициента нефтенасыщенности были аппроксимированы совместно (рис.2).

При этом учтено различие по проницаемости для зависимости $P_n(K_v)$. Сопrotивление пластовых вод было принято 0,13 Ом м .

В итоге, установлено, что при увеличении пористости около 2% рост насыщенности составил 6-7.5% (абсолютных), при создании 3D-модели удалось ликвидировать резкие «скачки» параметров.

Литература

1. Гордина Р.И., Кузьмичев О.Б., Коржик В.И. Построение числовой геологической модели, пересчет балансовых запасов нефти Нивагальского месторождения. – Когалым, 2008г.
2. Кузьмин Ю.А., Бадьянов В.А., Бохан Т.А. Уточнение геологической модели, составление дополнительной записки к подсчету запасов нефти продуктивных пластов Лас-Еганского месторождения. – Тюмень, 2007г.
3. Сметанин А.Б., Сафонов В.Г., Селиванова Е.Е. Создание цифровой геологической модели, подсчет запасов нефти и растворенного газа Покачевского месторождения. – Тюмень, 2008г.
4. Сметанин А.Б., Сафонов В.Г., Кузнецов Г.С. Построение числовой геологической модели и подсчет запасов нефти и растворенного газа Ключевого месторождения. – Тюмень, 2006г.
5. Федоров Ю.Н., Светлов К.В., Построение геолого-гидродинамической модели, подсчет запасов нефти и растворенного газа и ТЭО КИН Южно-Покачевского месторождения. – Тюмень, 2009г.

ОПЫТ ДВУМЕРНОЙ ИНВЕРСИИ ДАННЫХ ЭЛЕКТРОТОМОГРАФИИ ПРИ ИЗУЧЕНИИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЗОЛОТА НА КОПЫЛОВСКОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ

Мохаммед Атеф Эльсайед

Научный руководитель профессор Л.Я. Ерофеев

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Метод сопротивлений активно используется в геофизике. До недавнего времени основными методиками исследований разреза на глубину были вертикальные электрические зондирования (ВЭЗ) и электропрофилирование. Эти методики, разработанные еще в первой половине прошлого века, нацелены на интерпретацию в рамках достаточно простых горизонтально-слоистых моделей. Это существенно ограничивает эффективность их использования при изучении сложно построенных разрезов, которые существенно отличаются от одномерных. Быстрое развитие компьютерной техники, специального программного обеспечения и полевого оборудования позволили перейти от одномерных измерений электрического сопротивления к двумерным (2D) измерительным схемам. Двухмерные измерения (электротомография) - это целый комплекс, включающий в себя как методику полевых наблюдений, так и технологию обработки и интерпретации полевых данных [1].

В качестве примера возможностей электроразведочной томографии методом ВП приведен результат полевых работ на одном из участков Бодайбинского района (Иркутская область), где использована 10-канальная станция Syscal-Pro (компания IRIS Instruments, Франция) с 72 одновременно заземляемыми электродами. При интерпретации данных томографии чаще всего используются три программы: X2ipr (МГУ), Res2dinv (Малайзия), ZondRes2D (СПбГУ).

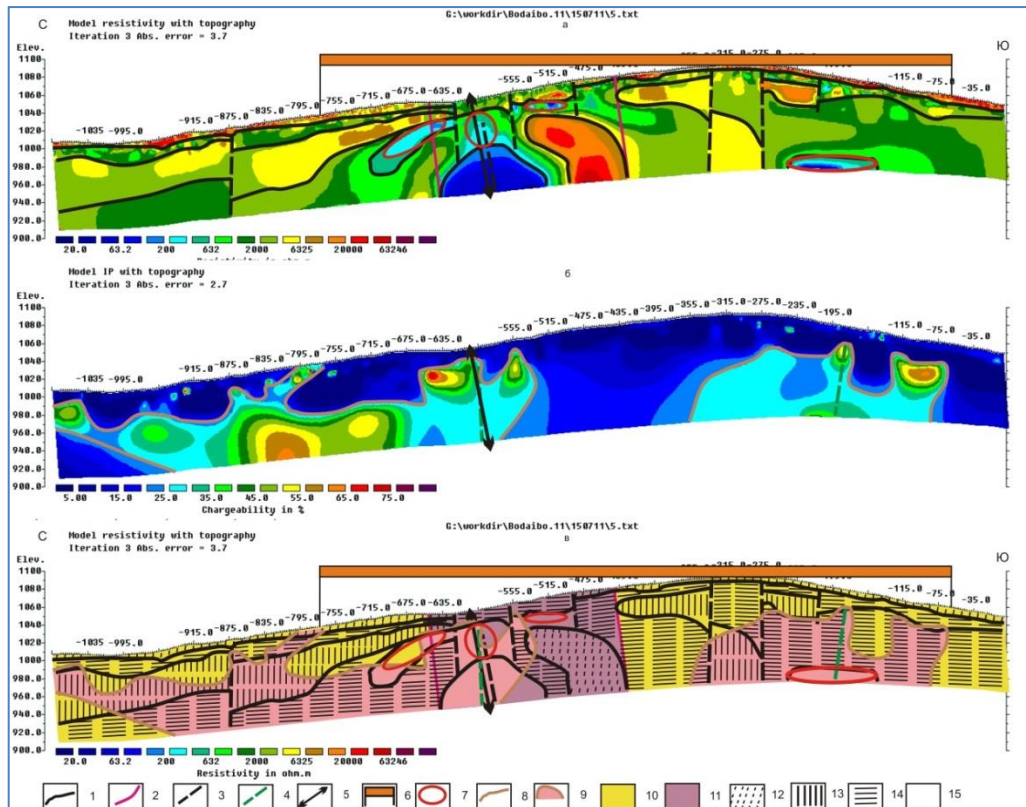


Рис. Результаты интерпретации томографических работ на Копыловском месторождении (а-геоэлектрический разрез по данным сопротивлению, б- разрез по данным поляризуемости, в- схема результатов интерпретации). Условные обозначения: 1- геологические границы, предполагаемые по геофизическим данным; 2- геологические границы установленные; 3- тектонические нарушения, предполагаемые по изменению сопротивлений; 4- тектонические нарушения, предполагаемые по поляризуемости; 5- оси антиклинальных складок; 6- проекция предполагаемых по геологическим данным рудных зон на дневную поверхность; 7- локальные аномальные области пониженного сопротивления; 8- границы зон рассеянной сульфидизации; 9- зоны интенсивной поляризуемости (интенсивная графитизация и сульфидизация); 10- делювиально-солифлюкционные, флювиогляциальные и аллювиальные отложения (четвертичные отложения); 11- переслаивание кварц-полевошпатовых песчаников и глинистых сланцев с подчиненным значением кварц- полевошпатовых алевролитов. Вкрапленность пирита, анкерита, сидерита; 12- сопротивление >6000 Ом.м; 13- сопротивление 2000- 6000 Ом.м; 14- сопротивление 80- 2000 Ом.м; 15- сопротивление < 80 Ом.м.

Результаты интерпретации электротомографических работ методом ВП показаны на рис.1. В центральной части профиля хорошо видна крупная антиклинальная структура, в шарнирной части которой картируется тектоническая зона. Структура асимметрична, её южное крыло более высокоомно, северное – менее высокоомно. Хорошо виден ореол развития сульфидной минерализации, который проявлен как поляризующаяся зона. Он обрамляет снаружи хорошо проводящие (скорее всего графитизированные) породы. К этой же части профиля приурочены рудные тела, субсогласные с предполагаемыми геологическими границами. Подобное распределение аномалиеобразующих факторов достаточно хорошо соответствует геоэлектрической модели оруденения.

Необходимо отметить, что на юге профиля картируется ещё одна аномальная зона, отделённая от первой тектоническим нарушением. По своим характеристикам и морфологии она близка к месторождению, но аномалиеобразующий объект расположен глубже. Скорее всего, это также антиклинальная складка с ослабленной тектонической зоной в её шарнирной части. Характеристики структуры, видимые на полученном разрезе, позволяют говорить о её потенциальных перспективах на золотое оруденение. На рис.1в представлена схема результатов интерпретации по описываемому профилю. Он сложен четвертичными отложениями и образованиями догалдынской свиты. Можно предположить, что в пределах профиля есть четыре потенциально рудные зоны, расположенные в районах ПК-147,5 до 242,5; ПК-495 до 537,5; ПК-572,5 до 610; ПК-630 до 700. Выделяется локальная область пониженного сопротивления и повышенной поляризуемости.

Литература

1. Бобачев А.А., Горбунов А.А., Модин И.Н., Шевнин В.А. Электротомография методом сопротивлений и вызванной поляризации // Приборы и системы разведочной геофизики. – 2006. – № 2. – С. 14–17.

РЕЗУЛЬТАТЫ ПРИМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРОТОМОГРАФИИ В РЕСПУБЛИКЕ ТУВА С ПОМОЩЬЮ ОДНОКАНАЛЬНОЙ АППАРАТУРЫ

Мохаммед Атеф Эльсайед

Научный руководитель профессор Л.Я. Ерофеев

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В последние годы на фоне роста цен на золото, истощения его запасов в разработку вовлекаются новые месторождения. Все актуальнее становится необходимость разведки золотосодержащего оруденения. Наиболее яркий пример можно встретить в республике Тува.

В настоящей работе рассматриваются результаты электротомографии, выполненной в 2013 году на участке. Работы проводились со стандартной одноканальной электроразведочной аппаратурой (МЭРИ-24 плюс АСТРА-100). Идея состоит в том, что коммутируются только приемные электроды, соединенные косой. Коммутатор «СОМх64» обеспечивает измерения с 64-канальными косами [2]. Для производства работ применялась электроразведочная коса с шагом электрода 5 метров. Длина одной расстановки 320 метров. Выбор рабочей пары приемных электродов обеспечивается программой, записанной в памяти коммутатора. Питательный электрод переносится вручную. Обработка полевых данных электротомографии выполнялась в программе X2iri (МГУ), а для последующей инверсии данных использовалась программа Res2dinv (Малайзия), а также российская разработка ZondRes2D (Санкт-Петербург), [1, 3]. Использование моделей с плавным изменением удельного сопротивления является стандартным способом регуляризации алгоритмов инверсии и позволяет получать удовлетворительные результаты инверсии данных электротомографии с минимальным использованием априорной информации. Интерпретация данных электротомографии, как правило, выполняется в рамках двумерных и трехмерных моделей.

Результаты интерпретации электротомографических работ показаны на рисунке.

В разрезе мы наблюдаем два различных геологических образования. На северо-западе имеется крупный объект с очень высоким сопротивлением (> 6310 ом.м) и низкой поляризуемостью ($< 0,9$ %), причём поляризуемость обусловлена небольшим количеством рассеянного магнетита. Скорее всего – это скарны, но безсульфидные. Наличие ещё одно тело скарнов наблюдается в центре профиля. Это тело пространственно приурочено к проницаемой структуре. Здесь уже появляются признаки сульфидизации. Контакт между северным крупным телом скарнов и вмещающей осадочно-метаморфической толщей резкий – тектонический. На юго-востоке имеется вмещающая осадочно-метаморфическая толща, с невысоким сопротивлением (450-3050 Ом.м) и низкой поляризуемостью ($< 0,9$ %), исключением являются две аномальные зоны с невысокой поляризуемостью (1,1- 1,8 %) – это признак сульфидизации. Первая аномалия расположена в центре профиля с горизонтальным интервалом ПК 158-179 м и вертикальной глубиной 6 м до верхней кромки аномалии. Вторая аномалия расположена на юго-востоке профиля с горизонтальным интервалом ПК 241-294 м и вертикальной глубиной 15 м до верхней кромки аномалии.

Тот факт, что непосредственно рудные тела не проявлены на томографических разрезах, вполне объясним – всё дело в малой мощности тел. Поэтому вряд ли возможно выделение их как локальных объектов при шаге косы 5 метров. На наш взгляд, рудные тела должны быть приурочены к областям повышенного сопротивления и невысокой поляризуемости, которые возникают в силу сульфидизации.

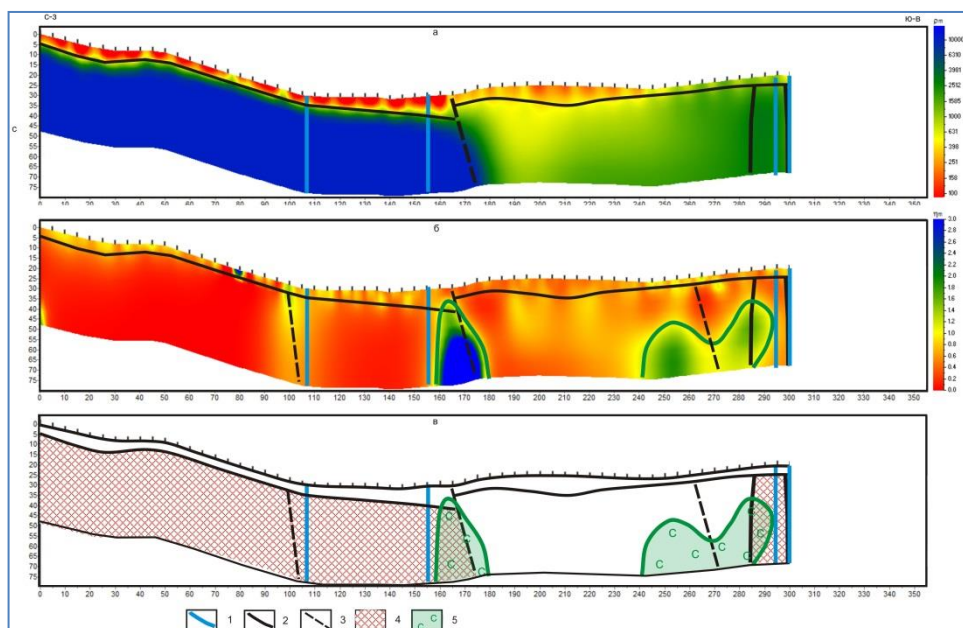


Рис. Результаты электротомографических работ методом ВП. (а – геoeлектрический разрез по данным сопротивления, б – геoeлектрический разрез по данным поляризуемости, в – схема результатов интерпретации) Условные обозначения: 1 – границы, предполагаемые по геологическим данным; 2 – границы, предполагаемые по геофизическим данным; 3 – тектонические нарушения, предполагаемые по геофизическим данным; 4 – скарны, предполагаемые по геофизическим данным; 5 – сульфидизация, предполагаемая по геофизическим данным.

Литература

1. Loke M.H., Barker R.D. Rapid least-squares inversion of apparent resistivity pseudo sections using a quasi-Newton method // *Geophysical Prospecting*. 1996. – 44. – С. 131–152.
2. Бобачев А.А., Модин И.Н. 2008. Электротомография со стандартными электроразведочными комплексами // *Разведка и охрана недр*. – № 1. – С. 43–47.
3. Бобачев А.А., Модин И.Н., Перваго Е.В., Шевнин В.А. 1996. Многоэлектродные электрические зондирования в условиях горизонтально-неоднородных сред // *Разведочная геофизика. Обзор. АОЗТ «Геоинформмарк»*. – М., Выпуск 2. – 50 с.

ЛИТОЛОГИЧЕСКОЕ РАСЧЛЕНЕНИЕ ОСЛОЖНЕННОГО КАРБОНАТНОГО РАЗРЕЗА НА ПРИМЕРЕ ОДНОГО ИЗ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ТИМАНО-ПЕЧОРСКОЙ НЕФТЕГАЗОНОСНОЙ ПРОВИНЦИИ

Л.С. Окс

Научный руководитель заведующий лабораторией А.А.Посысов
ООО «НК «Роснефть» - НТЦ», г. Краснодар, Россия

Изучение карбонатных коллекторов и приуроченных к ним залежей углеводородов является актуальной задачей современности. К их основным особенностям, среди прочего, можно отнести литологическую неоднородность разреза и сложное строение пустотного пространства пород. Еще одним фактором, дополнительно усложняющим картину, может являться битуминозность. Интерпретация данных геофизических исследований скважин (ГИС) для такого разреза становится весьма сложной задачей, и корректность ее решения во многом зависит от доступного комплекса каротажных данных.

Месторождение, рассматриваемое в данной работе, относится к Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции, целевыми горизонтами на нем являются отложения перми и карбона. По данным описания керна разрез представлен переслаиванием биоморфных, детритовых и биоморфно-детритовых известняков, с включениями глинистых прослоев, зон трещиноватости и кавернозности. По ряду интервалов отмечается присутствие битума.

Полный комплекс ГИС включал в себя стандартный каротаж, кавернометрию, акустический (АК), нейтронный (НК), гамма-гамма-плотностной (ГГКп) и гамма-спектрометрический (СГК) каротаж. Электротометрия в подавляющем большинстве скважин неинформативна, что связано как со скважинными условиями, так и со сложностью вскрытого разреза. Такой набор данных позволяет достаточно четко выделить по скважине плотные и проницаемые чистые известняки, глинистые породы и битуминозные интервалы.

Остановимся подробнее на двух последних, для распознавания которых использовались данные СГК.

В описанном разрезе суммарная естественная радиоактивность пород будет определяться присутствием в разрезе глин, битумов и, возможно, трещиноватости. Связь последнего параметра с радиоактивностью (преимущественно элементов уранового ряда) отмечается рядом исследователей, но не является неперенным атрибутом трещиноватости, что не позволяет считать этот критерий универсальным. В данной работе предполагается, что радиоактивность трещиноватых зон связана с частичным заполнением трещин битумом.

Радиоактивность глинистых минералов по большей части определяется содержанием элементов ториевого ряда и изотопа K^{40} [1,2,3,4], поэтому глинистость разреза рассчитывалась на основании соответствующих показаний СГК по обобщенной зависимости для Тимано-Печорской НПП.

Битуминозность пород также повышает их радиоактивность, преимущественно за счет адсорбции элементов уранового ряда [2,3,4]. Поэтому для количественной оценки битуминозности исследователи [2,3] предлагали использовать зависимости $K_{бит} = f(U_{СГК})$, построенные по данным керна для различных регионов и имеющие линейный или близкий к линейному характер. Минимальному содержанию битума по этим зависимостям соответствовало содержание урана около 2 ppm. Это значение было принято в данной работе в качестве граничного при выделении зон битуминозности.

Учитывая, что петрофизические константы флюидов и битумов близки для нейтронного и плотностного каротажа, но их акустические характеристики отличаются, для корректной оценки пористости пород необходимо провести разделение разреза на битуминозные и небитуминозные интервалы.

Следующим шагом стало определение преобладающего типа пустотного пространства пород. Для этой цели использовалась палетка Дахнова [1].

Таким образом, в разрезе скважины по данным полного комплекса ГИС могут быть выделены следующие типы пород (схематично их каротажная характеристика представлена на рис. 1):

1. Глины.
2. Глинистые известняки.
3. Плотные известняки.
4. Низкопористые трещиноватые известняки.
5. Низкопористые трещиноватые битуминозные известняки.
6. Битуминозные известняки с пустотным пространством порового типа.
7. Проницаемые чистые известняки с пустотным пространством порового типа.
8. Проницаемые чистые кавернозные известняки (в С2м).

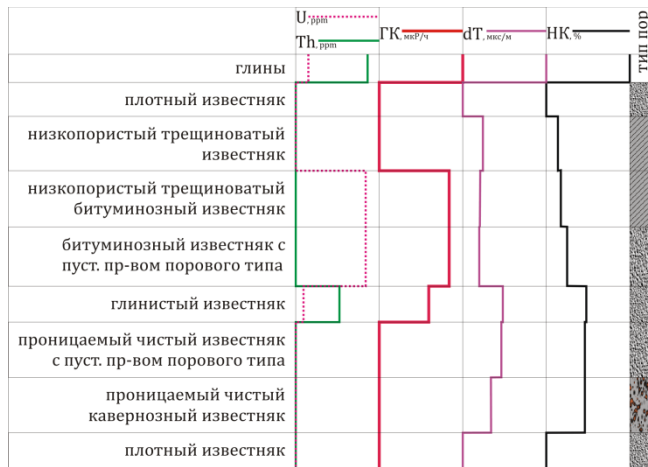


Рисунок 1. Схематические диаграммы доступного комплекса ГИС в породах различных типов

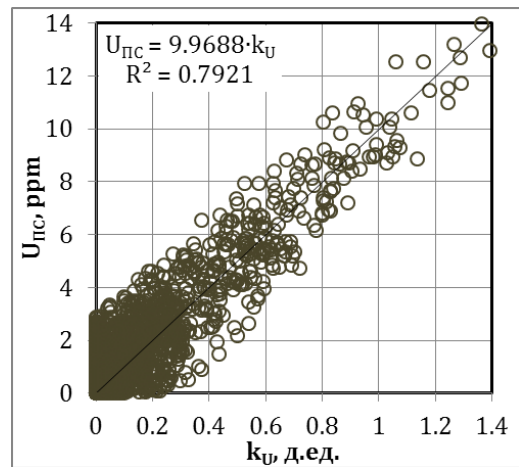


Рисунок 2. Зависимость $U_{ПС} = f(k_U)$, полученная для скважин с СГК

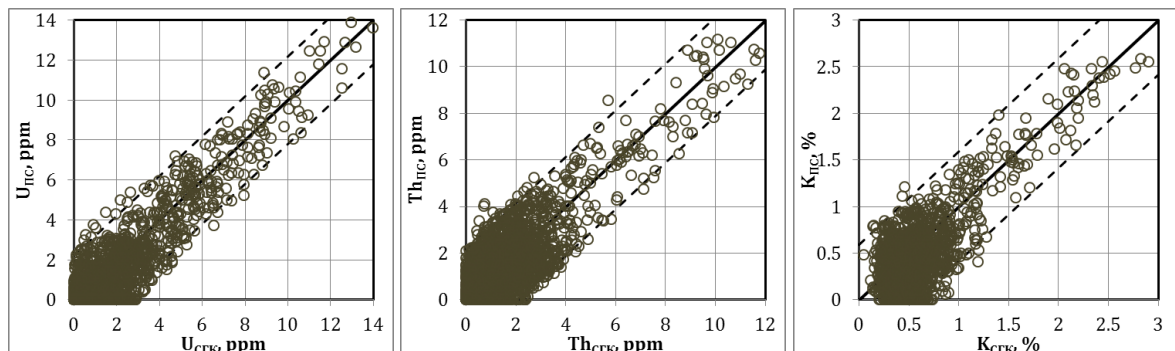


Рис. 3. Сопоставление расчетных ($U_{ПС}$, $Th_{ПС}$, $K_{ПС}$) и фактических ($U_{СГК}$, $Th_{СГК}$, $K_{СГК}$) кривых

Однако, как было показано выше, такое разделение требует обязательного присутствия в комплексе ГИС спектрометрического гамма-каротажа, что характерно лишь для малого числа скважин изучаемого месторождения. По данным только суммарной радиоактивности невозможно достоверно разделить битуминозные и глинистые прослои, что может привести к пропуску коллекторов и недостоверному определению петрофизических параметров пород.

В сложившихся условиях возникает необходимость создания синтетических кривых содержания урана, тория и калия – U_{nc} , Th_{nc} , K_{nc} , – на базе наиболее представительного для месторождения комплекса ГИС, включающего в себя стандартный каротаж, каверномерию, акустический, нейтронный и гамма- каротаж. По сути, поставленная задача может быть сведена к исключению урановой компоненты из величины суммарной естественной радиоактивности пород, определяемой по гамма-каротажу (ГК). В нашем исследовании мы предлагаем решать эту проблему путем нормализации кривых.

В разрезе, радиоактивность которого полностью определяется присутствием в нем глинистых минералов, величины двойных разностных параметров, рассчитанных по кривым ГК и $Th\&K$ будут примерно равны ($\alpha_{ГК} \approx \alpha_{Th\&K}$). Именно эти величины используются для расчета глинистости пород. Поэтому в качестве базовой кривой для процедуры нормализации была выбрана не сама кривая ГК, а кривая двойного разностного параметра $\alpha_{ГК}$.

В качестве нормализуемой кривой может выступать кривая, реагирующая на глинистость схожим с ГК образом и по возможности не чувствительная к присутствию битума. В изучаемом разрезе таковыми можно условно считать кривые НК и АК, так как влияние битуминозности на показания этих методов существенно ниже, чем на величину ГК. При этом повышающее влияние битуминозности на данные АК ниже, чем на показания НК, поэтому в качестве нормализуемой была выбрана кривая интервального времени.

В качестве опорных пластов для процедуры нормализации были выбраны плотные неглинистые высокоомные известняки верхней части изучаемого разреза и глины нижнепермского возраста (региональный репер севера Тимано-Печорской провинции). Контроль осуществлялся по пластам, заведомо представленным глинами, по всему исследуемому интервалу.

Как отмечалось выше, величина интервального времени в большей степени чувствительна к присутствию глинистых минералов (ториевой и калиевой составляющих спектра естественного гамма-излучения в скважине). Отсюда, кривую, соответствующую вкладу урановой компоненты в общую радиоактивность пород (K_U), можно получить вычитанием нормализованной кривой акустики (dT_n) из $\alpha_{ГК}$. В свою очередь, разность между показаниями $\alpha_{ГК}$ и K_U будет соответствовать ситуации, когда радиоактивность определяется только ториевой и калиевой составляющими. Она, по сути, является синтезированным двойным разностным параметром $СГК_{Th\&K}$, поэтому получила обозначение $\alpha_{Th\&K\ nc}$, и может быть использована для определения глинистости пород. При необходимости кривые Th_{nc} и K_{nc} , могут быть получены из кривой $\alpha_{Th\&K\ nc}$, с использованием констант, определяющих показания в чистом (Th_{min} , K_{min}) и глинистом (Th_{max} , K_{max}) пластах по формулам: $Th_{nc} = \alpha_{Th\&K\ nc} \cdot (Th_{max} - Th_{min}) + Th_{min}$; $K_{nc} = \alpha_{Th\&K\ nc} \cdot (K_{max} - K_{min}) + K_{min}$

Величина K_U не является двойным разностным параметром в полном смысле этого слова, поэтому для перехода к количественным оценкам (кривой U_{nc}) требуется установить зависимость между этими параметрами, для чего могут быть использованы данные по скважинам, в которых был проведен спектрометрический гамма-каротаж. Она была построена для исследуемого месторождения (рис. 2) и может быть описана формулой $U_{nc} = K_U \cdot 9,9$ при коэффициенте достоверности аппроксимации больше 0,7.

Кривая U_{nc} может быть использована для выделения в разрезе битуминозных интервалов как это описано выше.

Оценка достоверности представленной методики была проведена путем сопоставления расчетных и фактических кривых (рис. 3). В целом, синтетические кривые можно считать достаточно корректными для решения задач литологического расчленения разреза. Также их можно использовать для приблизительной количественной оценки петрофизических параметров.

Таким образом, представленный подход может быть использован для литологического расчленения разреза как в скважинах с полным набором каротажных данных (включая СГК), так и в скважинах с ограниченным комплексом ГИС, что дает возможность более точной оценки петрофизических свойств пород, а также открывает перспективы для пространственного геологического описания месторождения (выделения по площади зон битуминозности, трещиноватости и кавернозности, оценки их распространенности и влияния на характеристики продуктивности скважин).

Литература

1. Дахнов В.Н. Интерпретация результатов геофизических исследований разрезов скважин. – М.: Недра, 1982. – С. 307–310.
2. Зайдельсон М.И., Вайнбаум С.Я., Копрова Н.А., Семенова Е.Г., Суриков Е.Я., Голодовкина Г.Е., Зинина Е.А., Цлав Л.З., Аширов К.Б., Беллерова В.А. Формирование и нефтегазоносность доманикоидных формаций. – М.: Наука, 1990. – 112 с.
3. Фертл В.Х. Спектрометрия естественного гамма-излучения в скважинах // Нефть, газ и нефтехимия за рубежом. 1983. – № 5. – С. 11–19.
4. F. Jerry Lucia Carbonate Reservoir Characterization An Integrated Approach. – Berlin: Springer, 2007. – 336 с.

АНАЛИЗ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ИЗМЕНЕНИЯ ПЕТРОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ВЕРХНЕЮРСКИХ КОЛЛЕКТОРОВ КРАПИВИНСКОГО НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Т.Е. Оловянишникова

Научный руководитель доцент В.П. Меркулов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Для качественного изучения, разработки и эксплуатации месторождений углеводородов необходимо создание вариантов петрофизических моделей коллекторов. Набор физических свойств во многом определяется литологическим составом и условиями образования горных пород. Целью данной работы является выявление пространственных закономерностей изменения петрофизических свойств коллекторов в зависимости от литолого-фациальной зональности месторождения.

Изучаемый район по своему расположению приурочен к Верхневасюганскому инверсионному антиклинорию и Верхнедемьянскому мегантиклинорию с разделяющим их Чекинским прогибом. Нефтегазоносность на Крапивинской площади приурочена к отложениям верхней юры, где выделяют васюганскую, георгиевскую и баженовскую свиты [5].

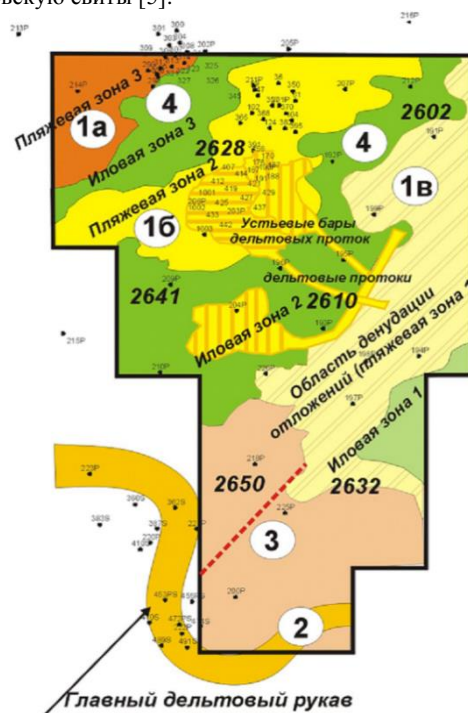


Рис. Фациальная схема продуктивного резервуара Ю₁³ Крапивинского месторождения: 1а, 1в, 2, 3, 4 - литолого-петрофизические типы разреза.

Основной продуктивный резервуар Ю₁³ Крапивинского месторождения имеет мозаичное распределение нефтяных полей, что объясняется наличием в теле коллектора серии лентоподобных, низкопроницаемых песчаных полос, выполняющих роль фронтальных экранов [3, 5].

Осадконакопление происходило в дельтовых условиях. Особенности литологического строения и фильтрационно-емкостной неоднородности пласта позволяют выделить четыре литолого-петрофизических типа разреза на территории месторождения (рис.) [1].

Для каждого литолого-петрофизического типа разреза рассмотрен следующий набор петрофизических параметров: минералогическая, увлажненная плотности ($\delta_{увл}$), коэффициенты: открытой пористости, проницаемости ($K_{пр.г}$), электрической пористости (P), скорость продольных волн (V_p) [4].

При петрофизическом исследовании проведены корреляционный и статистический анализы (табл. 1). Была изучена зависимость между коэффициентом открытой пористости и вышеперечисленными параметрами. Выявлено, что минералогическая плотность не зависит от коэффициента пористости. Набор корреляционных уравнений для каждой зоны индивидуален. Но существуют одинаковые уравнения для некоторых параметров представленных зон. Уравнения корреляции коэффициента проницаемости по газу имеют экспоненциальный вид. Литолого-петрофизические типы 1а и 1в имеют одно уравнение для $K_{пр.г}$, это связано с тем, что отложения данных типов сформировались в условия пляжа. Уравнения электрического параметра пористости для всех типов разреза имеют линейную зависимость, но для разреза типа 1в для пористости 0-12% характерен экспоненциальный вид уравнения. Зависимости для скорости продольной волны для литолого-петрофизических типов 1в и 1б имеют логарифмическую зависимость, а для типов 3, 4 - экспоненциальную. Это означает, что отложения типов 1в и 1б сложены в основном среднезернистыми, слабосцементированными алевритами и

песчаниками, а 3, 4 сложены мелкозернистыми алевролитами и песчаниками. Отложения, принадлежащие типам 1б, 1в, 4, имеют одно уравнение зависимости для увлажненной плотности, отличное от уравнения для отложений 3 типа, что говорит о том, что отложения фронта дельты 1 и 4 типов формировались в условиях активного и пассивного выдвигания береговой линии, а типа 3 в переходо-дельтовых условиях.

Статистический анализ проводился по критерию Колмогорова-Смирнова [2] и подтвердил существование зональности на территории данного месторождения (табл. 2), но зоны, сложенные отложениями 1в, 3 и 4 типов, можно объединить в одну зону. Значения петрофизических параметров типов разреза 1а, 2б и 1б, 1в имеют существенные различия. Чередование по площади полосовидных участков улучшенных (типы разреза 1а, 1б) и ухудшенных (тип разреза 4) коллекторов в ходе статистического анализа подтвердилось.

Таблица 1

Корреляционные зависимости петрофизических параметров для пласта Ю₁³ Крапивинского месторождения (параметры, приведенные в таблице, коррелируют с коэффициентом открытой пористости)

	1а	1б	1в	2	3	4
$K_{пр.г}$	$y = 0,0004 * e^{-0,64x}$	$y = 0,0004 * e^{-0,64x}$	$y = 0,0016 * e^{-0,47x}$	$y = 0,0007 * e^{-0,585x}$	$y = 0,01 * e^{-0,347x}$	$y = 0,0005 * e^{-0,55x}$
P	$y = 1,531x + 44,44$	$y = 1,97x + 56,64$ $y = 438,2 * e^{-0,98x}$		$y = -3,493x + 78,54$	$y = -2,858x + 73,03$	
V_p		$y = -1,4 * \ln x + 6,891$	$y = -0,83 * \ln x + 5,689$		$y = 5,777 * e^{-0,04x}$	$y = 4,354 * e^{-0,01x}$
$\delta_{увл}$		$y = -0,21 * \ln x + 2,971$	$y = -0,21 * \ln x + 2,971$		$y = -0,13 * \ln x + 2,797$	$y = -0,21 \ln x + 2,971$

Таблица 2.

Результаты статистического анализа петрофизических данных по критерию Колмогорова-Смирнова (1-зоны по рассмотренному признаку не отличаются; 0 – зоны по рассмотренному признаку отличаются существенно)

Зоны \ Параметры	Зоны								
	1а,б	1б,в	1а,в	1а,4	1б,4	1в,4	1в,3	2,3	3,4
$\delta_{мин}$	0	1	1	0	0	1	0	0	1
$\delta_{увл}$	0	0	1	1	0	1	0	0	1
$K_{п.о}$	0	0	0	0	0	1	1	0	1
$K_{пр.г}$	1	0	1	1	1	1	1	1	1
P	0							1	
V_p		0			0	1	1		1

Распределение петрофизических параметров соответствует литолого-фациальной зональности месторождения, но не в полной мере. Несколько зон, приведенных выше, можно объединить в единую петрофизическую модель. Полученное соотношение позволяет более надежно давать оценку фильтрационных свойств с учетом места положения скважин в общей зональной схеме месторождения.

Литература

1. Белозеров В. Б. Седиментационные модели верхнеюрских резервуаров горизонта Ю1 Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции как основа для оптимизации систем их разведки и разработки. диссертация ... доктора геолого-минералогических наук – Новосибирск, 2008г. – 263с.
2. Вычислительные математика и техника в разведочной геофизике /Под ред. В. И. Дмитриева. – М.: Недра, 1990. – 498 с.
3. Ежова А. В.. Литология. – М.: Издательство ТПУ, 2009. – 336 с.
4. Итенберг С. С. Геофизические исследования скважин. – М.: Недра, 1983. – 352 с.
5. Кравченко Г. Г. Модель формирования продуктивных пластов горизонта Ю1 Крапивинского месторождения нефти: юго-восток Западной Сибири: Диссертация на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук - Томск, 2010. - 157 с.

ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ НЕФТЕНОСНОСТИ БАЖЕНОВСКОЙ СВИТЫ

И.В. Парубенко

Научный руководитель доцент Г.Г.Номоконова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В условиях тенденции истощения легкодоступных запасов углеводородов приходится искать все новые и новые резервы их прироста. В этой связи обращает на себя внимание баженовская свита, сложенная битуминозными карбонатно-глинисто-кремнистыми породами, которая представляет интерес и как источник нефти, и как, так называемый, нетрадиционный коллектор. Впервые в практике нефтегазопроисловых работ коллекторами оказались низко проницаемые породы баженовской свиты, являющиеся одним из основных региональных экранов Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции.

Баженовская свита вскрыта в тысячах разрезах с данными комплексного геофизического исследования скважин (ГИС), изучена многокилометровыми сейсмическими профилями, в которых баженовская свита прослеживается как регионально проявленный интенсивный отражающий горизонт, энергетика которого зависит от состава свиты. В этих обстоятельствах выявление геофизических признаков нефтеносности баженовской свиты является актуальной задачей. В настоящей работе излагаются результаты решения этой задачи на примере Ай-Пимского нефтяного месторождения (Сургутский свод). На месторождении начата промышленная добыча нефти из пород баженовской свиты – пласт Ю₀ при интенсификации притока с помощью гидроразрыва пласта (ГРП).

Были проанализированы результаты данных ГИС по трем скважинам, в которых получены разные притоки нефти. Исследовались материалы методов: кажущегося сопротивления, самопроизвольной поляризации (ПС), гамма-каротажа (ГК), каротажа по тепловым нейтронам (НКТ), электромагнитного зондирования (ВИКИЗ) и др. Основные результаты анализа приведены на рис. 1-2 (нумерация скважин условная) и кратко заключаются в следующем.

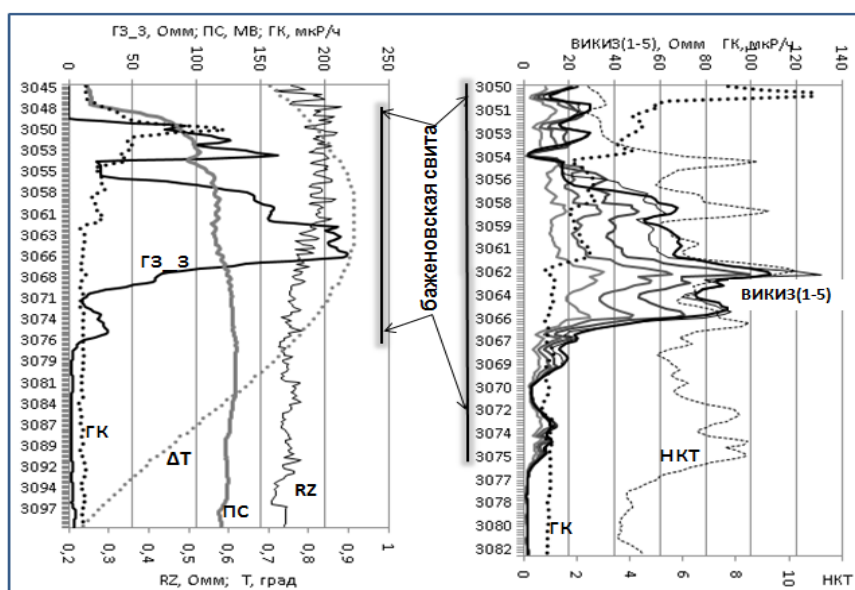


Рис. 1. Баженовская свита в разрезе продуктивной скважины 1п: отражение в параметрах ГИС.

На рис.1 приведены данные ГИС по высокодебитной скважине. Баженовская свита выделяется аномалиями электрического сопротивления и естественной радиоактивности (ГК), смещением их друг относительно друга, повышенными показаниями НКТ, температурной аномалией и расхождением показаний разноглубинных зондов ВИКИЗ. Эти признаки типичны для баженовской свиты и наблюдаются и в низко дебитных исследованных скважинах Ай-Пимского месторождения. А вот аномалия резистивиметрии (RZ) – повышение сопротивления бурового раствора против баженовской свиты (рис. 1) – обнаружена исключительно в высокодебитной скважине и является геофизическим признаком нефтеносности баженовской свиты и нахождения ее под аномально высоким поровым давлением (АВПД).

Яркой отличительной особенностью баженовской свиты является расхождение показаний зондов ВИКИЗ (как правило, положительное). Этот геофизический признак не может рассматриваться в качестве признака коллектора, обусловленного проникновением бурового раствора в пласт, вызывающего изменение его электрического сопротивления в радиальном направлении от оси скважины - и по причине весьма низкой проницаемости пород свиты, и по причине нахождения ее под АВПД. Это геофизический признак «квазипроницаемости» баженовской свиты, характеризующий ее структурно-литологический состав (плитчатость, листоватость, битуминозность, гидрофобность и др.) и особенности разрушения пород при

бурении (может быть реализован при ГРП). Он не является признаком нефтеносности баженовской свиты: расхождение показаний зондов зависит от электрического сопротивления пород свиты, но практически является одинаковым в разрезах разнодебитных скважин (рис. 2).

Для объяснения различий других геофизических характеристик пород баженовской свиты в разрезах скважин разной продуктивности (рис. 2) был сделан статистический анализ геолого-геофизических данных ОАО «Сургутнефтегаз» и ТО «СургутНИПИнефть», результаты которого приведены в таблице. Результаты анализа кратко сводятся к следующим позициям.

Таблица

Статистические взаимосвязи между литологическим составом баженовской свиты и ее физическими параметрами в разрезах Сургутского свода (использованы материалы В.Л. Чиркова, В.П. Сонича и др.)

Геофизический параметр	Содержание материала в породе баженовской свиты, %			
	глинистого	кремнистого	карбонатного	керогена
Радиоактивность, отн. ед.	$y = 0,0003x + 2,049$ $R^2 = 9E-06$	$y = 0,0494x + 1,0183$ $R^2 = 0,1701$	$y = -0,0192x + 2,5319$ $R^2 = 0,109$	$y = 0,1091x + 0,1743$ $R^2 = 0,929$
Водородосодержание, %	$y = 0,2952x + 20,012$ $R^2 = 0,324$	$y = 0,375x + 20,625$ $R^2 = 0,2428$	$y = -0,3139x + 36,288$ $R^2 = 0,7244$	$y = 0,5033x + 19,817$ $R^2 = 0,4903$
Поровое давление, МПа	$y = -0,0732x + 36,043$ $R^2 = 0,1522$	$y = -0,0317x + 34,60$ $R^2 = 0,0132$	$y = 0,0617x + 32,407$ $R^2 = 0,2134$	$y = 0,1693x + 31,017$ $R^2 = 0,4234$

Геофизическая характеристика баженовской свиты определяется, в первую очередь, ее битуминозностью. Радиоактивность (показания ГК) практически можно отождествлять с содержанием керогена – коэффициент достоверности линейной аппроксимации между этими свойствами близок к единице ($R^2 = 0,929$). Более тесные связи (0,939) наблюдается только в паре «содержание керогена – нефтенасыщенность». Положительные взаимосвязи у керогена выявлены с водородосодержанием (отрицательные – с показаниями НКТ), поровым давлением и содержанием кремнистого материала (0,204). Другим определяющим свойством баженовской свиты является ее карбонатизация – повышение показаний НКТ и резкое увеличение электрического сопротивления, а также, при интенсивном ее проявлении, - понижение радиоактивности.

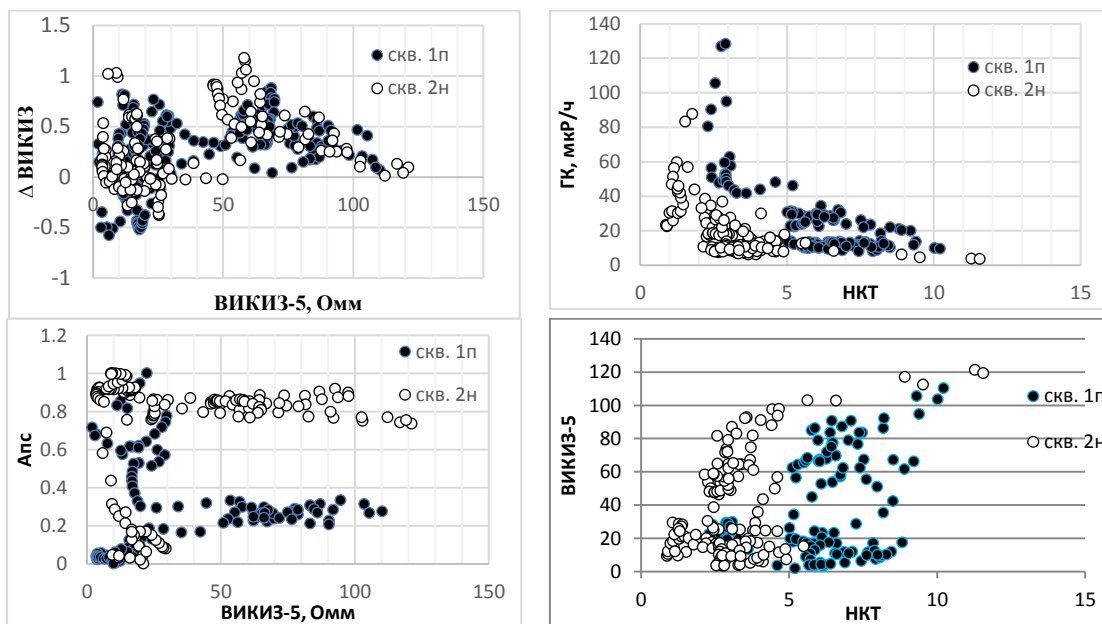


Рис. 2. Сравнение геофизических параметров баженовской свиты в разрезах продуктивной (1п) и непродуктивной (2н) скважин. Приведены поля корреляции параметров, измеряемых методами ГИС

При сравнении данных ГИС по двум разрезам с разными притоками нефти из баженовской свиты выявлены общие и отличные их геофизические характеристики (рис. 2).

Общей является резкая неоднородность баженовской свиты по электрическому сопротивлению. По данным ВИКИЗ выделяется группа высокоомных пород (> 30 Ом м), характеризующаяся исключительно положительными расхождениями показаний разноглубинных зондов (Δ ВИКИЗ).

Отличие геофизической характеристики баженовской свиты продуктивной скважины (1п на рис. 2) заключается в следующем: существенно более высокие потенциалы ПС (низкие Апс) у группы высокоомных

пород (> 30 Ом м); практически абсолютное преобладание пород с низким водородосодержанием (неглинистых пород), с высокими НКТ (> 5); более высокая радиоактивность пород в целом, более высокая радиоактивность пород с конкретными значениями НКТ, наличие группы относительно радиоактивных ($ГК > 19$ мкР/ч) пород при НКТ > 5 .

Таким образом, по результатам проведенных исследований нефтеносность баженовской свиты на Ай-Пимском месторождении не связана с тем, что разрез свиты аномальный в геологическом смысле слова, когда нефтеносность свиты обусловлена наличием линз песчаных пород-коллекторов. Аномальная геофизическая характеристика нефтеносного разреза баженовской свиты соответствует принятому термину «нефть из сланцев», наличию в разрезе свиты битуминозных карбонатных, возможно кремнисто-карбонатных пород, обрамленных аномалиями радиоактивности (битуминозности) в кровельной части свиты и аномалиями сопротивления (карбонатности, НКТ) в подошвенной. Обязательным условием нефтеносности свиты является нахождение ее под АВПД с положительными аномалиями резистивиметрии.

ПЕТРОФИЗИЧЕСКИЕ ЗАВИСИМОСТИ КАК КВАЛИФИКАЦИОННЫЙ ПРИЗНАК КОЛЛЕКТОРОВ МЕСТОРОЖДЕНИЙ УГЛЕВОДОРОДОВ

А.О. Расторгуева

Научный руководитель доцент Г.Г. Номоконова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Количественная интерпретация результатов геофизических исследований скважин (ГИС) основывается на зависимостях между геофизическими параметрами, измеряемыми в методах ГИС, и параметрами коллектора - пористостью, нефтегазонасыщенностью и др. Петрофизические зависимости в интегральном, количественном виде содержат информацию о литологическом составе пород пласта-коллектора (Номоконова, 2013). Они установлены практически на всех месторождениях углеводородов (УВ), находящихся на стадии разведки, а тем более разработки. Использование этого огромного массива данных для классификации коллекторов является актуальной задачей. В настоящей работе приводятся результаты решения проблемы на примере месторождений УВ юго-востока Западной Сибири (Томская область).

Первые результаты использования петрофизических уравнений для оценки литологического состава пород-коллекторов были получены по Герасимовскому нефтегазоконденсатному месторождению (Расторгуева, 2013, 2014). Месторождение многопластовое, потенциально продуктивные пласты занимают большой стратиграфический интервал – от верхней юры (горизонт Ю₁) до палеозойской коры выветривания (горизонт М). В пластах-коллекторах этого интервала относительную амплитуду самопроизвольной поляризации $a_{ПС}$ нельзя использовать для оценки пористости, поскольку коэффициент достоверности аппроксимации зависимости $Kn = a \cdot a_{ПС} + b$ очень низкий для всех пластов-коллекторов ($< 0,019$ для Ю₁).

В то же время именно зависимость $Kn = f(a_{ПС})$ используется для определения Kn коллекторов Ю₁ на большинстве месторождений Томской области. Расчеты удельного электрического сопротивления ($УЭС$) по уравнениям параметра пористости (Pn) и параметра насыщения показали, что пласты Ю₁ в разрезе Герасимовского месторождения при одинаковых условиях имеют самое высокое $УЭС$ (рис.1). С учетом расчета интервального времени ΔT твердой фазы (табл. 1) и свойстве аддитивности этого параметра акустического каротажа, коллектор горизонта Ю₁ Герасимовского месторождения карбонатизирован.

Статистический анализ данных $УЭС$ коллекторов горизонта Ю₁ месторождений Томской области показывает, что при принятых условиях ($K_n = 0,17$; $K_m = 0,6$; $\rho_b = 0,07$) среднее значение $УЭС$ коллектора Ю₁ равно 8,23 Ом м, а стандартное отклонение – 2,09 Ом м. Отсюда следует выделить аномальные группы месторождений с низкоомными ($УЭС < 6$ Омм) и высокоомными ($УЭС > 10$ Омм) коллекторами (рис.1). Из изученных месторождений самым низким сопротивлением обладают коллекторы Крапивинского нефтяного месторождения (5,4 Омм), а самым высоким – Герасимовского нефтегазоконденсатного месторождения.

Группа месторождений с низкоомными коллекторами горизонта Ю₁ - это исключительно нефтяные месторождения с основным и единственным продуктивным горизонтом Ю₁, залегающим под региональной покрывкой – баженовской свитой. Месторождения размещены в западном обрамлении Нюрольской мегавпадины.

Был сделан анализ петрофизических параметров пласта Ю₁³ (основной объект разработки) по разрезам 29 скважин Крапивинского месторождения. Исследованы коэффициенты пористости Kn и проницаемости Knp , электрический параметр пористости Pn , относительные амплитуды ПС ($a_{ПС}$) и показаний гамма-каротажа $a_{ГК}$. Были определены медианные значения названных параметров, линейные зависимости между ними. Если значения параметра не распределены по нормальному закону (Knp , Pn), использовались их логарифмы. Линейный тип зависимости удобен в связи с простотой и очевидностью интерпретации коэффициентов уравнения: a – чувствительность функции к изменению аргумента (курсив в табл. 2); b – значение функции при нулевом аргументе. Результаты анализа приведены в табл.2 и на рис.2 и кратко сводятся к следующему.

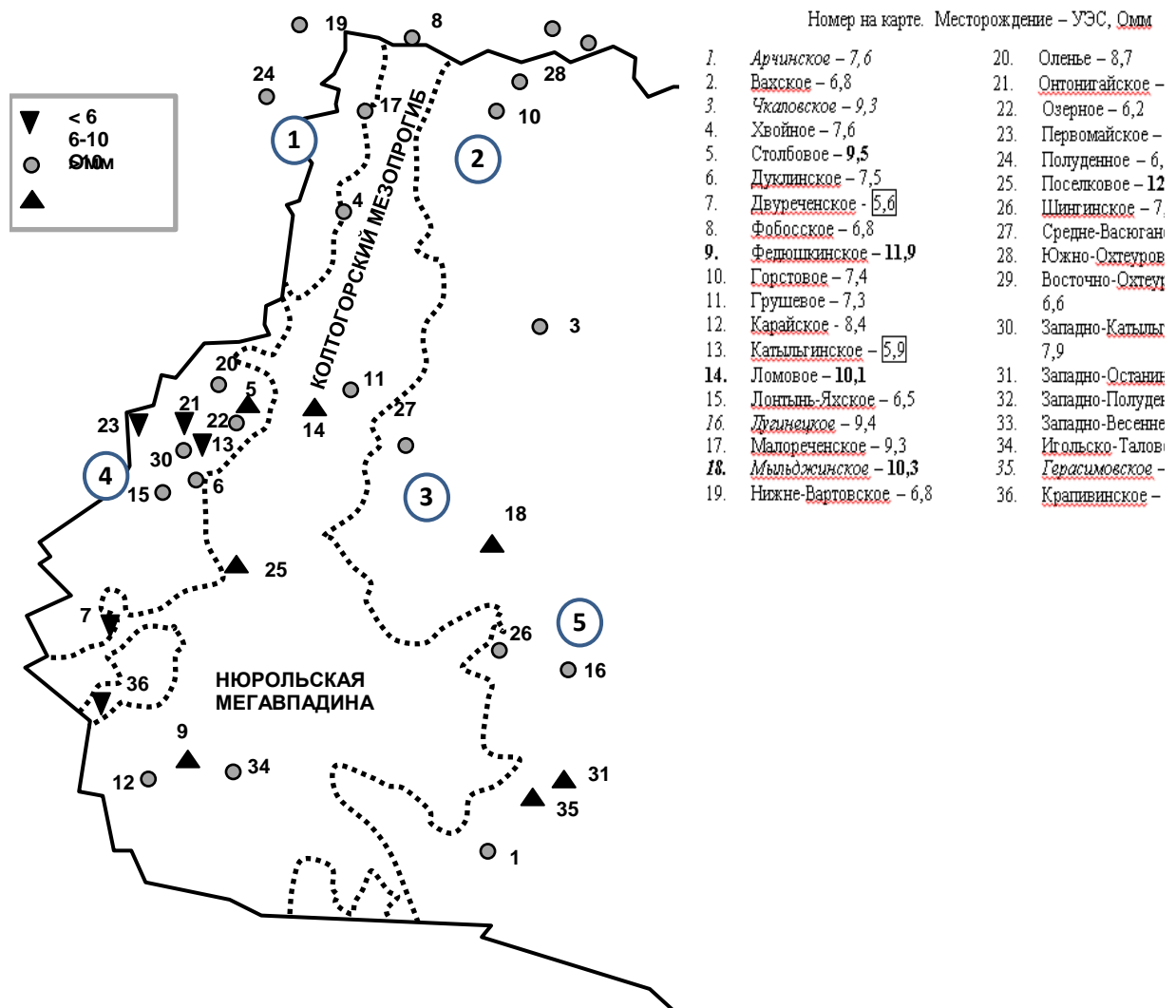


Рис.1. Карта нефтяных и нефтегазоконденсатных (курсив) месторождений Томской области с разными удельными электрическими сопротивлениями (УЭС) коллекторов горизонта Ю1. Рассчитаны при условии: $K_n=0,17$; $K_p=0,6$; $\rho_0=0,07$. Своды: Нижневартовский (1), Александровский (2), Каймырский (4), мегавалы: Среднеvasюганский (3), Пудинский (5)

Таблица 1
Прогноз литологического состава коллектора по уравнению $K_p=f(\Delta T)$ (акустический каротаж)

Месторождение, горизонт	УЭС, Омм	Уравнение $K_p=f(\Delta T)$	ΔT твердой фазы (мс/м)	Литологический состав (процент примеси)
Герасимовское, Ю1	12,8	$K_p=0,235\Delta T-39,4$	167,7	Карбонатизированный песчаник (карбонатов 31%)
Крапивинское, Ю1	5,4	$K_p=0,2\Delta T-35$	175	Слабоглинистый песчаник (глины 3,7%)

Среди исследованных разрезов выделяется группа из 4-х скважин, отличающихся аномальными значениями (минимальными, максимальными) изученных параметров, коэффициентов в петрофизических уравнениях и всегда самыми высокими значениями коэффициентами аппроксимации (R^2). Наиболее ярким представителем этой группы является разрез 208 (табл. 2). Поскольку аномальная группа отличается высокими значениями проницаемости и низкими сопротивлениями, о чем можно судить по P_n , петрофизическая характеристика пласта Ю₁³ скважины 208 является индикаторной для разрезов как с улучшенными фильтрационными свойствами пластов, так и с низкоомными коллекторами.

Таблица 2

Различия медианных значений петрофизических параметров и петрофизических уравнений в разрезах пласта Ю1-3 Крапивинского нефтяного месторождения

Разрез	Кпр Kn	Δa Pn	Уравнения связи и коэффициент достоверности линейной аппроксимации (R ²)				
			Кп-аПС	Кп-аГК	аГК-аПС	lgКпр-Kn	lgPп-Kn
208	74.3 16.3	-0.01 19.1	y=15.64x+4.62 R ² =0.718	y=9.41x+10.38 R ² =0.687	y=1.44x-0.45 R ² =0.780	y=0.301x-3.52 R ² =0.910	y=-0.044x+2.016 R ² =0.978
227	0.72 12.55	-0.345 35	y=6.34x+8.52 R ² =0.306	y=5.14x+7.23 R ² =0.082	y=0.14x+0.82 R ² =0.049	y=0.213x-2.94 R ² =0.687	y=-0.057x+2.256 R ² =0.602
462	7.89 16.1	+0.165 25.9	y=5.81x+10.97 R ² =0.178	y=5.62x+12.02 R ² =0.109	y=0.43x+0.30 R ² =0.290	y=0.281x-3.64 R ² =0.832	y=-0.043x+2.08 R ² =0.378

Петрофизика пласта Ю1-3 разреза 208 (высокопроницаемые коллекторы) отличается от остальных по всем изученным параметрам. Наиболее значимые из них:

высокая взаимосвязанность петрофизических параметров (по R²) и чувствительность их к изменению пористости коллекторов (по коэффициенту «а» в уравнениях), что является показателем надежности оценки пористости, проницаемости и нефтенасыщенности по петрофизическим уравнениям;

большая информативность коэффициентов и R² уравнений, связывающих Kn с параметрами аПС и аГК, в сравнении с Kпр и Pн;

уникальная информативность в задаче выделения разрезов типа 208 петрофизического уравнения, связывающего определяемые по данным ГИС параметры аПС и аГК между собой, которая может быть реализована в едином параметре «Δа» - медианом (или среднем) значении разности аПС-аГК (рис.2).

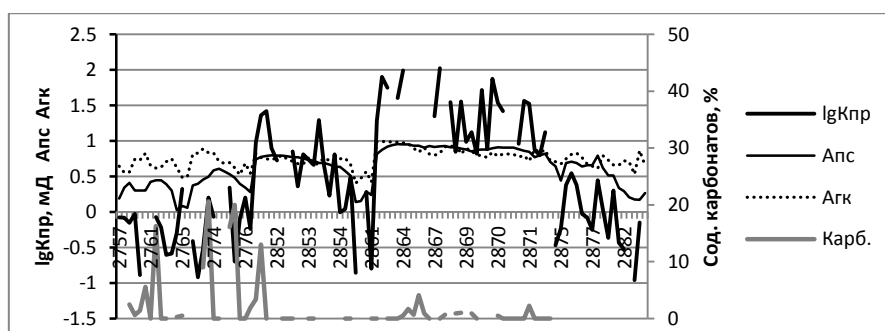


Рис. 2. Схождение нормированных показаний ПС и ГК в интервале повышенной проницаемости пласта Ю1-3 Крапивинского месторождения (разрез с Δа=-0,08)

Высокопроницаемые разрезы и интервалы разрезов пластов, по крайней мере, в пределах Крапивинского месторождения, отличаются близкими к нулю значениями параметра «Δа», что можно определить непосредственно по данным геофизических исследований скважин, без привлечения петрофизических данных. Интервалы коллекторов с положительными значениями Δа являются более глинистыми, с отрицательными значениями этого параметра – более карбонатизированы.

ВОЗДЕЙСТВИЕ ИЗМЕНЕНИЙ НЕКОТОРЫХ КОСМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ НА ИЗМЕНЕНИЕ УРОВНЯ КАСПИЙСКОГО МОРЯ

Хассан Махмуд Гомаа

Научный руководитель профессор Ю.В. Ваньшин

Саратовский государственный университет, г. Саратов, Россия.

Изменение климата имеет большое влияние на изменения глобального уровня морей. Солнечная активность также может играть определенную роль в изменении уровня моря. В статье предпринята попытка рассмотреть эффект солнечной активности и глобального потепления на изменение уровня Каспийского моря.

Каспийское море имеет самую большую площадь водной поверхности среди внутренних водоёмов, и составляет 75% объёма от всех солёных озёр Мира [5]. В настоящее время его уровень на 27 м ниже уровня Мирового океана [1]. Каспийское море окружено территориями Российской Федерации, Азербайджана, Ирана, Туркмении и Казахстана, расположено между 36°- 47° с. ш. и 47°- 54 ° в. д. в полузасушливом регионе [4]. Каспий традиционно разделен на три части, определенные морфометрическими параметрами и гидрологическим режимом - северный, средний, и южный. Северная часть моря имеет среднюю глубину 5 метров и содержит около 1% суммарного объёма воды. Средний Каспий относительно глубок – в среднем 190 м и содержит одну треть объёма воды. Глубокая, южная часть содержит две трети объёма воды, приблизительно 78,289 км³, и достигает максимальной глубины 1024 м. [6].

Уровень Каспийского моря, как типичного внутреннего водоёма, неоднократно подвергался значительным колебаниям в прошлые геологические времена [7]. В период с 1933 по 1940 г. его уровень резко снизился на 1,7 м, а в 1977 г еще на 1,2 м и достиг минимального значения. Затем в период с 1977 по 1995 г г. его уровень неожиданно повысился на 2,5 м [1]. Изменения уровня моря вызвали существенное влияние на экономику, окружающую среду и ресурсы прибрежных стран. Авторы работы [3] предположили наличие связи между изменениями климата и колебаниями уровня Каспийского моря.

В дополнение, американские ученые [10] полагают, что число солнечных пятен (чисел Вольфа) зависит от циклов солнечной активности, максимум которой отмечается каждые 11 лет или около этого. При этом, некоторые исследования указывают на то, что частота образования солнечных пятен за прошлое столетие в целом удвоилась [10]. Некоторые климатологи считают, что пятна и «солнечный ветер» могут играть значительную роль в изменении климата Земли, но подавляющее большинство специалистов рассматривают вклад этих процессов в климатообразование как незначительный, считая основной причиной нагревание атмосферы, эмиссию продуктов индустриальной деятельности, подтверждая это мнение многочисленными фактическими данными.

В придачу, считается [9], что существует прямая связь между современным глобальным потеплением и увеличением в атмосфере концентрации парниковых газов, особенно CO_2 , что может привести в конечном итоге к изменению уровня и Мирового океана. Самые полные данные о динамике концентрации CO_2 в атмосфере, выраженные как мольная доля в сухом воздухе, содержатся в отчёте по исследованиям, проведенным на Мауна-Лоа (Hawaii, США).

В настоящей работе была посчитана корреляция между числом солнечных пятен (чисел Вольфа), их вариаций и уровнем Каспийского моря. Также была исследована корреляция между содержанием CO_2 в атмосфере и уровнем Каспийского моря.

Как отмечалось ранее, в период с 40-х до 80-х годов XX века уровень Каспийского моря заметно снизился (рис. 1). По мнению специалистов, основной причиной этого процесса явилось создание каскада водохранилищ на реках Волге и Каме, приведшее к понижению уровня моря более чем на 2,5 м до минимальной отметки в -29 м, что за последние 400–500 лет является самым низким показателем [8]. Начиная с 1978 года уровень воды начал быстро повышаться, и теперь он стабилизировался на уровне -27 м. Садыков Д. Ш. и др.[2] замечают, что наблюдаются различные связи между изменением чисел Вольфа в сторону повышения или понижения и градиентом изменения уровня моря. Такая неадекватность между ними, возможно, связана с различиями в механизме повышения и понижения температуры воздуха и воды при изменении плотности энергетического потока. Изменение чисел Вольфа, или магнитного поля Солнца, может вызвать изменение спектрального состава солнечного излучения. Это, в свою очередь, приводит к изменению энергетических характеристик солнечного потока и физико-оптических свойств различных слоев Земли. Но установление прямой связи между параметрами солнечной активности и различных слоев Земли является сложной проблемой.

Для стран региона существенное колебание уровня Каспия несет серьезные последствия, т.к. изменение береговой линии угрожает социальной и экономической сферам.

Нами изучена взаимосвязь (рис. 1) между солнечной активностью и изменением уровня Каспийского моря за период с 1880 до 2008 г.г., а также с содержанием CO_2 с 1960 до 2008 г.г.

Установлено, что коэффициент корреляции между числами Вольфа и изменениями уровня Каспийского моря составил $r = -0,36$ с 1880 до 2008 г.г. и с 1960 по 2008 год составил $r = -0,04$. С другой стороны, коэффициент корреляции между концентрацией CO_2 и изменением уровня моря составил $r = 0,84$ с 1960 до 2008 г.г. Видно, что за последние 50 лет рост выбросов парниковых газов, особенно CO_2 , имеет гораздо большее влияние на изменение уровня Каспийского моря, чем числа Вольфа.

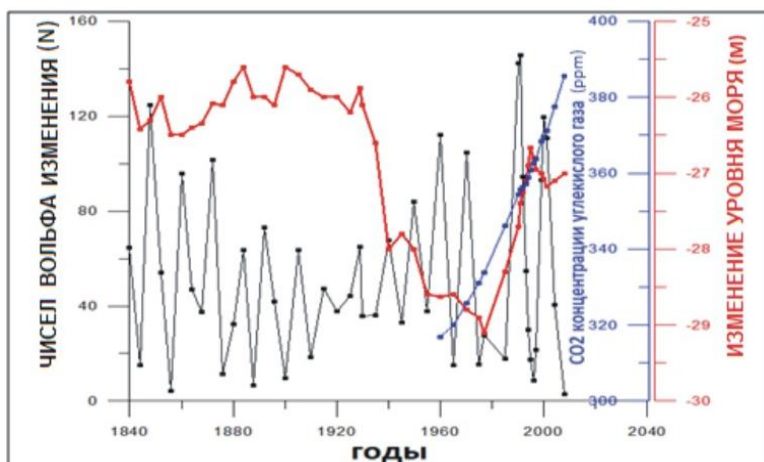


Рис. 1. Корреляция между изменением уровня Каспийского моря (м), чисел Вольфа (N) и концентрацией CO_2 в атмосфере (ppm).

Таким образом, мы можем сказать, что в прошлом повышение уровня Каспийского моря больше связано с глобальным потеплением, связанным с увеличением выбросов парниковых газов в атмосфере, особенно CO₂. Кроме того, непрерывное увеличение CO₂ в атмосфере может привести к резкому увеличению уровня Каспийского моря в предстоящие годы.

Литература

1. Родионов М.А. Этнографический статус существ, вещей и явлений в культурах Востока. Вып. 1. Собака // Кунсткамера. Этнографические тетради. – СПб., 1994. № 5–6. – С. 174–261.
2. Садыков Д. Ш., Кунаев М.С. Исследование механизма изменения уровня Каспийского моря на основе анализа взаимодействия природных сил. – Алматы: Рылым, 2000. – 116 с.
3. Школьник И. М., Мелешко В. П., Катцов В. М. Возможные изменения климата на европейской территории России и сопредельных территориях к концу XXI века: расчет с региональной моделью ГГО. Метеорология и гидрология, 2006. – № 3. – 5–16 с.
4. Arpe, K. and Leroy, S. A. G.: The Caspian sea level forced by the atmospheric ... as observed and modelled, Quaternary Int., 2007. – Vol. 173. – pp 144–152.
5. Birkett CM. The contribution of TOPEX/ POSEIDON to the global monitoring of climatically sensitive lakes. J Geophys Res 100(C12), 1995. – Vol.25. – pp179–204.
6. Clauer, N., Chaudhuri, S., Toulkeridis, T., Blanc, G. Fluctuations of Caspian Sea level: beyond climatic variations. Geology, 2000. – Vol.28. – pp 1015–1018.
7. Kazanci, N., Gulbabazadeh, T., Leroy, S.A.G., Ileri, O. Sedimentary environmental characteristics of the Gilan-Mazenderan plain, northern Iran: influence of long- and short-term Caspianwater-levelfluctuations on geomorphology. J. Mar. Syst, 2004. – Vol.46. – pp 145–168.
8. Kosarev AN. Physico-geographical conditions of the Caspian Sea In: The Caspian Sea Environment, Ed. By Kostianoy, A.G., Kosarev A.N., Springer-Verlag, Berlin, 2005. – pp 5–31.
9. Meinshausen M, Meinshausen N, Hare W, Raper SC, Frieler K, Knutti R, Allen MR. Greenhouse-gas emission targets for limiting global warming to 2 deg C. Nature; 2009. – Vol.458. – pp1158–1163.
10. NASA's Marshall Space Flight Center, www.solarscience.msfc.nasa.gov; Token Conservative Blog, www.tokenconservative.com; IPCC, www.ipcc.ch.

ГЕОРГИЕВСКАЯ СВИТА В ВЕРХНЕУРСКОМ РАЗРЕЗЕ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ (ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ СКВАЖИН)

Е.А. Чупин

Научный руководитель доцент Г.Г. Номоконова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Верхнеурский разрез играет важную роль в нефтегазоносности юго-востока Западной Сибири, так как в нём сосредоточены основные запасы углеводородов юго-востока Западной Сибири (Томская область): продуктивный горизонт Ю₁ в васюганской свите и потенциально нефтеносная баженовская свита. Баженовская свита является также нефтематеринской и служит региональной покрывкой для верхнеурского нефтегазового комплекса (НГК). Между васюганской и баженовской свитами залегают породы георгиевской свиты, обладающие хорошими изоляционными (для флюидов) свойствами. По мнению В.А. Конторовича (2002) «зоны распространения георгиевской свиты неблагоприятны для формирования залежей углеводородов в отложениях горизонта Ю₁ васюганской свиты».

Георгиевская свита сложена аргиллитами, аргиллитоподобными глинами, иногда слабо битуминозными, включающими различное количество алевролитового материала. Характерной литологической особенностью пород георгиевской свиты является наличие зерен глауконита, благодаря чему породы приобретают зеленоватый оттенок. Мощность свиты изменяется в пределах 0–20 м, сокращаясь в направлении крупных положительных структур.

В настоящей работе излагаются результаты анализа литолого-геологических и геофизических данных месторождений Томской области с целью выявления закономерностей пространственного распространения отложений георгиевской свиты, связи их с нефтегазоносностью верхнеурского НГК, с целью формирования геолого-геофизической модели георгиевской свиты. Объекты исследования: литолого-стратиграфические разрезы разведочных скважин месторождений Томской области, геолого-геофизические разрезы месторождений Герасимовское, Болтное, Игольско-Таловое, Крапивинское и др.

На рис. 1 приведены результаты анализа литолого-стратиграфических разрезов разведочных скважин месторождений Томской области (данные разбивки). Все месторождения были разделены на три группы в зависимости от выделения в разрезах георгиевской свиты: не выделяется во всех разрезах; выделяется в отдельных разрезах; выделяется во всех разрезах. Следует отметить, что при малой мощности георгиевской свиты (менее 1 м) она может быть пропущена по результатам геолого-литологических исследований, а также по данным геофизических исследований скважин (ГИС), если в комплекс ГИС не включен индукционный каротаж. Это необходимо учитывать при анализе схемы рис. 1.

В разрезах с относительно мощной георгиевской свитой (больше 2 м), она закономерно выделяется в показаниях большинства методов ГИС. В сравнении с ниже залегающей васюганской свитой аргиллиты георгиевской свиты отличаются пониженным удельным электрическим сопротивлением, слабо повышенной радиоактивностью (ГК) и, как правило, понижениями потенциалов собственной поляризации ПС (рис. 2).

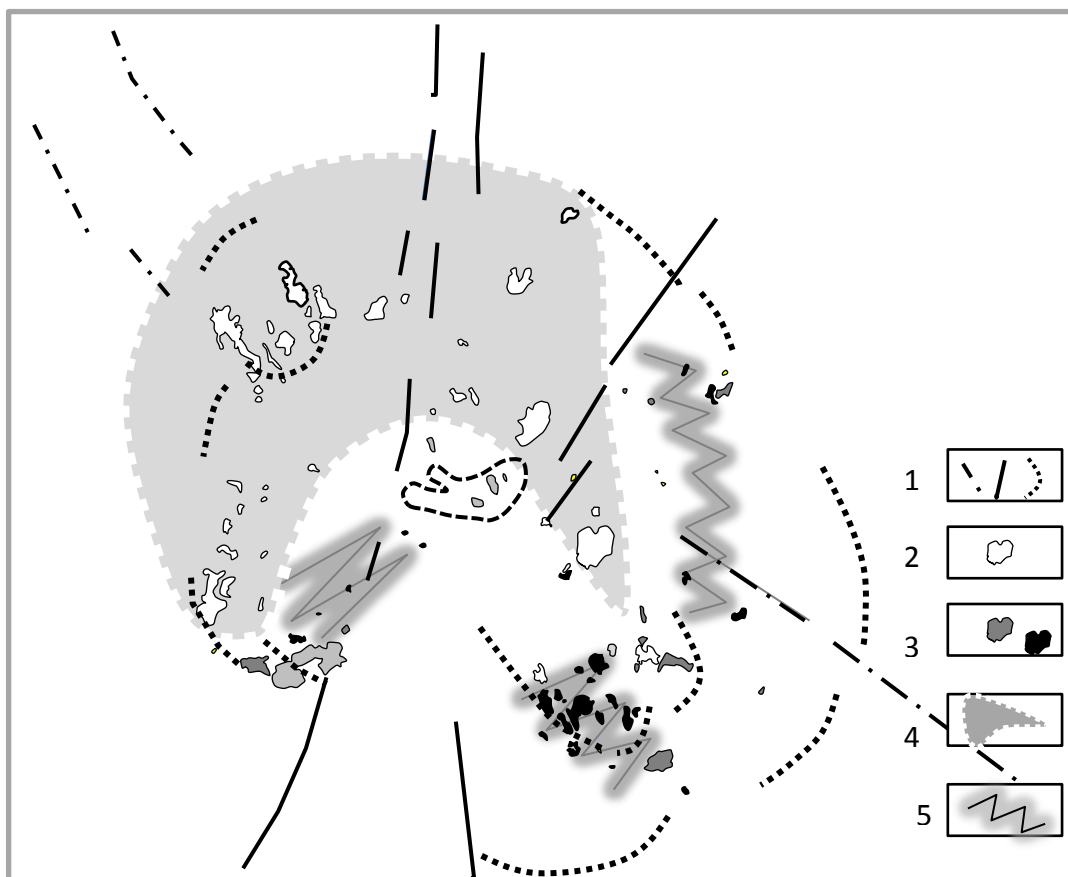


Рис. 1. Закономерное распространение пород георгиевской свиты в кольцевой геомагнитной структуре юго-востока Западной Сибири (Томская область).
 1 – линейные и кольцевые структуры фундамента, наиболее выразительно проявленные в магнитном поле;
 2-3 – месторождения углеводородов с различным развитием в разрезах георгиевской свиты: 2 – отсутствует или имеет мощность менее 1 м; 3 – выявлена в более 50% разрезов (затенено) или во всех разрезах (черное); 4-5 – области с разным развитием георгиевской свиты в разрезах месторождений: чаще не выявлена (4), развита повсеместно (5)

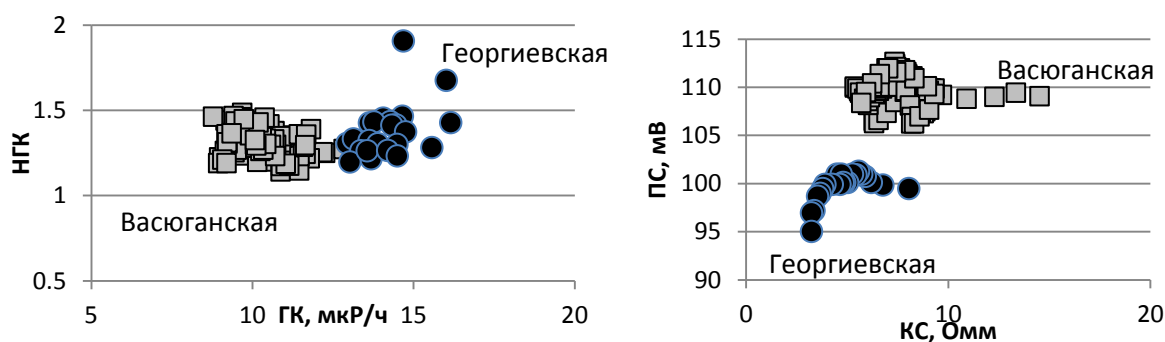


Рис. 2. Петрофизические различия георгиевской и васюганской свит разреза Игольско-Талового нефтяного месторождения.

Исключительными же свойствами георгиевской свиты, которые не проявляются в других частях разрезов месторождений, являются аномально высокая электропроводность (по данным индукционного каротажа) и увеличение диаметра скважины по данным кавернометрии (рис. 3). Так по данным индукционного каротажа в разрезах Крапивинского нефтяного месторождения (месторождение на рис. 1 находится в области п.2) георгиевская свита была уверенно выделена при мощности 0,7 м. По мнению Г.Г. Номоконовой (2014), исключительные свойства георгиевской свиты обусловлены аномально высоким пластовым давлением (АВПД), под которым георгиевская свита находится вместе с баженовской свитой.

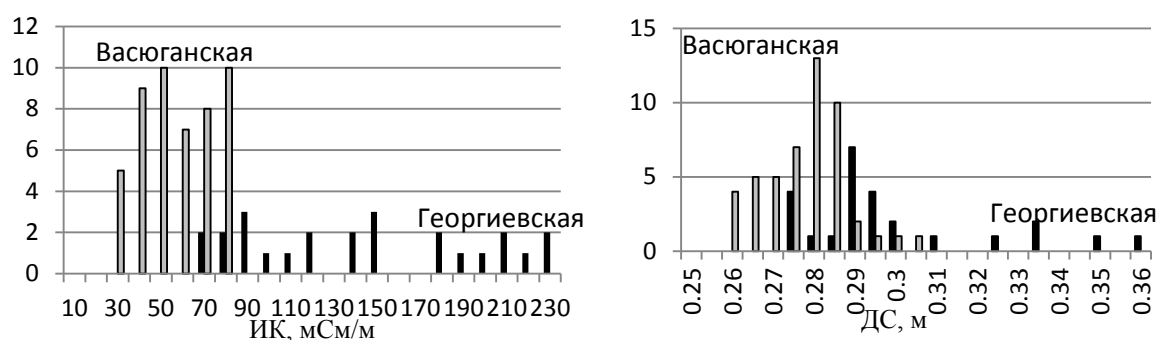


Рис. 3. Гистограммы распределения значений электропроводности (ИК) и диаметра скважин (ДС) пород георгиевской и васюганской свит разреза Герасимовского нефтегазоконденсатного месторождения.

Как видно из данных рис. 1, пространственное распространение отложений георгиевской свиты подчиняется определенной закономерности, которая согласуется с кольцевой структурой доюрского фундамента (Номоконова, 2002), контролирующей развитие в нем пород основного и ультраосновного состава и в связи с этим хорошо проявленной в магнитном поле. Положение и кольцевой характер структуры обусловлен пересечением тектонических нарушений субмеридионального и северо-восточного простираний (рифтогенный комплекс) с нарушениями северо-западного простирания, вдоль которого несколько вытянута субкольцевая структура. В этом же северо-западном направлении происходит уменьшение мощности георгиевской свиты вплоть до ее выклинивания на месторождениях северной части Каймысовского свода.

Выявлено влияние закономерностей пространственного распространения отложений георгиевской свиты на нефтегазоносность разреза по следующим позициям.

В случае выклинивания или малой мощности георгиевской свиты на месторождениях они чаще всего нефтяные – порядка 85% от всех месторождений. В то же время две трети газоконденсатных и нефтегазоконденсатных месторождений локализовано в области развития георгиевской свиты (и относительно большей ее мощности), то есть в восточной и юго-восточной части структуры. Напомним, что баженовская свита генерирует именно нефть.

От наличия и мощности георгиевской свиты зависит стратиграфическое положение основного продуктивного пласта месторождения. В случае отсутствия или малой мощности георгиевской свиты основным продуктивным пластом в горизонте Ю₁ является преимущественно пласт Ю₁¹⁻² (порядка 67% случаев). Продуктивность пласта Ю₁³⁻⁴ мало зависит от наличия или отсутствия георгиевской свиты в разрезе. Пласты средней и нижней юры, а также пласты М и М₁ могут быть продуктивны лишь при наличии в верхнеюрском разрезе георгиевской свиты.

Таким образом, георгиевская свита занимает стратегическое положение в верхнеюрском разрезе юго-востока Западной Сибири, отделяя или не отделяя ниже залегающие пласты-коллекторы от нефтематеринской баженовской свиты, от чего зависит их нефтегазоносность. Наиболее уверенно георгиевская свита выделяется по данным индукционного каротажа и кавернометрии.

ПЕТРОФИЗИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ИНТЕРПРЕТАЦИИ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ СКВАЖИН С ЦЕЛЬЮ ОЦЕНКИ КОЛЛЕКТОРСКИХ СВОЙСТВ И НЕФТЕГАЗОНАСЫЩЕННОСТИ ТЕРРИГЕННОГО РАЗРЕЗА ЧАЙКИНСКОЙ ПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ СКВАЖИНЫ (ИРКУТСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Д.А. Шабрикова

Научный руководитель ведущий научный сотрудник Л.М. Дорогиницкая
Сибирский научно-исследовательский институт геологии, геофизики и минерального сырья, г. Новосибирск, Россия

Местоположение Чайкинской параметрической скважины № 367 приурочено к одноименному поднятию, расположенному в пределах Сибирской платформы в зоне сочленения Непско-Ботубинской антеклизы с Предпатомским краевым прогибом [1]. В данной работе объектом изучения послужила вскрытая скважиной часть разреза, представленная терригенными породами рифей-вендского возраста и содержащая потенциально продуктивные горизонты.

Исследования построены на анализе данных, полученных при изучении состава и физических свойств пород: макроскопическое описание керна и петрографический анализ пород в шлифах, определение электрических, упругих и фильтрационно-емкостных свойств (ФЕС) пород, а также их плотности (объемной и минералогической) в объеме 110 образцов. Привязка интервалов долбления керна к данным геофизических исследований скважин осуществлялась по профильным измерениям гамма-спектрометрии на полнометражном керне. Литолого-минералогическая характеристика пород дана по результатам исследований Ивановой Н.А., Пустыльниковой В.В., Потловой М.М. Ефременковой В.В. и др. (Лаборатория литологии нефтегазоносных

отложений ФГУП «СНИИГГиМС»); исследования физических свойств пород проводились в Лаборатории петрофизики ФГУП «СНИИГГиМС» под руководством Леонова И.А. Работы проводились в рамках государственного заказа № 6Ф-11.

Исследуемая часть разреза представлена следующими свитами.

Талаканская свита (R_{tlk}) (1801–2058 м). По макроописанию талаканская свита в разрезе скважины Чайкинской-367 представлена, в основном, темно-серыми полимиктовыми конгломератами на песчано-алевро-глинистом цементе, разбитыми наклонными трещинами.

Бетинчинская свита ($V_1 bich$) (1760–1801 м) представлена в основном песчаниками гравелитистыми и гравелитовыми полевошпат-кварцевого состава на глинистом и полиминеральном цементе. Отложения нижней части свиты представлены песчаниками разнозернистыми полевошпат-кварцевого состава преимущественно на глинистом, реже полиминеральном цементе. Прослои гравелитов в разрезе бетинчинской свиты встречаются крайне редко. Пустотное пространство пород сформировано порами межзернового и внутризернового типа и микротрещинами.

Талахская свита ($V_1 tlh$) (1615–1740 м) в разрезе скважины Чайкинская-367 представлена в основном песчаниками разнозернистыми полевошпатово-кварцевого состава на полиминеральном цементе с прослоями гравелитов песчаных, а также алевро-аргиллитами и аргиллитами хлорит-гидрослюдистого состава с обломочным материалом, состоящим преимущественно из кварца, полевых шпатов и слюд. Выше перечисленные разности пород переслаиваются неравномерно. В некоторых интервалах выявлена битуминозность и отмечается характерный запах углеводородов.

Чтобы проанализировать особенности в соотношении показателей состава, структуры, физических свойств и геофизических параметров пород перечисленных свит, были рассчитаны матрицы парных коэффициентов корреляции между литолого-минералогическими характеристиками, содержанием радиоактивных элементов (U, Th и ^{40}K) и физическими свойствами пород.

Полученные данные выявили закономерные и легко объяснимые зависимости между составом, структурой и фильтрационно-емкостными и физическими свойствами пород: наличие ангидрита и регенерационного кварца в цементе ухудшает емкостные свойства пород, у более плотных пород отмечаются минимальные значения коэффициента пористости. Однако, у талахских песчаников выявлена аномалия: количество глинистого цемента положительно коррелирует с коэффициентом пористости K_p и обе величины прямо пропорциональны процентному содержанию мелкопесчаной фракции (размер зерен от 0,25 до 0,1 мм). Такого рода зависимости свидетельствуют о том, что между глинистой составляющей и гранулометрическими мерами отсутствуют связи, традиционные для пород нормального терригенного ряда. В данном случае мы наблюдаем опосредованное влияние глинистости на открытую пористость через мелкопесчаную фракцию. Скорее всего, глинистый материал накапливался вместе с мелкими зернами песчаника, но при этом максимальный размер этих зерен не превышал 0,12–0,1 мм, а не 0,25 мм, и они «тяготели» больше к алевроитовой фракции. Можно предположить также, что отмеченные особенности обусловлены изменением размеров зерен от гравелитовой до мелкоалевроитовой фракции, их средней и плохой сортировкой. Вследствие этого происходит неравномерное уплотнение осадка и отмечается гетерогенность пустотного пространства, которая подтверждена данными ртутной порометрии. Такая структура талахских песчаников, вероятнее всего, обусловлена тем, что осадконакопление происходило в условиях дельты, где терригенный материал транспортировался мутьевыми потоками. У бетинчинских песчаников также отмечается нарушение нормального терригенного ряда, но там количество глинистого цемента положительно коррелирует с величиной коэффициента проницаемости $K_{пр}$.

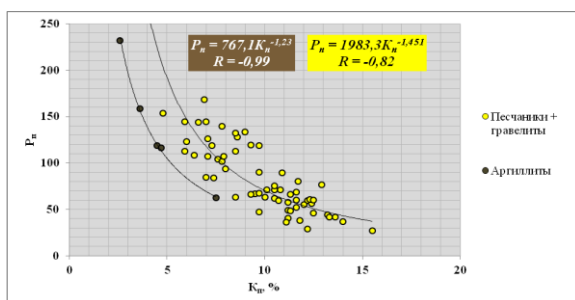


Рис. 1. Петроэлектрическая модель пористости для терригенных пород разреза скв. Чайкинская-

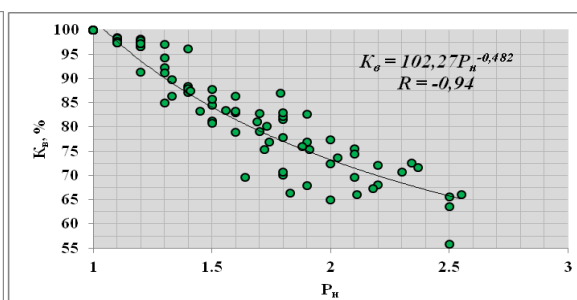


Рис. 2. Петроэлектрическая модель насыщенности для терригенных пород разреза

Естественная радиоактивность пород связана, прежде всего, с наличием глинистого вещества в породе. Важно отметить, что наибольший вклад в общую радиоактивность пород вносит торий, а для бетинчинских песчаников по матрице наблюдается положительная связь урана с сорбционной формой (с акцессорной формой такая связь не рассматривалась).

Была выявлена тесная связь коэффициента открытой пористости K_p с параметром пористости P_n , объемной плотностью $\delta_{п.нас}$ и интервальным временем пробега продольной упругой волны ΔT , а также связь коэффициента водонасыщенности K_v с параметром насыщения P_n . В связи с этим были построены петроэлектрические модели пористости и водонасыщенности породы-коллектора (рис. 1 и 2 соответственно), петроакустическая модель пористости (рис. 3) и предложена двумерная модель $K_n = f(\Delta T, GK)$, учитывающая влияние глинистой фракции при прогнозировании пористости по интервальному времени:

$$K_n = -26,97 + 0,178\Delta T - 0,335ГК, \quad (1)$$

где ГК – показания гамма-каротажа в мкР/ч.

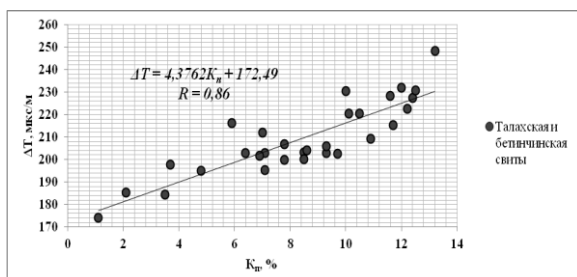


Рис. 3. Петроакустическая модель пористости для терригенных пород разреза скв. Чайкинская-367

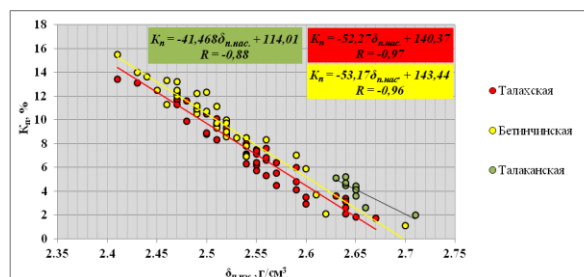


Рис. 4. Зависимость пористости от плотности для терригенных пород разреза скв. Чайкинская-367

Чтобы оценить возможность прогнозирования пористости по плотностному гамма-гамма-каротажу (ГГК-п), была проанализирована зависимость пористости от объемной плотности для пород разных свит (рис. 4). Из рисунка видно, что талаканская свита самая плотная и имеет низкую пористость. Кумулятивные кривые гранулометрического состава пород свидетельствуют о том, что талаканская свита существенно отличается по грансоставу.

У пород талаканской свиты содержание мелкоалевритовой и глинистой фракций достигает 61 % (по данным описательной статистики). У талахской и бетичинской свит преобладающие гравелитовая и крупнопесчаная фракции образовали прочный скелет, который препятствовал интенсивному уплотнению твердой фазы и уменьшению объема их пустотного пространства под действием вышележащих толщ в течение геологического времени, а отложения талаканской свиты уплотнялись как глинистые породы. Сравнивая бетичинскую и талахскую свиты, видим, что породы последней более плотные, поскольку подверглись вторичным преобразованиям: карбонатизации, ангидритизации и регенерации кварца. Такой полиминеральный цемент упрочнил скелет, но уменьшил пористость пород талахской свиты.

По результатам петрофизических исследований к практическому использованию при интерпретации материалов геофизических исследований скважин предлагаются основные модели для определения плотности и пористости пород по данным плотностного гамма-гамма-каротажа и нефтегазонасыщенности по традиционному способу с использованием зависимостей $P_n = f(K_n)$ и $K_v = f(P_n)$.

Литература

1. Мигурский А.В., Старосельцев В.С., Мельников Н.В. и др. Опыт изучения Чайкинского поднятия – крупного объекта нефтегазопосковок работ на Сибирской платформе // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири. – 2010. – № 4. – С. 14–25.

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ ПРОНИЦАЕМОСТИ КОЛЛЕКТОРОВ ГОРИЗОНТА Ю₁ КРАПИВИНСКОГО НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Д.Р. Шайхиев¹

Научный руководитель профессор Л.Я. Ерофеев²

¹ОАО «ТомскНИПИнефть», г.Томск, Россия

²Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г.Томск, Россия

Крапивинское нефтяное месторождение расположено в юго-восточной части Западно-Сибирского нефтегазонасного бассейна (Томская область). Промышленная нефтеносность связана с Верхнеюрским нефтегазовым комплексом (НГК) – горизонтом Ю₁, который является наиболее продуктивным на юго-востоке Западной Сибири. Верхнюю часть юрского разреза слагают битуминозные карбонатно-глинисто-кремнистые образования баженовской свиты и глинистые породы георгиевской свиты, служащие региональной покрывной Верхнеюрского НГК. Горизонт Ю₁ локализован в верхней части васюганской свиты и представлен кварцевыми и кварцево-полевошпатовыми песчаниками и алевролитами пластов Ю1-2 и Ю1-3.

Пласт Ю1-3 является наиболее продуктивным пластом и основным объектом разработки Крапивинского месторождения. Особенности пласта Ю1-3: локальное развитие нефтяных залежей в пределах регионально распространенного коллектора, резкая пространственная неоднородность фильтрационно-емкостных свойств (ФЕС) коллектора, особенно проницаемости, которая наиболее ярко выражена на севере месторождения [1, 2]. Данная неоднородность отчетливо прослеживается в разрезе скважин (рис.), где наблюдается появление так называемых «суперколлекторов» – пластов с аномально высокой проницаемостью.

По комплексу литолого-физических параметров в пласте выделяются три пачки, чаще не разделенные непроницаемыми прослоями, поэтому пласт остается единой гидродинамической системой. С учетом наличия

суперколлекторов и резкого отличия по проницаемости пачки Ю1-3а от остальных пачек, в составе пласта выделены четыре типа коллектора (табл. 1), первый и второй – в составе пачки Ю1-3а.

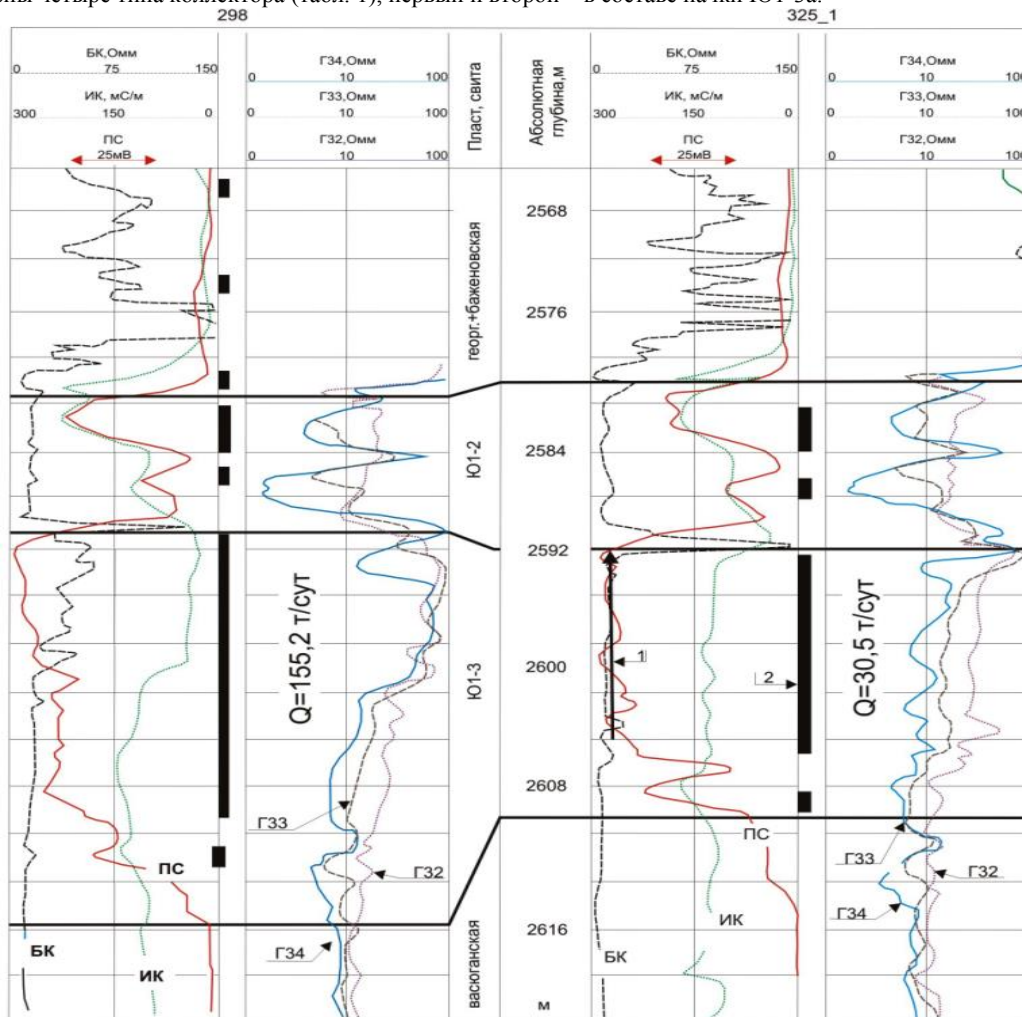


Рис. Результаты геофизических исследований двух разрезов Крапивинского месторождения с разным притоком нефти (Q) из пласта Ю1-3: 1) интервалы перфорации; 2) интервалы нефтенасыщенности пластов по данным ГИС

Отражение пластов горизонта Ю₁ и типов коллекторов пласта Ю1-3 в результатах ГИС можно видеть на геолого-геофизических разрезах скважин 298 и 325_1 (рис.), где приведены диаграммы показаний электрических методов: самопроизвольной поляризации (ПС), бокового (БК) и индукционного (ИК) каротажа и разноглубинных градиент-зондов (ГЗ) метода сопротивления. По средним значениям ФЭС коллекторов пласт Ю1-3 в кровельной части разреза 298 содержит коллектор I типа ($K_n=21,3\%$, $K_{пр}=1681\text{мД}$), а разреза 325 – коллектор II типа ($K_n=18,9\%$, $K_{пр}=203,6\text{мД}$). По результатам интерпретации данных ГИС в разрезе 298 пласт является более нефтенасыщенным ($K_n=84\%$) и имеет большую мощность, чем в сравниваемом разрезе ($K_n=62\%$). При вторичном вскрытии пластов получен приток безводной нефти, в 5 раз больший из скважины с коллектором II типа.

Литолого-стратиграфический разрез в показаниях методов ГИС исследуемых скважин отражается стандартно. Покрышка Верхнеюрского НГК отличается высокими показаниями ПС и переменными показаниями методов сопротивления: битуминозные карбонатно-глинисто-кремнистые образования баженовской свиты – аномально высоким электрическим сопротивлением (БК, ГЗ), а глины георгиевской свиты – самым низким сопротивлением в интервале юрского разреза. Глинистые отложения васюганской свиты (за пределами пластов-коллекторов) характеризуются высокими значениями ПС и низкими показаниями методов сопротивления [3]. По данным ГК также отмечается отличительная характеристика суперколлектора. Значение естественной радиоактивности на скв. 298 составляет 2,47 мР/ч, а по скв. № 325_1 – 4,57 мР/ч. Это свидетельствует о том, что песчаник суперколлектора менее радиоактивен по сравнению с песчаником, который не обладает аномальной проницаемостью (табл. 2).

Таблица 1

Типы коллекторов по результатам лабораторных измерений керна и геофизических исследований скважин пласта Ю₁³ Крапивинского месторождения

Параметр коллектора	Типы коллектора			
	I	II	III	IV
Открытая пористость, Кпо, %	18...22	14...19	12...15	12...14
Проницаемость, Кпр, мД	100...3000	10...1000	1...10	0,1...1
Глинистость, Кгл, %	~ 5	5...7	5...9	9...15
Микропористость глин, %	0,96	3,12	4,2	13,44
Обломков с d>0,25 мм, %	50...70	33	21	4...15
Регенерационного кварца в цементе, %	6,53	5,17	4,17	1,88

Таблица 2

Средние значения параметров пласта Ю1-3 в скв. 298 и 325_1 северной части Крапивинского месторождения

Разрез	По измерениям керна			По данным ГИС				
	Кп, %	Кпр, мД	Кн, %	ПС, мВ	ИК, мС/м	БК, Ом*м	ГК, мкР/ч	НГК
298	21,3	1681	84	3,9	29,9	48,4	2,47	2,86
325_1	18,9	203,6	62	21,7	105,2	16,9	4,57	2,4

Таким образом, были выявлены основные закономерности неоднородности коллекторов пласта Ю1-3 по проницаемости пласта Ю1-3 Крапивинского нефтяного месторождения. Установлены геофизические признаки в разрезе скважин различных типов коллекторов и отличительные признаки суперколлектора, который обладает аномальным высоким значением проницаемости.

Литература

1. Физика горных пород: учебник для вузов /Л.Я. Ерофеев, Г.С. Вахромеев, В.С. Зинченко, Г.Г. Номоконова. Томск: Изд-во ТПУ, 2006. – 520с.
2. Конторович А.Э., Нестеров И.И., Салманов Ф.К. и др. Геология нефти и газа Западной Сибири. – М.: Наука, 1975. – 678 с.
3. Белозёров В.Б. Палеогеографические особенности формирования нефтеносных пластов васюганской свиты Западной Сибири // Известия Томского политехнического университета. – Томск, 2008. – Т.311. – № 1. – С.67–72.

ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВЕРХНЕЮРСКОГО РАЗРЕЗА ИГОЛЬСКО-ТАЛОВОГО НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

А.Б. Шакиров

Научный руководитель доцент Г.Г.Номоконова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

При изучении Игольско-Талового нефтяного месторождения сейсмическими методами возникают проблемы, связанные с неоднородными упругими свойствами пород разреза. Необходимо выяснить природу геологического процесса, приводящего к такой неоднородности. В настоящей работе приводятся результаты анализа данных геофизических исследований скважин (ГИС) по двум разрезам Игольско-Талового месторождения (Томская область).

Игольско-Таловое нефтяное месторождение приурочено к Игольскому куполовидному поднятию - структуре второго порядка, осложняющей южную часть Нюрольской мегавпадины. Нефтеносность месторождения связана с Верхнеюрским нефтегазовым комплексом, региональной покрывкой для которого являются битуминозные глинисто-карбонатно-кремнистые породы баженовской свиты. Основной продуктивный пласт месторождения (Ю1-2, верхняя часть васюганской свиты) представлен песчаниками преимущественно среднезернистыми слабоглинистыми, известковистыми, с прослоями алевролитов. В отдельных разрезах между отложениями васюганской и баженовской свит залегают аргиллиты георгиевской свиты с аномально низким удельным электрическим сопротивлением (интервал 2754-2756 на разрезе рис. 1).

Выбранные для анализа скважины располагаются в разных частях месторождения: скважина 5 – ближе к центру, скв. 3 – на фланге. Анализировались данные электрических и радиоактивных методов ГИС: самопроизвольной поляризации ПС, электрического сопротивления КС, естественной радиоактивности ГК, нейтронного метода НГК (рис. 1). Количественное сравнение данных ГИС сделано по отдельным интервалам разрезов: баженовская свита, пласт Ю1-2 и относительно однородная (2811-2827 на разрезе рис.1) часть васюганской свиты (рис. 2, 3).

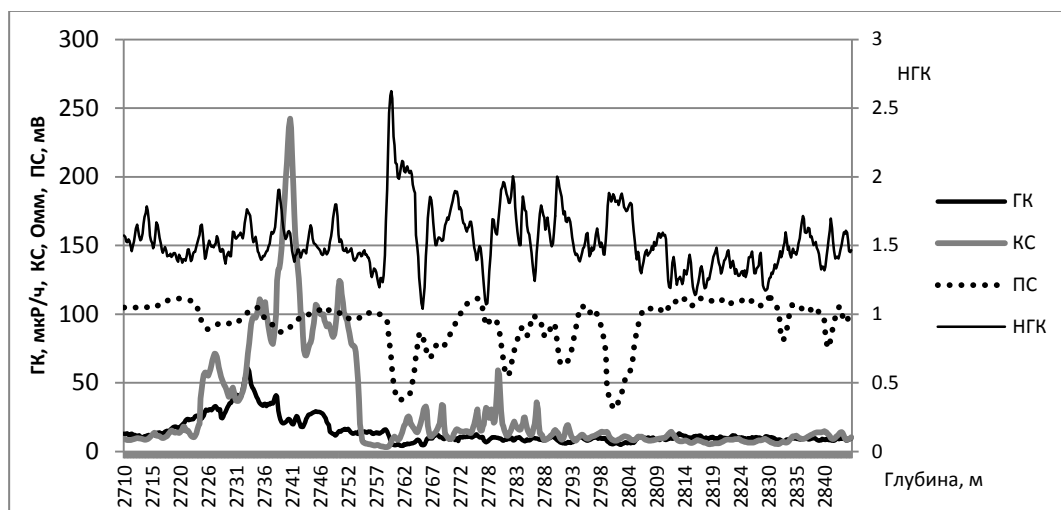


Рис. 1. Изменение геофизических параметров по разрезу скв. 3 Игольско-Талового нефтяного месторождения

На качественном уровне геофизический разрез сравниваемых скважин принципиально не различается. Баженовская свита выделяется аномально высокими показаниями ГК и КС, пласты коллекторы – отрицательными аномалиями ПС и повышениями показаний нейтронного каротажа, но в разрезе скв. 5 эти изменения – более выразительные, аномалии КС – более глубокие. Кроме того, в разрезе скв. 5 георгиевская свита или маломощна, или отсутствует, без данных индукционного каротажа точно определить нельзя.

Существенные различия между геофизическими разрезами обнаруживаются по результатам статистической обработки показаний методов ГИС, когда принимаются во внимание распределения значений геофизических параметров (рис. 3), соотношения между параметрами (рис. 2). Такие различия обнаруживаются во всех трех изученных интервалах разреза, различие однотипное, но проявленное с разной интенсивностью. В разрезе скважины 3, расположенной на фланге месторождения, анализируемые геологические образования отличаются более высокими показаниями НГК, меньшей радиоактивностью по данным ГК и более высоким удельным электрическим сопротивлением (КС).

Наиболее существенно по названным признакам различаются отложения васюганской свиты. В аргиллитах васюганской свиты, залегающих под пластами горизонта Ю1, поля корреляции точек «ГК-НКТ» разрезов сравниваемых скважин смещены друг относительно друга и практически не перекрываются (рис.2). Наибольшее различие наблюдается по параметру ГК. В геофизической характеристике продуктивного пласта Ю1-2 более информативными являются показания нейтронного каротажа НГК, по которому пласты в разрезах сравниваемых скважин различаются в наибольшей степени, с меньшим интервалом перекрытия гистограмм распределения (рис. 3). Возрастание амплитуды аномалий НГК в пластах горизонта Ю1 в разрезе скв. 3 вверх по разрезу, то есть в направлении к породам-экранам баженовской и георгиевской свит, хорошо видно на рис. 1.

Более сложным образом, но все-таки различаются геофизические характеристики пород баженовской свиты (рис. 2). Распределения значений отдельных геофизических параметров баженовской свиты различаются появлением «отклоняющихся» значений. Так, в разрезе скв. 5 появляются породы с аномально низкими значениями НГК (<1.38), которые отсутствуют в разрезе скв.3, а породы баженовской свиты с повышенной радиоактивностью (ГК>45 мкР/ч) наблюдаются исключительно в скв. 3. Конкретные граничные значения признаков, по-видимому, могут изменяться от разреза к разрезу.

Набор признаков, по которому отличается разрез скважины 3 – повышение показаний методов НГК и КС и понижение показаний ГК - используется геофизиками-интерпретаторами для выделения в разрезе пластов карбонатизированных песчаников, так называемых «плотных пород». Они широко развиты в отложениях верхней юры, в том числе и на Игольско-Таловом месторождении. Следовательно, соответствующее изменение геофизических параметров пород разреза является признаком их карбонатизации. Судя по данным ГИС разрезов скв. 3 и 5, фланговые части Игольско-Талового месторождения более карбонатизированы, чем центральные.

Таким образом, основным процессом, приводящим к геофизической неоднородности разреза Игольско-Талового нефтяного месторождения, является карбонатизация пород. Процесс карбонатизации повышает плотность пород и скорости распространения в них упругих колебаний, и в совокупности увеличивает акустическую жесткость. В случае баженовской свиты это приведет к понижению коэффициента отражения и надежности прослеживания регионального отражающего горизонта Па. С другой стороны, по сейсмическим данным можно проследить развитие карбонатизации в породах баженовской свиты и делать прогноз распространения этого процесса в верхнеюрском разрезе.

Более надежно различаются породы баженовской свиты в сравниваемых разрезах по совокупности признаков, что можно видеть из данных рис. 2: поля точек «НГК-ГК» для сравниваемых разрезов практически не перекрываются, в то время как по отдельным методам наблюдается существенное перекрытие значений.

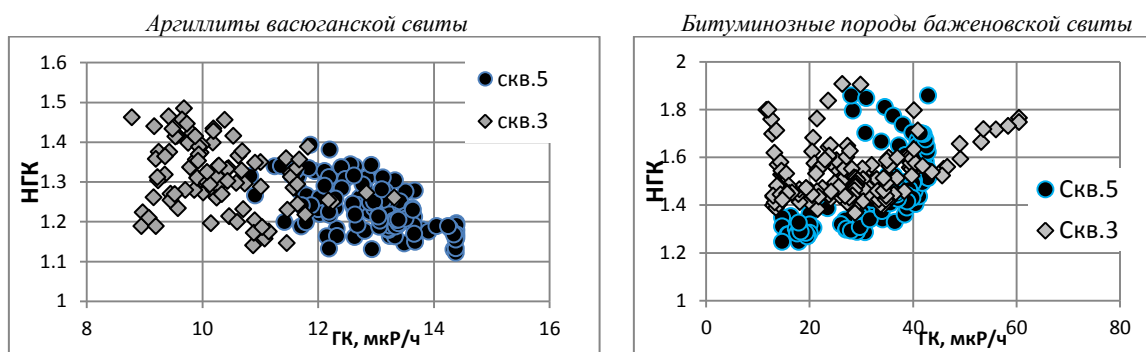


Рис. 2. Поля корреляции значений геофизических параметров Игольско-Талового месторождения

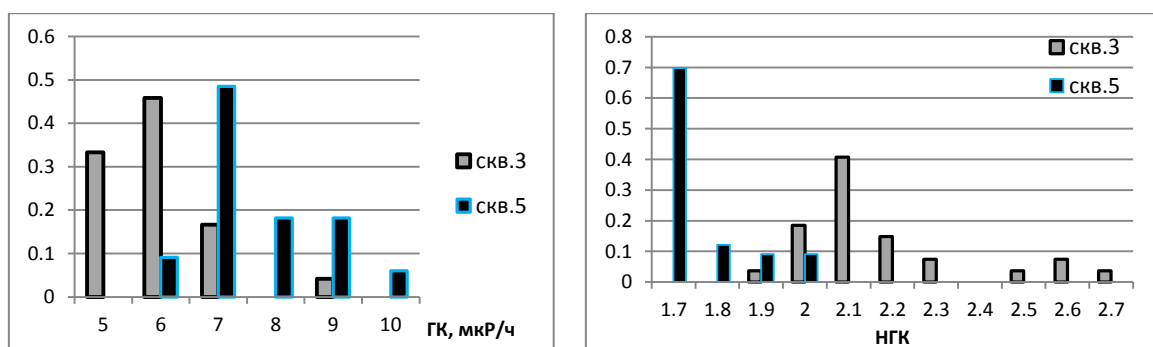


Рис. 3. Гистограммы распределения значений геофизических параметров пласта Ю1-2 Игольско-Талового месторождения

МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ НАКЛОННЫХ ТРЕЩИН И РАСЧЕТ ИХ ВЛИЯНИЯ НА СПЕКТРАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА СЕЙСМИЧЕСКОГО ПОЛЯ

А.А. Шатская

Научный руководитель профессор М.М. Немирович-Данченко

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В настоящее время активно развиваются алгоритмы обработки данных наземной и скважинной сейсморазведки с целью получения более полной и достоверной информации о внутреннем строении и свойствах продуктивных пластов. Причем повышается интерес к пластам палеозойского возраста, где преобладают плотные карбонатизированные породы, и, соответственно, коллекторы трещинного типа. Сейсмические особенности (атрибуты) сигнала, испытавшего взаимодействие с трещинами, на данный момент изучены не полностью, поэтому мы посвятили нашу работу изучению данной актуальной задачи.

Основной методикой выявления трещин и определения их параметров является использование азимутальной анизотропии скоростей. В частности, возникает интерес к анизотропии поглощения энергии сигнала, что хорошо видно из анализа публикаций последнего десятилетия. Изучение литературы, посвященной этой теме, приводит к публикациям лаборатории прикладной экспериментальной геофизики американского университета Purdue, где вопросом влияния трещиноватости на волну занимаются с 1987 года и опубликовано более 30 статей в различных изданиях. В статьях описаны проведенные физические эксперименты, и наша идея заключается в создании математических моделей с аналогичными свойствами, проведении расчетов сейсмического поля конечно-разностным методом [4], анализе и сравнении полученных результатов.

В одной из последних работ [1] подробно описана установка и алгоритм проведения эксперимента и приведены полученные результаты. Образцом здесь являлся брусок алюминия, в котором пропилены 20 трещин с шагом 3 мм, что примерно равно четверти длины волны на частоте 0,5 МГц. На рис. 1 показан акустический волновой фронт, записанный на цельном эталонном образце F0 (а), и образце с нарушениями F3 в сухом состоянии (b) и при насыщении водой (с).

По описанию образца была создана математическая модель, параметры которой совпадают с физическим экспериментом, и рассчитаны сейсмические поля, прошедшие через систему трещин. Считается полное волновое поле, т.е. присутствуют все типы волн, в том числе и поверхностные неоднородные волны, которые являются одним из малоизученных механизмов передачи энергии в трещиноватых средах. Рисунку 2а соответствует модель с сухими трещинами, изображение 2б получается при задании параметров водного флюида. Для случая ненасыщенной модели в обоих экспериментах замечаем отсутствие четкой картины чередования фаз, дифракцию волн по времени. При наличии воды также картина сейсмического поля похожа, достаточно четкие амплитуды трасс, причем в центральной зоне они более выражены, чем при отдалении от центра модели.

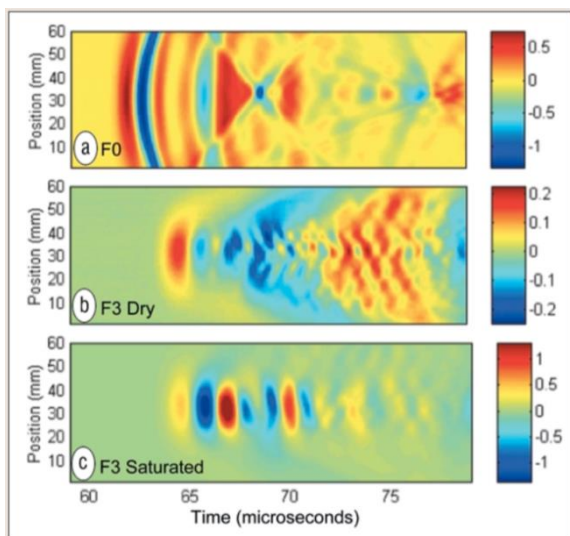


Рис.1 Временной разрез, полученный в ходе физического эксперимента: а) цельный образец, б) трещиноватый сухой образец, с) трещины насыщены водой.

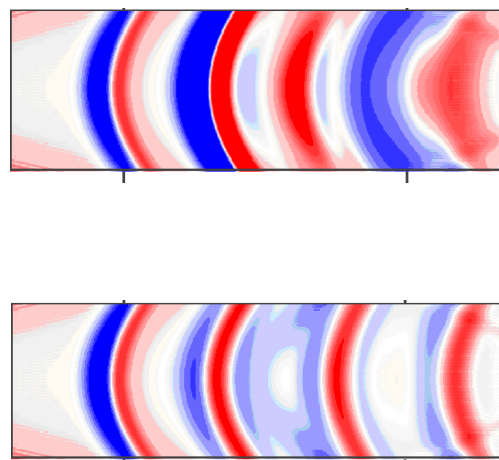


Рис. 2 Синтетический временной разрез с теми же параметрами: верхняя модель с сухими трещинами, нижняя - в трещинах вода.

Рассматривая методику проведения физического эксперимента, можно заметить, что конструкция установки предусматривает расположение трещин параллельно одной из ее осей (вертикальные или горизонтальные пропилены). В реальной же среде тектоническая напряженность, приводящая к нарушению цельности породы, изменяет и параметры залегания пластов, поэтому чаще трещины располагаются под углом к поверхности. Проведение математического моделирования позволяет учесть эту особенность и создавать модели с наклонными трещинами.

Нами был разработан генератор моделей с управляемыми углами наклона и параметрами насыщенности трещин. Для диапазона углов наклона из первого полу-квадранта $0 \leq \alpha \leq \frac{\pi}{4}$ удобно пользоваться следующей формулой определения текущих координат расчетной ячейки в исходной области

$$\begin{aligned} x_c &= x \cos(\alpha) + w, \\ y_c &= x \sin(\alpha) + w + (N - 1)h. \end{aligned} \quad (1)$$

Здесь α - угол наклона направляющего вектора системы трещин к оси OX, N- число трещин, h – расстояние между ними, w – толщина отдельной трещины. Последние два параметра определяются в единицах ячеек. Для углов диапазона $\pi/4 \leq \alpha \leq \pi/2$ трещины проводятся не от оси OX, как в формуле (1), а от оси OY.

По данным ВСП характерным углом при анализе касательных ослабленностей является угол 20 градусов [2]. Поэтому используем его для построения модели наклонных трещин (рис.3).

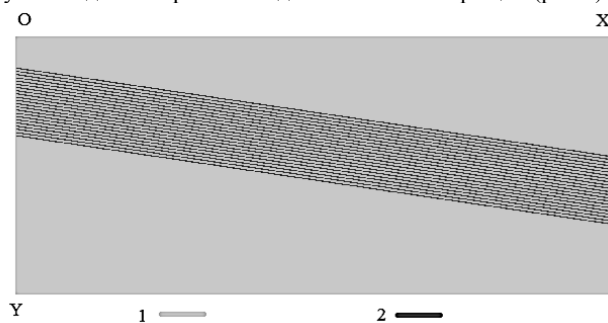


Рис. 3. Модель среды с системой наклонных трещин: 1 – вмещающая среда, 2 – флюид в трещинах.

В модели, представленной на рис. 3, 22 трещины толщиной 3, расстояние между ними 5 (см. формулу (1)). Вмещающая среда имеет параметры $V_p = 3000$ м/с, $V_s = 2000$ м/с, $\rho = 2000$ кг/м³. Параметры флюида $V_p = 1500$ м/с, $V_s = 0$ м/с, $\rho = 1000$ кг/м³. Для этой модели был рассчитан временной разрез от падения плоской волны, возбуждение и регистрация на линии OX. Фрагмент этого разреза приведен на рис. 4. На рис. 5 сравниваются спектры падающего сигнала и волны, прошедшей через систему трещин.

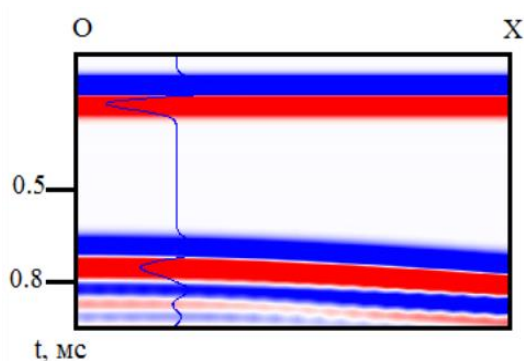


Рис. 4. Синтетический временной разрез, выделена отдельная трасса

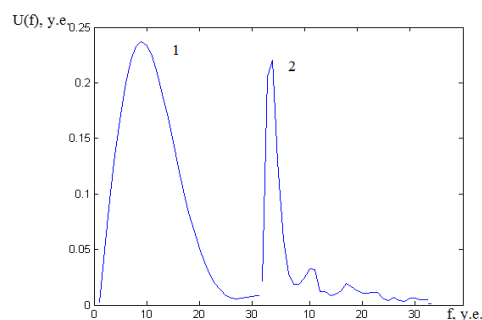


Рис. 5. Спектры падающего сигнала (1) и проходящей волны (2).

При анализе спектров можно заметить, что происходит видимое смещение несущей частоты в низкочастотную часть спектра, как и для случая ненасыщенных трещин [3]. Кроме того, в правой части кривой увеличивается вклад высоких частот, отвечающих как за дифракционную картину на всем семействе трещин, так и за собственные колебания трещин в отдельности. Как показали наши расчеты, затухание высоких частот спектра волны, прошедшей через пачку трещин, обусловлено (в отсутствие механизмов трения) волновым сопротивлением. Это связано, в свою очередь, с системой неоднородных поверхностных волн, возникающих на границах раздела [3]. Обнаруженные закономерности могут быть далее использованы для выявления сейсмических атрибутов, ответственных за зоны поглощения с учетом ориентированности систем трещин.

Литература

1. Pyrak-Nolte L. J. Fracture anisotropy: The role of fracture-stiffness gradients //The Leading Edge. – 2007. – Т. 26. – № 9. – С. 1124–1127.
2. Дугаров Г.А. Оценка эффективных параметров сред с ориентированными трещинами в модели линейного проскальзывания по данным об анизотропии скоростей и поглощения сейсмических волн : Автореф. дис. канд. физ-мат. наук. – Новосибирск: ИНГГ СО РАН, 2013. – 18 с.
3. Немирович-Данченко М.М. Возможности обнаружения множественной трещиноватости сплошной среды на основе оценки спектральной плотности энергии отраженного сигнала // Физ. мезомех. – 2013. – Т. 16. – № 1. – С. 105–110.
4. Немирович-Данченко М.М., Стефанов Ю.П. Применение конечно-разностного метода в переменных Лагранжа для численного расчета волновых полей в сложнопостроенных средах // Геология и геофизика. – № 11. – 1995. – С. 96–105.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЭПИГЕНЕТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ В МЕЛОВЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ СТАТИСТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ ГИС

Н.А. Шенбергер

Научный руководитель заведующий лабораторией И.А. Мельник
Сибирский научно-исследовательский институт геологии, геофизики и
минерального сырья, г. Томск, Россия

В настоящей работе рассмотрена эпигенетическая зональность, связанная с дизъюнктивно – пликативными нарушениями породы, образованными в результате тектонических подвижек в меловой период на примере ряда площадей в пределах Томской области.

Термин «эпигенез» следует использовать в широком понимании для описания изменения осадочной толщи как целого, включая осадочные породы и заключенные в них пластовые флюиды.

Процессы наложенного эпигенеза оказывают существенное влияние на образование коллекторов и формирование продуктивных залежей углеводородов. Интенсивность вторичных эпигенетических процессов зависит от окислительно-восстановительных условий среды коллектора и скорости миграции флюидных потоков [3,4].

Рассматриваемые нами эпигенетические процессы обусловлены наложенными изменениями за счет химических преобразований среды, в результате поступления внешних пластовых флюидов [1,2]. Сведения о распределении интенсивности таких процессов, как пиритизация, пелитизация, карбонатизация и каолинизация, как по пластам, так и по разрезу скважины обеспечивают возможность территориального научного прогноза миграционных потоков. Но для этого также необходимо определить физический смысл интенсивности процесса наложенного эпигенеза.

В своих работах Мельник И.А. описал интенсивность процесса преобразования пород, как количество образованного вещества на единице площади пористой поверхности за время его преобразования относительно времени миграции флюида, вступившего в химическую реакцию с породой [4].

Прослеживается следующая закономерность – дизъюнктивно-пликативные тектонические процессы, меняют форму рельефа отражающих сейсмогоризонтов и разуплотняют породу, порождают миграцию флюидов которые, в свою очередь приводят к наложенному эпигенезу. В этом случае на зоны тектонически-разуплотненных пород накладываются вторичные геохимические процессы, обуславливающие как увеличение (каолинизация), так и уменьшение (карбонатизация) фильтрационно-емкостных свойств коллектора [5].

Для изучения перечисленных закономерностей наиболее информативными и значимыми, с точки зрения решения поставленной задачи, являются такие операторы как градиент и лапласиан.

В качестве исследуемого параметра возьмем поверхностную функцию рельефа свит от высоты f_z отражающую угол наклона поверхности, т.е. крутизну склона. В этом случае градиент $G = |\text{grad } f_z|$ – двухкомпонентная сумма частных производных f_z по ее аргументам X и Y . Густота трещин скола пропорциональна градиенту поверхности.

В свою очередь с геометрической точки зрения лапласиан указывает на то, как быстро меняется градиент, и меняется ли он в окрестности исследуемой точки, т.е. если крутизна склона в окрестности точки не постоянна и увеличивается в силу определенных деформаций, то лапласиан увеличивает свое значение относительно нуля [5].

Расчет градиента и лапласиана производился в геоинформационной системе Golden Software Surfer в модуле программы Grid/Calculus/Differential and Integral Operators – Gradient Operator и Laplacian Operator. Grid/Calculus предоставляет набор инструментов для интерпретации сеточных файлов. Сеточные исчисления могут помочь определить такие числовые характеристики сетки, которые не являются вполне очевидными на карте, построенной по этой сетке. После расчета сеточных поверхностей градиента и лапласиана была сделана выборка этих значений в точках скважин, с помощью модуля Grid/Residuals и сформированы таблицы по скважинам для расчета статистики.

В таком случае, с физической точки зрения модуль отношения $|G/L|$ будет отражать среднюю мощность пласта по скважине относительно произведения раскрытости трещин, т.е. зависит от амплитуды неотектонических движений. Данное отношение в его максимальной величине определяет участки хотя и напряженные, т.е. трещиноватые (с трещинами скола), но достаточно спокойные в тектоническом плане времени существования исследуемого склона (т.е. с минимальной трещиноватостью отрыва).

В меловых отложениях с увеличением данного параметра интенсивность преобразования первичных пород пропорционально увеличивается, либо уменьшается [6].

В свою очередь, при повышении рН среды отдельные растворенные элементы (как правило, карбонаты) выпадают в осадок. Метаморфизм породы в большей степени обусловлен вторичной карбонатизацией и пиритизацией коллектора с ухудшением его емкостных свойств. Если каолинизация песчаников обусловлена углекислотным метасоматозом в результате поступления гидротермальных флюидов по разломам и трещинам породы, то карбонатизация и пиритизация песчаных пород происходит только после процесса углекислотного метасоматоза, когда содержание растворенного в воде углекислого газа в результате уменьшается, а содержание растворенных солей увеличивается (рН при этом повышается). Это может происходить вдали от тектонических нарушений (в результате латеральной миграции флюидов), либо в верхних горизонтах осадочного чехла [7].

Проведенные исследования показали, что интенсивность миграции флюидов в тарской свите обусловлена двумя причинами. В первом случае движение флюидов связано с трещинами отрыва и скола, где наблюдается сильная интенсивность вторичных процессов, таких, как карбонатизация в южной части разреза исследуемого района, связанная с высоким рН. Во втором случае, в направлении с юго-востока на север-запад, наблюдается каолинизация, частично совмещенная с отношением $|G/L|$, что указывает на спокойное в тектоническом плане латеральное течение флюидов.

Двигаясь вертикально по разрезу, кислые флюиды заполняют коллектора киялинской свиты. Такое движение, как правило связано с региональным глубинным разломом, осложненным более мелкими. В этой зоне тектонически разуплотненных пород накладываются вторичные геохимические процессы, обусловленные увеличением (каолинизация) и уменьшением (карбонатизация) фильтрационно-емкостных свойств коллектора. При изучении характера осадконакопления и их распределения по площади вышеуказанной свиты наблюдается, что на возвышенностях наиболее интенсивно проявилась каолинизация, а карбонатизация распространилась по южному склону, что позволяет предположить прорыв щелочных флюидов по близлежащему разлому и трещинам вверх по разрезу.

Характернее всего, движение «разносоставных» флюидов по разломам проявилось в покурской свите, где кислые флюиды распространились к северной части разреза, причем немаловажную роль в интенсивности наложенного эпигенеза (каолинизация) сыграло увеличение градиента, что повлекло к новообразованным трещинам и более обширной миграции кислых флюидов. Щелочные же флюиды распространились вертикально по разлому и горизонтально на юго-запад, где трещины отрыва минимальны, согласно корреляции вторичной карбонатизации с $|G/L|$ ($k = +0,87$).

Из вышеизложенного следует, что сильнее всего интенсивность наложенных эпигенетических процессов проявилась в тарской и покурской свитах. Но причины проявления вторичных преобразований в них различны. Так например, в покурской свите высокая интенсивность обусловлена тем, что все глубинные дизъюнктивно-тектонические процессы, сформировавшиеся ранее, затухают. Для верхнего же отдела, рассматриваемой свиты, вероятно, оказывает влияние глинистый горизонт кузнецовской свиты, замедляющий флюидомиграцию и тем самым увеличивающий интенсивность вторичных процессов. Нечто подобное происходит и в тарской свите, она заключена между двумя пачками глин (выделенными по ГИС), мощность локальной покрывки составляет в среднем 20 м, а подстилающая толща в среднем 7 м, что в свою очередь так

же замедляет миграцию флюидов. Менее интенсивно преобразование пород в киялинской свите, что стало следствием высокой скорости миграции.

Анализ и сопоставление полученных данных, позволяет предположить наличие параллельной миграции щелочных и кислых растворов по двум глубинным разломам («щелочной» – южный, «кислый» – северный). Следовательно при движении агрессивных углекислотных флюидов вверх они изменяют свой первичный состав, в зависимости от встречающихся им на пути пород. То есть, при прохождении флюидов по гранитоидам, в первичных растворах начинает преобладать более кислая составляющая, а при взаимодействии с эффузивными породами флюиды наследуют их химический состав, приводящий к уменьшению pH.

Литература

1. Конторович В. А. Тектоника и нефтегазоносность мезозойско-кайнозойских отложений юго-восточных районов Западной Сибири. – Новосибирск: Издательство СО РАН, филиал «ГЕО», 2002. – 253 с.
2. Лебедев Б. А. Геохимия эпигенетических процессов в осадочных бассейнах. – Л.: Недра. – 1992. – 239 с.
3. Мельник И. А. Выявление вторично преобразованных терригенных коллекторов на основе статистической интерпретации материалов ГИС // Геофизика. – 2013. – № 4. – С. 29 – 36.
4. Мельник И. А. Вычисление интенсивности вторичных геохимических процессов в песчаных пластах по материалам геофизических исследований скважин // Каротажник. – 2014. – № 1. – С. 52 – 66.
5. Мельник И. А. Геофизические критерии низкоомных интервалов в зонах миграции нефтегазовых флюидов // Каротажник. – 2013. – № 1. – С. 39 – 56.
6. Мельник И. А. Определение интенсивности вторичных геохимических процессов на основе статистической интерпретации материалов ГИС // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. – 2012. – № 11. – С. 35 – 40.
7. Мельник И.А., Лейкам Р.А., Беряльцева Т.К. Выявление вторичных геохимических процессов в песчаных коллекторах на основе стандартного комплекса ГИС. // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири. – 2012. – № 1. – С. 58 – 62.

Секция 6

ГИДРОГЕОЛОГИЯ И ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

РОЛЬ ГИДРОГЕОЛОГИИ И ИНЖЕНЕРНОЙ ГЕОЛОГИИ В ФОРМИРОВАНИИ ВОДНОГО РЫНКА

В.К. Попов, профессор

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г.Томск, Россия

Вода – самый распространенный минерал на Земле и жизненно необходимый «дар природы» для человека. Тем не менее, она неравномерно распределена по поверхности, и поэтому ряд регионов России и зарубежных стран испытывает ее дефицит. Другим фактором, усугубляющим использование воды для питьевого водоснабжения, является истощение и загрязнение воды. При анализе размещения и подвижности воды выявляется ряд препятствий для рационального использования и охраны водных ресурсов в условиях рыночной экономики.

Состояние водной среды и обусловленного им качества питьевой воды в большей степени определяется уровнем развития цивилизации. Развитые страны в последние два десятилетия смогли выделить значительные средства из своего национального дохода на улучшение состояния природной среды, что благотворно сказалось на экологической ситуации. Этот процесс не коснулся России. Относительное благополучие в водохозяйственной сфере существует сейчас только благодаря богатейшим запасам воды и огромной территории страны, что способствует рассредоточению загрязнений и снижению их концентраций в очагах загрязнения.

Проблема добычи и использования воды – природного ресурса, имеющего первостепенную важность для человека, – имеет комплексный характер. В ней сконцентрированы самые разнообразные аспекты: от развития отношений «природа – общество» до технологических и технических вопросов водоподготовки. Вопросы управления и экономики использования водных ресурсов сегодня напрямую связаны с экологическими проблемами водопользования.

Вода, как жизненно необходимый товар, в настоящее время, с одной стороны, не имеет всех черт полноценного товара, с другой – отличается только неэластичным характером потребления. Население Земли на рубеже XX-XXI вв., осознавая ограниченность природных ресурсов, приступило к вовлечению природно-ресурсных и экологических ценностей в нормальный рыночный оборот. Как следствие – у воды постепенно появляются признаки товара и компоненты, составляющие ее цену. В настоящее время идет поиск их объединения. Элементы ценообразования представляют собой инструменты для формирования полноценного рыночного обмена и регулирования рационального потребления и расходования воды.

Однако к настоящему времени рынок воды и отношения собственности не сформировались. Существуют два подхода к оценке воды: финансовый и экономический. Первый позволяет просто оценить воду по сложившемуся уровню рыночных цен. При экономической оценке учитывается комплексное воздействие товарного обращения воды на всю экономическую жизнь общества, включая потребности, не находящие денежного выражения. Именно она значима при определении ущерба от загрязнения и истощения водных ресурсов, при оценке технических решений, связанных с воздействием на гидросферу.

В теоретическом отношении обоснование полной экономической ценности воды – как жизненно необходимого товара с неэластичным спросом – имеет общенациональное значение.

Актуальность и безотлагательность проведения современных гидрогеологических и инженерно-геологических исследований продиктованы не только формированием водного рынка, но и тем, что вода во второй половине нынешнего столетия будет единственным веществом, первостепенно значимым в промышленном и социально-бытовом потреблении, и сырьем, которое должно стать основой для развития экономики страны.

По прогнозам объем потребления пресной воды населением Земли сравняется с ее доступными ресурсами в 2035-2045 гг. Этим определяется развитие рынков водоэффективных, водосберегающих и водоохраных технологий и обеспечение воспроизводимости и неиссякаемости водных ресурсов. Угроза глобального водного кризиса обуславливает спрос на водоемкую продукцию. Неизбежен рост цен при ее реализации. Диктовать цены будут водообеспеченные страны, располагающие квалифицированными кадрами и передовыми технологиями.

В настоящее время возможность развития производства водоемкой продукции в России практически не исследовалась, не изучалась роль водных ресурсов как структурно-образующего и стратегического факторов развития и управления российской экономикой.

Значимость гидрогеологии и инженерной геологии в формировании водного рынка продиктована и безотлагательным решением сложившихся в настоящее время основных проблем в использовании водного фонда:

углубление тенденций расточительного водопользования. Существующая удельная «водогрязеёмкость» российской экономики в период рыночных преобразований осталось на прежнем уровне по сравнению с развитыми странами;

неудовлетворительное качество водных объектов. Каждый второй россиянин вынужден пользоваться питьевой водой, не отвечающей санитарно-гигиеническим требованиям;

значительный рост материального ущерба от подтопления урбанизированных территорий подземными водами, водной эрозии, наводнений и других природно-техногенных явлений;

существенное снижение инвестирования водного хозяйства, которое определило износ основных водохозяйственных фондов.

Безопасность, надежность и управление использованием водных ресурсов обуславливает комплексный подход, учитывающий многие аспекты решения текущих и перспективных задач. Сюда входят: обоснованный выбор источника водоснабжения; учет химического состава исходной воды и технологических особенностей водоподготовки; неукоснительное следование стандартам и нормативам в вопросах питьевого водоснабжения; разграничение прав собственности; свободного рыночного обмена и свободного ценообразования на воду, как на товар; строгий учет и платность услуг по водопотреблению; бережное отношение к запасам водных ресурсов и к воде как природному продукту.

Необходима разработка концепции рационального водопользования на основе экономного, сбалансированного и оптимизированного использования водных ресурсов, применения прогрессивных природно-ресурсных и энергосберегающих технологий, не истощающих и не загрязняющих окружающую среду. При этом должен быть учтен весь комплекс экономических и правовых мер, базирующихся на системе финансовых, налоговых и кредитных рычагов, экономических нормативов, мер по формированию особого рынка разрешений (квот) на загрязнение, экологического страхования и других составляющих управления водопользованием, адекватных условиям перехода к рыночным отношениям.

ГЕОДИНАМИЧЕСКИЕ ОЦЕНКА И ПОСЛЕДСТВИЯ ДЕФОРМАЦИЙ ОСАДОЧНЫХ ПОРОД ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПОДЗЕМНЫХ ВОД.

И.И. Агишева, В.М. Денисов

Научный руководитель профессор В.К. Попов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В настоящее время проблема оседания земной поверхности в результате извлечения подземных вод в мире имеет наиболее актуальное значение в предупреждении и уменьшении вреда в отношении гражданских и промышленных сооружений. Нерациональное извлечение подземных вод приводит к негативным изменениям геологической среды. При понижении уровня грунтовых вод изменяется напряженное состояние горных пород, гидростатический напор в породах понижается, а эффективное давление увеличивается. Под весом вышележащих пород и нагрузки от сооружений горные породы уплотняются, в результате чего происходит оседание земной поверхности, и, как следствие, инженерного сооружения.

Целью исследования является оценка осадки земной поверхности в связи с откачкой подземных вод и углеводородов, а так же анализ возможных последствий деформаций осадочных пород.

Сложность поставленной задачи связана с наличием множества факторов, влияющих на оседание земной поверхности, таких как понижение уровня подземных вод; физико-механические свойства и состав грунтов; мощности слабых грунтов, нагрузки от зданий и сооружений, геотектонические движения и многие другие.

Вопросы оседания земной поверхности освещены в работах отечественных авторов В.И. Осипова, В.Т. Трофимова, А.Д. Потапова, Д.Г. Зилинга, Г.А. Голодковской, В.А. Королева, Р.Э. Дашко, В.Е. Ольховатенко, а также иностранных ученых К. Терцаги, J.F. Poland, N.H. Phuong, P.H. Giao, T.M. Thu, D.G. Fredlund, H. Bouwer, J. Li, R.E. Gibson, G.L. England, M.J.L. Hussey и многие другие.

В данной работе рассмотрели поставленную проблему на примере территории города Ханой, Лагерного сада города Томска и нефтяных месторождений Саматлор и Усть-Балык (Западная Сибирь).

Для Томска проблема оценки осадок грунтовых толщ возникла в результате строительства горизонтальной дренажной выработки, предназначенной для осушения грунтового массива в Лагерном саду. Отличительной особенностью данной территории является широкое развитие оползневых процессов. За 25 лет под влиянием оползневых процессов бровка склона переместилась на 75м в сторону парковой зоны. Наибольшее влияние на развитие оползней в Лагерном саду оказывают геологическое строение склона, наличие в разрезе слаболитификационных песчано-глинистых пород, обладающих низкими прочностными характеристиками и обводненных за счет подземных вод неоген-палеогенового водоносного горизонта. Строительство ДГВ привело к возникновению таких опасных процессов, как провалы грунтовых масс в штольнях, а длительное водопонижение – к развитию осадок грунтовых толщ в зоне формирующейся воронки депрессии [2].

На территории города Ханоя с середины 1980-х годов наблюдаются инженерно-геологические явления, основной причиной которых с высокой вероятностью можно считать процесс извлечения подземных вод, такие как понижение уровня подземных вод; загрязнение подземных вод; оседание земной поверхности, что является одним из опасных геологических процессов, сопровождающиеся осадками и разрушением зданий и сооружений.

На данной территории было проведено исследование Л.А. Строковой, и Х.Т. Фи по оценке оседания земной поверхности. Результаты мониторинга показывают, что на станциях водоснабжения уровни подземных

вод быстро снижаются. До 1980 годов глубина залегания подземных вод составляла 2–4 м, в некоторых местах – 8–10 м, в настоящее время уровни подземных вод залегают на глубинах 15–35 м (Хадинь, Тьонгмай) [4].

Результаты наблюдения за уровнями подземных вод в Ханое показывают значительное понижение с 1994 по 2004 гг. С 2004 г. по настоящее время уровни подземных вод стали более стабильными, хотя довольно глубокими (34,6 м ниже земной поверхности в Хадине). Их извлечение образовало депрессионную воронку с сечением вида эллипса с длинной осью параллельно реке Красной (от района Тьлием до района Тханьчи) и короткой осью перпендикулярно реке Красной (от района Хадонг до реки Красной).

Большинство мест, в которых уровни подземных вод интенсивно снижаются, расположено на территории крупных общественных водозаборных предприятий в городе, как Тханьсуан, Каузаи, Донгда.

Л.А. Строковой, и Х.Т. Фи так же был выполнен прогноз оседания поверхности в результате извлечения подземных вод на территории города Ханоя. Результаты прогноза показали, что в 2013 г. на большей площади центральной части города Ханой оседание поверхности составит самую большую величину, от 30 до 104 см. в этой зоне существует воронка снижения уровня подземных вод плейстоценового водоносного комплекса; и большая часть ее площади принадлежит типам грунтовых вод с мощностью слабых грунтов более 5 м. самая большая величина оседания наблюдается в центре депрессионной воронки, охватывающей территории вокруг станций водоснабжения Хадинь, Фапван, Тьонгмай, Бачкхоа. Там присутствуют слабые грунты с мощностью более 10 м. В зонах окраин и наружной части депрессионной воронки оседание поверхности имеет небольшую величину, от 0 до 30х см, хотя в разрезе некоторых микрорайонов существуют слои слабых грунтов с мощностью более 5 м. В зонах вдоль рек Красной и Дуонг оседание поверхности составит от 10 до 29 см [4].

В сравнении с 2013 г. к 2020 г. и к 2030 г. площадь зон оседания поверхности будет расширяться, но величина оседания поверхности будет увеличиваться незначительно, только от 1 до 15 см, в среднем 6 см. Скорость оседания значительно снизится. Величина оседания во многих разрезах будет достигать 60 – 80 % от общего оседания.

Еще одним примером территорий, на которых происходит деформация земной поверхности, могут служить районы нефтегазодобычи. Известны случаи аномальных деформаций земной поверхности на длительно разрабатываемых нефтяных и газовых месторождениях в США, Венесуэле, на Северном море и в других регионах, что связывается с извлечением жидкости из резервуара и снижением пластового давления. Инструментально зарегистрированы обширные просадки земной поверхности территорий разрабатываемых месторождений, которые достигают весьма значительных величин: нефтяное месторождение Willmington (США) – 8.8 м; нефтяное месторождение Lagunillas (Венесуэла) – 4.1 м; нефтяное месторождение Ekofisk (Норвегия) – 2.6 м; нефтяное месторождение Сураханы (Азербайджан) – 3м; Северо-Ставропольское газовое месторождение – 0.92 м и т.д. [1].

Условиями для возникновения деформаций являются: большая площадь разрабатываемого месторождения (порядка 100 км² и более); значительная мощность пласта (более 100 метров); небольшая глубина разрабатываемых интервалов геологического разреза (до 2000 метров); высокая пористость пород резервуара (порядка 25 - 30% и более); аномально высокое пластовое давление и его относительно быстрое снижение в процессе освоения; превалирование литостатических напряжений в пределах месторождения над тектоническими.

Известны многочисленные примеры последствий деформаций на нефтяных месторождениях. Так, на нефтяном месторождении Усть-Балык (Западная Сибирь) произошло смятие и слом обсадных колонн добывающих скважин, порывы промысловых трубопроводных систем. На нефтяном месторождении Саматлор (Западная Сибирь) оседание земной поверхности привело к аварийности скважин в зонах аномальной деформационной активности разломов [1].

Наиболее опасными формами последствий являются сильные деформации наземных сооружений, разрыв коммуникаций, слом обсадных колонн эксплуатационных скважин, порывы промысловых трубопроводных систем [1].

При рассмотрении состояния геологической среды в 2010 году на территории Сибирского Федерального Округа отмечается, что подземные воды, на значительной части территории СФО, сохранились в естественном состоянии, за исключением участков техногенного воздействия.

Наиболее значительные нарушения уровня режима подземных вод отмечаются в зонах влияния крупных водозаборов, водохранилищ, горнодобывающих предприятий.

В результате значительного водоотбора подземных вод на крупных водозаборах сформировались обширные депрессионные воронки, понижения уровней в наиболее нагруженных частях которых достигают 48-58 м: Барнаульская (гг. Барнаул и Новоалтайск), Славгородская (гг. Славгород и Яровое) Томская (гг. Томск и Северск).

При интенсивном водосборе и несоблюдении режима эксплуатации на отдельных водозаборах отмечаются снижения уровней продуктивных горизонтов ниже допустимых величин и уменьшение производительности скважин (Уропский и Пугачевский водозаборы в Кемеровской области, Тайшетский в Иркутской области). На Улалинском водозаборе в Республике Алтай и на Угданском в Забайкальском крае снижение уровней подземных вод продуктивных горизонтов ниже допустимых привело к подтягиванию некондиционных вод из нижележащих горизонтов [5].

В соответствии с теорией консолидации грунтов, которая изучает закономерности уплотнения многокомпонентных сред, факторами определяющими условия оседания земной поверхности при интенсивной эксплуатации подземных вод, являются: 1) увеличение объемного веса скелета осушенных водоносных пород в

следствии освобождения от взвешивающегося действия подземных вод; 2) уменьшение давления водоносного горизонта в поровой воде и перераспределение пластового давления [3].

В процессе эксплуатации подземных вод на участках водозаборных сооружений рекомендуется проведение следующих видов инженерно-геологических работ: рекогносцировочные обследования водозаборного участка с целью изучения геодинамических процессов на площади прилегающих к водозабору, проведение сбора и обобщение материалов климатической характеристики района, организация и проведение инженерно-геологических наблюдений [3].

На разрабатываемых месторождениях твердых полезных ископаемых сохраняется сложная гидродинамическая и гидрохимическая обстановка, обусловленная развитием депрессионных воронок и понижением уровня подземных вод при водоотливе. Наиболее крупные по площади депрессионные воронки сохраняются в Кузнецком и Канско-Ачинском угольных бассейнах. Максимальные понижения уровня в центральных частях депрессий достигают 250-300 м. В связи с ликвидацией и затоплением отработанных шахт происходит восстановление уровней в пределах шахтных полей, часто приводящее к подтоплению освоенных и застроенных территорий и загрязнению подземных вод продуктивных водоносных горизонтов [5].

В целях обеспечения промышленной безопасности и охраны недр необходимо создание и функционирование геодинамических полигонов, которые осуществляются и предписываются следующими нормативными документами Ростехнадзора:

РД 07-309-99 («Положение о порядке выдачи разрешений на застройку площадей залегания полезных ископаемых» пп. 42, 43, 48);

РД 07-408-01 («Положение о геологическом и маркшейдерском обеспечении промышленной безопасности и охраны недр», п. 16);

РД 07-603-03 («Инструкции по производству маркшейдерских работ», п.п. 262 – 267).

В настоящее время мы исследуем деформацию земной поверхности на воронке депрессии Обь-Томского междуречья, сформированной в результате эксплуатации подземных вод Томским водозабором.

Литература

1. Кузьмин Ю.О. Обоснование необходимости создания геодинамических полигонов
2. Ольховатенко В.Е. Геоэкологическая оценка и прогноз осадок грунтовых толщ при длительном водопонижении на оползнеопасной территории Лагерного сада г. Томска. – Томск, 2013
3. Плотников Н.И. Эксплуатационная разведка подземных вод. – М., «Недра», 1973. – 296 с.
4. Фи Х.Т., Строкова Л.А., Прогноз оседания земной поверхности в результате извлечения подземных вод в городе Ханой (Вьетнам), 2013
5. Состояние геологической среды (недр) территории Сибирского Федерального Округа в 2010 году, информационный бюллетень, выпуск 7, ОАО «Томскгеомониторинг». – Томск: ООО «СтандАрт», 2011. – 144 с.

ОЦЕНКА ЗАЩИЩЕННОСТИ ОСНОВНЫХ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ГОРИЗОНТОВ ОТ ПОВЕРХНОСТНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ЮЖНОЙ ЧАСТИ ПРИМОРСКОГО КРАЯ

А.С. Белова

Научный руководитель доцент Л.А. Васютин

Забайкальский государственный университет, г. Чита, Россия

Площадь исследований расположена в южной части Приморского края. В административном отношении в площадь работ частично или полностью входят Шкотовский район, Находкинский, Партизанский городские округа и закрытые административные территориальные образования Фокино и Большой Камень (рисунок). Оценка условий защищенности основных эксплуатационных водоносных горизонтов проведена согласно методике, разработанной Гольдбергом В.М [1]. Работа выполняется в рамках государственного контракта по объекту «Гидрогеологическое доизучение масштаба 1:200 000 листов К-52-ХI, ХII, ХVII, ХVIII, К-53-ХII».

Наиболее перспективным для организации централизованного водоснабжения объектов является водоносный горизонт четвертичных аллювиальных отложений. Водовмещающие породы представлены валунно-гравийно-галечным материалом с песчаным заполнителем, песками разной крупности. Подземные воды здесь имеют безнапорный характер и являются незащищенными от поверхностного загрязнения (категория защищенности).

Большую часть изучаемой территории занимает водоносный комплекс мезозойских осадочных пород (Петровская мезозойская впадина), объединяющий терригенные отложения триаса, юры и мела. Практически повсеместно впадина перекрыта делювиально-солифлюкционными образованиями (суглинками и супесями) мощностью до 10...13 м. Статический уровень устанавливается до глубины 20 м. По сумме баллов условия защищенности соответствуют I-II категориям – подземные воды незащищенные.

Протерозойско-мезозойская водоносная зона интрузивных пород представлена сильно выветрелыми, трещиноватыми породами, в верхней части легко разрушающейся до состояния дресвы и щебня. На большей площади развития интрузивные образования залегают первыми от поверхности, в долинах рек они перекрыты аллювиальными отложениями, а по бортам долины и на плоских водоразделах нередко перекрыты

элювиальными и коллювиальными образованиями мощностью до 5 м. Подземные воды здесь незащищены от поверхностного загрязнения.

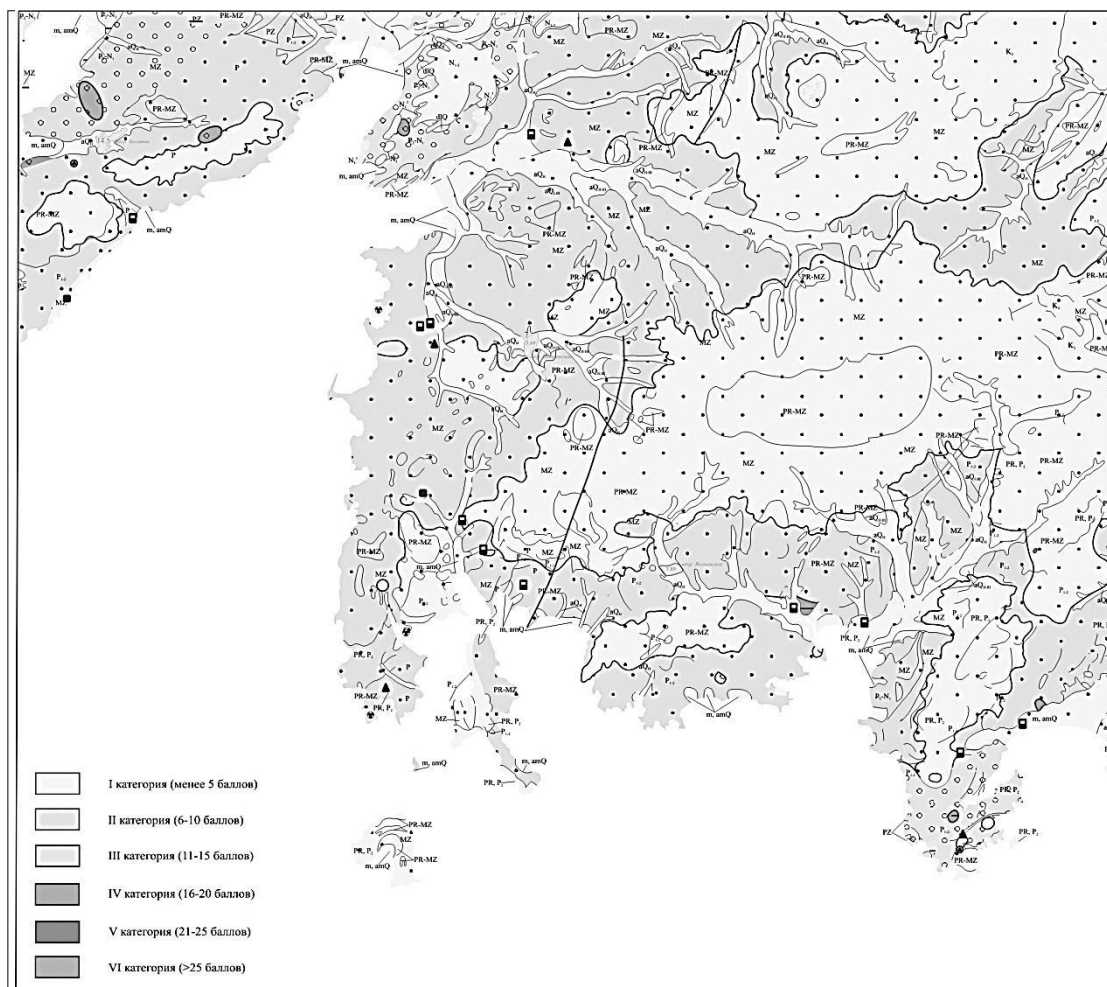


Рис. Карта защищенности подземных вод от загрязнения (Белова, 2013)

Эоцен-миоценовый комплекс туфогенно-осадочных пород распространен в Шкотовском бассейне субнапорных вод. Депрессия сложена песчаниками, алевролитами, пластами угля, гравелитами, конгломератами, и ограничена областью разгрузки - морем. Уровни подземных вод залегают на глубине 30...40 м. Сумма баллов соответствует IV-V категориям защищенности (относительно защищенные).

Таким образом, учитывая критерии защищенности, подземные воды на большей части территории относятся к незащищенным или слабозащищенным от поверхностного загрязнения.

На карте защищенности основных водоносных горизонтов также показаны техногенные объекты, являющиеся потенциальными источниками загрязнения подземных вод. Изучаемая территория относится к интенсивно развивающейся. Здесь расположены незамерзающий порт Находка, судоремонтные и судостроительные заводы, сосредоточены многочисленные производства.

На оцениваемой площади развита транспортная инфраструктура, проходит трасса нефтепровода. Все это оказывает влияние на состояние геологической среды и подземные воды в частности [2]. Помимо полигонов твердых бытовых отходов в бухте Горностай, угрозу представляют стихийные свалки, не подвергающиеся переработке. Основными источниками загрязнения заливов являются сброс сточных вод, несанкционированный сброс нефтепродуктов и стоков кораблей. Большое влияние на качество подземных вод могут оказывать предприятия по переработке ядерного топлива и радиационные аварии [3].

Литература

1. Гольдберг В.М., Газда С. Гидрогеологические основы охраны подземных вод от загрязнения. – М.: Недра, 1984. – 262 с.
2. Ковалевский В.С. Влияние изменений гидрогеологических условий на окружающую среду. – М.: Наука, 1994. – 138 с.
3. Сойфер В.Н., Горячев С.М., Вакуловский С.М., Катрич И.Ю. Третьевые исследования природных вод в России. – М.: ГЕОС, 2008. – 286 с.

**ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ДЕФОРМАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ НА СКЛОНАХ
ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ЛИНЕЙНЫХ СООРУЖЕНИЙ
В УСЛОВИЯХ КРИОЛИТОЗОНЫ****Е.А. Бурдина, Н.С. Михайлова**Научный руководитель профессор В.А. Бабелло
Забайкальский государственный университет, г. Чита, Россия

Основной особенностью строительства и эксплуатации линейных сооружений на многолетнемерзлых грунтах является то, что они работают в сложной, постоянно меняющейся, слабо изученной и потенциально опасной среде. Наиболее трудно прогнозируемыми и аварийными в этой ситуации являются деформационные процессы на склонах по причине своей внезапности и значительных величин деформаций [1], [2].

В качестве примера данных ситуаций в статье рассмотрен участок подъездной автодороги к поселку Песчанка Забайкальского края.

Дорога расположена на склоне, имеющем, относительно оси дороги, верховую и низовую части на рассматриваемом отрезке реконструкции дороги. Верхняя (талая) часть инженерно-геологического разреза сложена грунтами, состоящими в подавляющей массе из суглинков, консистенция которых изменяется по глубине хаотично от твердой до мягко-пластичной. По прослойкам песка, супеси и дресвы отмечалось высачивание воды. Всеми скважинами, пробуренными на участке, были обнаружены многолетнемерзлые грунты, верхняя граница которых подсечена на глубинах от 2,90 до 10,90 м. Первые сведения о деформациях верховой части склона в виде трещин, локальных разрывов земной поверхности относятся к 1998 г. К сожалению, с тех пор и до 2008 г. регулярных наблюдений и детальных инженерно-геологических исследований на рассматриваемом участке не проводилось.

Результаты дальнейших исследований, выполненных сотрудниками одной из научно-производственных организаций, позволили им выдвинуть гипотезу о том, что участок расположен в области развития «древнего оползня», где происходит смещение «оползневой массы» по границе многолетнемерзлых пород и автодорога располагается на «солифлюкционно-оползневой ступени». Мощность сплошного оползневого тела при этом должна была составлять от 10 до 20 м с верховой стороны и до 15 м с низовой. Эти данные и легли в основу проекта укрепления рассматриваемого склона. При реализации начальной стадии проекта в 2013 г. ситуация на рассматриваемой участке изменилась.

В конце октября 2013 г. при разработке котлована на глубину 3,5-4,0 м с целью замены грунта в основании земполотна произошла резкая активизация процесса оседания участков поверхности верховой части склона с образованием ступеней высотой до 0,35 м. Были зафиксированы продольные трещины в средней части и в основании верховой части склона, длиной до 25-35 м, шириной от 0,10 до 0,50 м, на глубину от 2,5 м до кровли многолетнемерзлых грунтов. В процессе разработки котлована был отмечен выход подземных вод типа «верховодка», приуроченных к маломощному водоносному горизонту по кровле многолетнемерзлых грунтов.

Для выявления причин и механизма деформаций в верховой части склона в начале ноября 2013 г. на рассматриваемом участке были проведены геофизические исследования методом электротомографии. Исследования были выполнены сотрудниками Института нефтегазовой геологии и геофизики СО РАН (г. Новосибирск).

Согласно выводам отчета, основной причиной возникновения трещин отрыва и расслоения склона на отдельные блоки является просадка грунта в локальные чаши протаивания по кровле многолетнемерзлых грунтов. Об этом же свидетельствуют данные геодезических наблюдений, выполненные двумя независимыми организациями.

Следует отметить, что деформации верховой части склона в пределах участка, ограниченного трещинами были зафиксированы только в начальный период наблюдений (первая и вторая декада ноября).

В низовой части склона (ниже земляного полотна дороги) каких-либо деформаций его поверхности не отмечено. Это позволяет судить об устойчивом состоянии низовой части склона в момент развития деформаций его верховой части. Данные наблюдений за состоянием вертикальной стенки котлована, примыкающей к верховой части склона, также позволяют судить об отсутствии горизонтальных смещений грунтового массива в момент развития вертикальных деформаций в 2013 г.

В результате анализа полученных данных была принята к рассмотрению обоснованная модель развития деформационного процесса упомянутого склона, что, в свою очередь, позволило провести расчеты устойчивости склона и разработать техническое решение по его стабилизации.

Было проведено геотехническое моделирование различных ситуаций с верховой частью склона, например ее уполаживание, путем перепланировки поверхности.

Идея перепланировки поверхности верховой части склона (I решение) обоснована следующими соображениями:

1. Известно, что при возрастании угла наклона предполагаемой поверхности скольжения λ_1 (в данном случае по кровле многолетнемерзлых грунтов) основную роль в процессе вертикальных деформаций начинают играть силы гравитации, в меньшей степени, зависящие от характеристик прочности грунтов [3]. Таким образом, частичное снижение величины λ_1 хотя бы в самой верхней части рассматриваемого участка склона, будет играть положительную роль;

2. Из рассмотрения формы и размеров предполагаемого деформирующегося массива грунта до и после перепланировки поверхности верховой части склона становится очевидным снижение предполагаемого оползневого давления грунта;

3. Перемещение и укладка «срезанных» грунтовых масс в продольном направлении относительно оси дороги, с последующим уплотнением, позволит закрыть доступ поверхностным водам к многолетнемерзлым грунтам по трещинам, вновь образованным в 2013 г. и стабилизировать во времени положение кровли многолетней мерзлоты. Возможен даже процесс аградации.

Расчеты устойчивости верховой части склона на участке ПК 45+32 были выполнены с использованием программного комплекса SLOPE/W, там где был зафиксирован максимальный угол наклона предполагаемой поверхности скольжения по кровле многолетнемерзлых грунтов и где были в ноябре 2013 г. отмечены максимальные вертикальные деформации отдельных его участков.

В расчетах I серии принималось естественное состояние склона с характеристиками грунта, взятыми из отчета по инженерно-геологическим изысканиям и существующим положением кровли многолетнемерзлых грунтов, во II серии поверхность склона в I-ом приближении принималась после срезки его самой верхней части в пределах рассматриваемого участка и соответствующей поверхности многолетнемерзлых грунтов после их частичного оттаивания. Целью проведенных расчетов было получение доказательства положительного эффекта перепланировки поверхности верховой части склона путем сравнения полученных коэффициентов запаса устойчивости склона до и после реализации рассматриваемого мероприятия.

Конечным результатом проведенного моделирования устойчивости склона явилось обоснование минимально возможных характеристик прочности грунта по двум предполагаемым поверхностям скольжения с коэффициентом запаса устойчивости склона K_s равным 1.

Сущность второго решения заключается в том, что, предлагаемая конструкция из свайных рядов [4] и георешеток предотвращает возможные локальные проявления оползневого процесса в низовой части, в т.ч. когда поверхность скольжения может проходить выше оголовка свай (об этом свидетельствуют результаты замеров и наблюдений за деформациями верховой части склона в октябре – ноябре 2013 г.).

Основным элементом конструкции является вертикальная георешетка, жестко связанная накладками из георешетки с помощью, например, хомутов с двумя горизонтальными слоями георешетки E'GRID 3030. Такое решение обеспечивает:

- объединение отдельных оголовков свай в единый ростверк путем заделки нижней части вертикальной решетки в оголовки свай при бетонировании, а верхней части – соединением с горизонтальными слоями георешеток;

- повышение устойчивости на сдвиг горизонтально расположенных слоев георешеток E'GRID 3030 при различных положениях локальной гипотетической поверхности скольжения;

- полное исключение возможности так называемого «протекания» грунта в межсвайном пространстве, особенно при большом шаге свай в ряду;

- передача части горизонтального усилия, возникающего в георешетках на оголовки свай;

Устойчивость вертикальной георешетки на срезающе-растягивающие усилия обеспечивается ее податливой связью с двумя горизонтальными георешетками, находящимися в слое щебня и малым расстоянием между ними. В настоящее время разрабатывается рабочая документация по первому и второму решениям по стабилизации склона.

Литература

1. Гинзбург Л.К. Противооползневые удерживающие конструкции. – М.: Стройиздат, 1979. – 80 с.
2. Абуханов А.З. Механика грунтов: учебное пособие / А.З. Абуханов. – Ростов н/Д: Феникс, 2006. – 352 с. Рекомендации по количественной оценке устойчивости оползневых склонов / ПНИИС. – М.: Стройиздат, 1984. – 80 с.
3. Руководство по проектированию и устройству заглубленных инженерных сооружений / НИИСК Госстроя СССР. – М.: Стройиздат, 1986. – 120 с.

КЛИМАТИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ РАЗВИТИЯ КАРСТА В РЕСПУБЛИКЕ БАШКОРТОСТАН

Д.Р. Гафуров

Научный руководитель доцент М.Ю. Аржавитина
Башкирский государственный университет, г.Уфа, Россия

Значительная часть территории Республики Башкортостан, относящаяся, согласно геологического районирования, к восточной окраине Восточно-Европейской платформы и Предуральскому краевому прогибу по инженерно-геологическим особенностям относится к карстовым районам. Здесь на значительных площадях на глубинах порядка 80 – 100 м залегают растворимые горные породы - гипсы, известняки. На поверхности карстовые проявления представлены каррами, понорами, воронками, а внутри массивов полостями, каналами, пещерами, вклюдзами, разуплотненными грунтами.

Климат является важнейшим фактором формирования и развития карстовых процессов. На территории Республики Башкортостан климат определяется характером взаимодействия радиационных и атмосферно-циркуляционных процессов с поверхностью Земли. Как уже известно, количество влаги зависит от соотношения осадков и испарения, которое формирует поверхностный и подземный сток. На величину стока значительное

влияние оказывают осадки, состав пород, слагающих поверхность, растительный покров, а на его распределение характер рельефа. В развитии карста определяющее значение играет количество осадков, формирующих подземный сток, и их растворяющая способность. По данным В.А. Балкова [2] количество осадков, которые формируют подземный сток по территории Республики Башкортостана, изменяется от 15–27 мм до 120–170 мм (21–53% суммы осадков) на Чермасанско-Ашкадарской степной равнине и в Инзерско-Симском горном районе соответственно. Средний сток по Республике составляет 56 мм (8,0 км³). Характеристика химического состава атмосферных осадков приводится на основе данных Уральского управления гидрометеослужбы [5], а также материалов авторов, полученных по разным регионам Башкортостана [1], [4]. Средняя минерализация атмосферных осадков по формуле Курлова по Республике 20–32 мг/л. К примеру, в столице Башкортостана, в г. Уфе, в пределах территории, подверженной техногенезу, минерализация осадков изменяется от 8 (в южной части) до 62 мг/л (в северной промышленной зоне). Химический состав атмосферных осадков отличается большим разнообразием. В анионном составе преобладают сульфатные ионы — 30,5–59,6 %-эквивалент. Среди катионов обычно доминируют кальций — 37–63,3 %-экв (1,0–12,4 мг/л). Содержание натрия меняется в пределах от 0,6 до 3,6 мг/л (9,6–29,6 %-эквивалент). Концентрация магния варьирует 0,6–1,8 мг/л (16–36,3 %-эквивалент), калия 0,4–2,3 мг/л (2,9–10,7 %-эквивалент). Таким образом, состав атмосферных осадков является сульфатно-гидрокарбонатный, гидрокарбонатно-сульфатный, хлоридно-гидрокарбонатно-сульфатный кальциевый, магниевый-кальциевый, магниевый-натриево-кальциевый. Величина pH в течение года изменяется от 3,50 до 7,48 [5]. Усилившиеся в последнее время антропогенные воздействия привели к сдвигу крайних значений pH как влево (до 2,0), так и вправо (до 9,0).

Атмосферные осадки обладают значительным дефицитом насыщения. По отношению к гипсу дефицит составляет свыше 2,0 г/л, а к известняку близок к нулю; растворимость CaCO₃ в дистиллированной воде при температуре 16°C составляет 0,013 г/л. Но в воде, содержащей CO₂, растворимость CaCO₃ увеличивается до 0,06, а CaCO₃+MgCO₃ — до 0,126 мг/л. Кислые атмосферные осадки, агрессивность которых еще больше усиливается при их взаимодействии с кронами деревьев и инфильтрации через лесную подстилку и почву, становятся сильно агрессивными к карбонатным породам.

Литература

1. Абдрахманов Р.Ф. Техногенез в подземной гидросфере Предуралья. – УНЦ РАН. Уфа, 1993. – 208 с.
2. Балков В.А. Водные ресурсы Башкирии (условия формирования и хозяйственная оценка). – Уфа: Башкиргоиздат, 1978. – 174 с.
3. Волков С.Н. Гидрогеохимическая классификация антропогенного воздействия по редокс/pH/состоянию атмосферных осадков // Геохимия, 1995. – № 5. – С. 621 – 628.
4. Попов В.Г. Формирование подземных вод Северо-Западной Башкирии. – М.: Наука, 1976. – 159 с.
5. Черняева Л.Е., Черняев А. М., Могиленских А.К. Химический состав атмосферных осадков (Урал и Приуралья). – Л.: Гидрометеоиздат, 1978. – 179 с.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ИЗМЕНЕНИЯ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ТЕРРИТОРИЙ, ПРИЛЕГАЮЩИХ К ШАХТНЫМ ОТВАЛАМ ЗАПАДНОГО ДОНБАССА

А.И. Гежий, С.К. Колопац

Научный руководитель профессор Г.П. Евграшкина

Днепропетровский национальный университет им. О. Гончара, г.Днепропетровск, Украина

К экологическим проблемам горнодобывающих регионов относится рациональное использование и охрана водных и земельных ресурсов. Добыча угля в Западном Донбассе производится без заботы. Засоленные шахтные породы отсыпают на поверхность земли, что приводит к загрязнению водоносных горизонтов и сокращению земельных ресурсов. Без рекультивации отвальные породы непригодны для земледелия.

Математические модели вертикального солепереноса на шахтных отвалах построены на основе теории физико-химической гидродинамики пористых сред, согласно которой этот процесс описывается уравнениями движения и сохранения массы вещества, в данном случае вида:

$$D \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} - V \frac{\partial C}{\partial x} = m \frac{\partial C}{\partial t}, \quad (1)$$

где D - коэффициент гидродисперсии, м²/сут;

V - скорость вертикального влагосолепереноса, м/сут;

m - объемная влажность, доли единицы;

C - минерализация порового раствора или засоленность, г/дм³, %.

Адекватность модели природным условиям была доказана ранее [2]. В данной работе выполнена оценка загрязнения подземных вод на примере обводненного отвала ш. Благодатная. Прогнозный расчет выполнен с использованием фундаментального решения Данквертса-Бреннера, которое приведено в работе [1].

Скорость фильтрации V по токовой линии определяется по формуле Дарси:

$$V = \frac{H_1 - H_2}{L} \cdot k, \quad (2)$$

где H₁ - абсолютная отметка поверхности воды в скважине, которая находится возле отвала, м;

H_2 – абсолютная отметка поверхности воды в речке, м;
 L – расстояние между отвалом и речкой по токовой линии, м;
 k – коэффициент фильтрации, м/сут.

Для определения коэффициента гидродисперсии D применено аналитическое решение уравнения (1) относительно параметра D [1].

$$D = \frac{v \cdot h}{2 \ln \frac{C_{\text{срв}}}{C_p}} \quad (3)$$

где C_p – минерализация воды в реке, г/дм³;

$C_{\text{срв}}$ – минерализация воды в скважине, которая находится возле отвала, г/дм³.

Уравнение (1) для предложенной задачи имеет следующее аналитическое решение [1]:

$$\bar{C} = 0,5 [\operatorname{erfc} z_2 + e^{z_1^2 - z_2^2} (\operatorname{erfc} z_1 - 4a \cdot \operatorname{ierfc} z_1)], \quad (4)$$

$$C = \bar{C} (C_p - C_{\text{срв}}) + C_{\text{срв}}, \quad (5)$$

$$z_1 = a (1 + \bar{X}), \quad (6)$$

$$z_2 = a (1 - \bar{X}), \quad (7)$$

$$\bar{X} = \frac{x}{x_0}, \quad (8)$$

$$X_0 = \frac{vt}{m}, \quad (9)$$

$$a = \frac{\frac{v}{m} \sqrt{t}}{2 \sqrt{\frac{D}{m}}}, \quad (10)$$

где \bar{C} – приведенная минерализация подземных вод, безразмерная величина;

C – прогнозная минерализация подземных вод, г/дм³;

a – промежуточный комплексный расчетный параметр;

x_0 – мощность зоны максимального промачивания, м;

\bar{X} – приведенная координата, безразмерная величина;

$\operatorname{erfc} z_1$, $\operatorname{ierfc} z_1$, $\operatorname{erfc} z_2$ – табулированные функции.

Результаты прогнозного расчета представлены в таблице

Таблица

Результаты прогнозного расчета минерализации подземных вод на отвале ш. Благодатная на 2033 г.

x	\bar{x}	Z_1	Z_2	$Z_1^2 - Z_2^2$	$e^{Z_1^2 - Z_2^2}$	$\operatorname{erfc} z_1$	$\operatorname{erfc} z_2$	$\operatorname{ierfc} z_1$	\bar{C}	C
0	0,000	1,078	1,078	0,000	1,000	0,127	0,127	0,050	0.214	3.642
200	0,014	1,093	1,063	0,065	1,068	0,122	0,133	0,048	0.219	3.651
400	0,028	1,109	1,048	0,131	1,140	0,117	0,138	0,037	0.239	3.683
600	0,042	1,124	1,033	0,196	1,217	0,112	0,144	0,036	0.244	3.690
800	0,056	1,139	1,018	0,261	1,299	0,107	0,150	0,035	0.248	3.697
1000	0,070	1,154	1,003	0,327	1,386	0,103	0,156	0,033	0.254	3.707
1200	0,084	1,169	0,987	0,392	1,480	0,098	0,163	0,032	0.260	3.715
1400	0,098	1,184	0,972	0,457	1,580	0,094	0,169	0,030	0.266	3.726
1500	0,105	1,192	0,965	0,490	1,632	0,092	0,172	0,028	0.272	3.734

По результатам расчетов построен график изменения прогнозной минерализации по выбранному направлению отвал – р. Самара на 2033 г. (рис.)

Выводы:

1. в 2033 году в р. Самара будут разгружаться подземные воды с минерализацией 3,74 г/дм³. Началом загрязнения для Западного Донбасса считается минерализация 3 г/дм³.
2. загрязнение будет двигаться по склону от отвала к р. Самара, которая находится на расстоянии 1500 м.

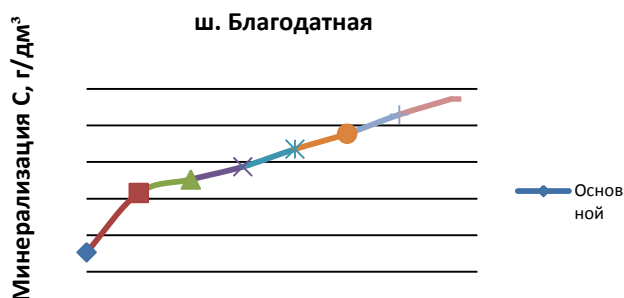


Рис. График прогнозной минерализации на 2033 г.

Литература

1. Аверьянов С.Ф. Борьба с засолением орошаемых земель. – М.: Колос, 1978 – 288 с.
2. Евграфкина Г.П., Гежий А.И. Оценка адекватности математической модели вертикального солепереноса на нерекультивированном шахтном отвале. – Днепропетровск: Монолит, 2011 – 200 с.

РЕЗУЛЬТАТЫ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ СТРУКТУРНОЙ СКВАЖИНЫ № СН-15 НА ЧАЛТОКСКОМ УЧАСТКЕ РАБОТ ПО ПОИСКУ УГОЛЬНОГО МЕТАНА (КУЗБАСС)

А.Г. Гридасов

Научный руководитель доцент К.И. Кузеванов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г.Томск, Россия

Для определения гидрогеологических характеристик Чалтокского участка и оценки его перспективности в контексте добычи метана из угольных пластов, была осуществлена проходка скважины №СН-15 и выполнено гидродинамическое опробование. Чалтокский участок находится в центральной части Ерунаковского промышленного района и примыкает к западной границе Нарыкско-Осташкинской площади, где с 2010 г. ведётся опытно-промышленная добыча угольного метана. Скважина №СН-15 расположена на возвышенности, в 4 км к востоку протекает река Черновой Нарык, а в 20 км – река Томь. Буровые работы осуществлялись осенью 2013 г., гидродинамическое опробование проводилось по мере вскрытия заданных интервалов. В ходе отдельных опытов, скважиной опробованы интервалы глубин 50–200 м и 200–500 м. Надёжная изоляция интервалов опробования обеспечена обсадкой ствола скважины с цементацией затрубного пространства. Выполненные гидродинамические исследования включают откачку с наблюдением за изменениями уровня воды и дебита насоса, а также последующие наблюдения за восстановлением уровня в скважине после остановки откачки. Впоследствии проведена интерпретация наблюдений и определены основные гидродинамические параметры опробованных толщ. В данной статье приводятся только результаты, полученные на основании данных восстановления, чтобы сопоставлять единые показатели.

Интерпретация данных процесса восстановления выполнена по методу Хорнера, основанном на анализе относительно прямолинейных участков графика изменения уровня воды в полулогарифмическом масштабе сложного времени. Метод является стандартным и описан в специальной литературе [1]. Анализ каждого из этапов опробования начинается с построения графика изменения уровня воды в логарифмическом масштабе времени и выявления трендов относительно прямолинейных участков данного графика (рис. 1, 2).

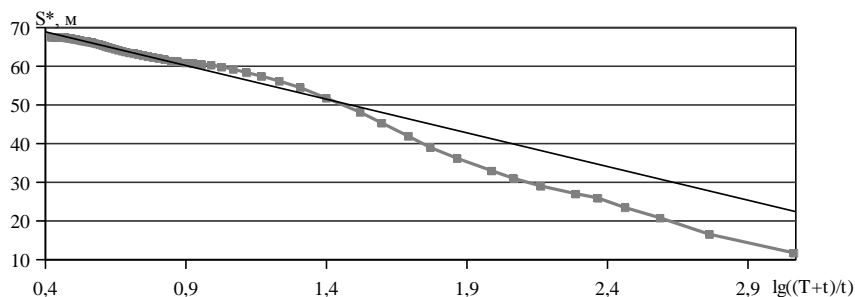


Рис.1. Индикаторная кривая восстановления уровня для первого интервала опробований

На горизонтальной оси графика – логарифм комплексного времени, где T – время от начала откачки до остановки насоса, а t – время от остановки насоса до момента наблюдения. Время измеряется в минутах. На вертикальной оси графика — величина восстановления S^* , найденная как разность уровня воды перед остановкой откачки (динамический уровень) и наблюдаемого уровня в конкретный момент времени (восстановившийся уровень).

Угол наклона линии тренда позволяет определить водопроводимость T пласта по формуле:

$$T = \frac{0,183 Q}{C}, \text{ где:}$$

Q — дебит откачки, C — скалярное выражение (тангенс) угла наклона линии тренда.

Найденные по указанной методике значения водопроводимости приведены в таблице.

Углы линий тренда первого и второго графиков восстановления заметно отличаются, притом, что итоговые величины водопроводимости обоих интервалов имеют близкие значения. Причиной этого являются как значительное различие дебитов откачки, обусловившее разный характер восстановления при схожих параметрах опробуемых толщ, так и неодинаковый масштаб времени на графиках. На графике для второго интервала (рис. 2), в средней части индикаторной кривой, видны колебания уровня, нетипичные для данного процесса. Однако помехи лежат вне прямолинейного участка и не оказывают влияния на результаты интерпретации.

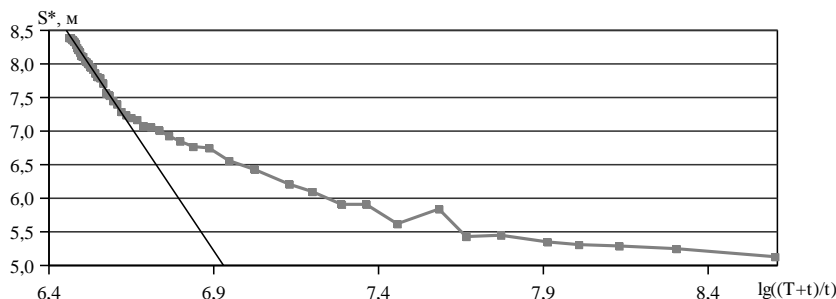


Рис.2. Индикаторная кривая восстановления уровня для второго интервала опробований

Опробованный разрез сложен чередующимися слоями песчаников, алевролитов и углей. При этом водопроводимость пород не одинакова [2]. Определение эффективной мощности проницаемых пород проведено исходя из того, что угли и песчаники являются водопроницаемыми, а алевролиты — водоупорными породами. Нерасчленённые интервалы переслаивания песчаников и алевролитов рассматриваются как относительно проницаемые и к эффективной отнесены 30% их мощности. В результате данных обобщений эффективная мощность для первого интервала опробований составила 35,8м при полной мощности 150м, а для второго интервала — 50,9м при полной — 300м. Величины эффективной мощности ($m_{эф}$) использованы для определения коэффициента фильтрации по формуле [3]:

$$k_{\phi} = \frac{T}{m_{эф}}$$

Удельный дебит определяет расход скважины во время откачки при понижении уровня воды на 1м и найден по формуле [3]:

$$q = \frac{Q}{S_{ст} - S_{дин}}, \text{ где}$$

$S_{ст}$ — статический и $S_{дин}$ — динамический уровни.

Значения статических уровней подземных вод определены по завершении процессов восстановления.

Таблица

Гидродинамические показатели разреза скважины №СН-15

Интервал опробования, м	Мощность проницаемых пород тэф, м	Статический уровень $S_{ст}$, м	Дебит Q , л/с	Удельный дебит q , (л/с)/м	Водопродовидимость T , м ² /сут	Коэффициент фильтрации k_{ϕ} , м/сут
50-200	35,8	32,42	1,82	0,03	1,7	0,05
200-500	50,9	82,86	0,34	0,04	1,5	0,03

В результате проходки и опробования структурной скважины №СН15, выявлена вертикальная гидродинамическая зональность и определены основные фильтрационные параметры (Таблица) двух угленосных водовмещающих толщ в геологическом разрезе Чалтокского участка до глубины 500 м. Уровень вод верхней толщи на 50,44 м выше, чем уровень нижней толщи — это свидетельствует о высокой степени изоляции рассматриваемых толщ и даёт основания для выделения в пределах участка как минимум двух водоносных комплексов. В то же время, из-за значительной мощности интервалов опробования и включения в них ряда изолированных пластов, провести детальную стратификацию разреза до водоносных горизонтов нет возможности.

Полученные гидродинамические показатели согласуются с данными сопредельных территорий. Так, исследования скважины №16320, расположенной в 15км от Чалтокского участка, на глубине до 500м выявили близкие значения коэффициента фильтрации (0,017-0,023 м/сут) [4]. В целом, полученные показатели являются характерными для гидродинамических условий Ерунаковского района и вносят вклад в картину его

гидрогеологической изученности. Данные по скважине №СН15 будут использованы для гидродинамической модели освоения угольного метана в глубоких горизонтах.

Литература

1. Плотников Н.И. Поиски и разведка пресных подземных вод для целей крупного водоснабжения. – М.: Изд-во Московского ун-та, 1968. – 273 с.
2. Рогов Г.М., Попов В.Г. Гидрогеология и катагенез пород Кузбасса. – Томск: Изд-во Томского ун-та, 1985. – 191 с.
3. Справочное руководство гидрогеолога Т.1 / под ред. Максимова В.М. – Л.: Недра, 1979. – 266 с.
4. Шварцев С.Л., Хрюкин В.Т., Домрочева Е.В., Кузеванов К.И., Рассказов Н.М., Попова Т.С., Лепокурова О.Е., Швачко Е.В. Гидрогеология Ерунаковского района Кузбасса в связи с проблемой образования ресурсов и добычи угольного метана // Геология и геофизика. – Новосибирск, 2006. – с. 881 – 891.

ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССА КАРСТООБРАЗОВАНИЯ В КАРБОНАТНЫХ ПОРОДАХ НА ОСНОВЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Ю.В. Гусев

Научные руководители профессор А.Б. Лисенков, профессор Н.Н. Акинфиев
*Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе,
г. Москва, Россия*

Карбонатные породы одного состава в разных условиях растворяются с разной интенсивностью. Это явление порождает негативные физико-геологические процессы (карстообразование, часто сопровождающееся суффозией). Для изучения особенностей растворения карбонатных пород в разных условиях была создана термодинамическая модель взаимодействия в системе вода–порода. Полученные в результате моделирования равновесные составы водного раствора и породы позволяют прогнозировать процессы карстообразования при изменении внешних условий.

Для решения проблемы предсказания неблагоприятного воздействия карста предлагается применить метод термодинамического физико-химического моделирования. В качестве объекта исследования рассмотрена территория строящегося Ковровского сталепрокатного завода, расположенного в 9 км к юго–востоку от г. Ковров (Ковровский район Владимирской области).

Поверхностные проявления карста на территории Владимирской области по уточненным данным известны на площади 16,1 тыс. км², что составляет 55% территории области. По неполным данным с 1930 г. в области зафиксировано 58 случаев образования карстовых воронок и провалов [1].

Предметом рассмотрения являются массивы карбонатных пород гжельского яруса верхнего карбона на глубинах 10–20 и 50–60 м, которые чаще всего, являются основанием для инженерных сооружений, или средой для размещения подземных коммуникаций в рассматриваемом районе. Выбор указанных интервалов актуален, в связи с тем, что они являются потенциально опасными с позиции карстообразования. В интервале 10–20 м отмечается контакт четвертичных и каменноугольных отложений и активное поступление атмосферных осадков, насыщенных O₂ и CO₂. На глубинах 50–60 м залегают уровни подземных вод гжельско–ассельского водоносного комплекса, колебания которого способствуют карстообразованию и суффозии.

В основе модели – детальный расчет состава водного раствора, равновесного с заданным составом вмещающих пород. Изменение состава раствора и породы в результате их взаимодействия при изменении внешних условий (температуры, состава поступающих в систему вод, содержания углекислоты и кислорода) является основой для прогнозирования процесса карстообразования.

Геологический разрез изучаемого массива до глубины 60 м представлен отложениями четвертичного и верхнекаменноугольного возрастов. Четвертичные отложения представляют собой комплекс водно–ледниковых и ледниковых отложений донского горизонта мощностью до 10 м.

Верхнекаменноугольные образования сложены сильно трещиноватыми и закарстованными, а также часто окремненными, белыми, доломитизированными известняками и светло–серыми доломитами с темно–серыми прослоями тонкозернистых глин, которые слагают основной (гжельско–ассельский – C_{3g}–P_{1a}) водоносный комплекс верхнего карбона [3]. Район исследований находится в зоне развития как древнего, так и сравнительно молодого карста.

Основной задачей численного эксперимента было определение равновесного фазового состава системы и сосуществующего с ней водного раствора при заданных элементарном составе химической системы и внешних условиях (температура, давление, химические потенциалы вполне подвижных компонентов). Расчет равновесных составов проводился с помощью программного комплекса HCh [2], предназначенного для исследования равновесий в мультисистемах. В расчетах использовалась термодинамическая база данных SUPCRT [4], основанная на уравнении состояния Хелгесона–Киркхэма–Флауэрса [6] для водных компонентов.

Исходные данные для физико-химического моделирования

Термодинамическая модель была основана на рассмотрении равновесий в 24–компонентной системе (Al–Ba–Br–C–Ca–Cl–Cr–Cu–F–Fe–H–K–Li–Mg–Mn–N–Na–Ni–O–Pb–S–Si–Sr–Zn), включающей в себя 54 минеральные фазы и 149 компонентов водного раствора которые могут возникнуть в системе. Коэффициент активности компонентов водного раствора рассчитывались по уравнению Дебая–Хюккеля в третьем приближении [5].

Изучалось взаимодействие грунтовых вод и атмосферных осадков с породами карбонатного состава на разных глубинах. Вещественный состав карбонатных пород был определён в интервале глубин 10–20 и 50–60 м по результатам разведочного бурения на участке, отведённом под строительство Ковровского сталепрокатного завода.

Результаты моделирования

Взаимодействие карбонатных пород с атмосферными осадками.

Глубина 10–20 м. В первом варианте расчёта система рассматривалась как закрытая по отношению к углекислоте и кислороду атмосферы, т. е. атмосферные осадки, взаимодействовали с породами при условии постоянного количества поступившего в систему CO_2 и O_2 . Во втором варианте расчёта (открытая система) парциальные fugitivности газов CO_2 и O_2 принимались постоянными, равными их давлениям в атмосфере $f_{\text{CO}_2} = 3,3 \text{ Па}$, $f_{\text{O}_2} = 21000 \text{ Па}$. Для выяснения влияния температуры на процессы карстообразования расчёт проводился при температурах 5 и 25 °С. Полученные в результате расчёта равновесные количества минеральных ассоциаций гематит–кварц–кальцит–доломит–родохрозит–калиевый–монтморилонит позволили рассчитать изменение объёма породы в процессе взаимодействия вода–порода. Изменение объёма породы при повышении температуры рассчитывалось по формуле:

$$\Delta V_{\text{пор.}} = \sum V_{\text{мин.}}(25^\circ\text{C}) - \sum V_{\text{мин.}}(5^\circ\text{C}), \quad (1)$$

где $\sum V_{\text{мин.}}(T)$ – общий объём породы, равный сумме объёмов минералов её составляющих, при температуре T . По выполненным результатам видно, что увеличение температуры (от 5 до 25 °С) в случаях открытой и закрытой системы приводит только к увеличению объёма породы, что отвечает кольматированию полостей в известняке, т. е. процесс карстообразования не наблюдается.

Взаимодействие карбонатных пород с подземными водами.

Глубина 50–60 м. Аналогичная методика использовалась при моделировании взаимодействия карбонатных пород, залегающих на глубине 50–60 м, с подземными водами.

Результаты расчёта свидетельствуют, что увеличение температуры от 5 до 25 °С в закрытой системе приводит к незначительному увеличению объёма твёрдых фаз (на 0,02%) и, таким образом, не способствует карстообразованию.

Второй вариант расчёта соответствует системе, открытой по отношению к атмосфере. В этом случае CO_2 и O_2 являлись вполне подвижными компонентами, а их парциальные fugitivности соответствовали атмосферным значениям. Рассчитанный минеральный состав системы не изменился. При этом увеличение объёма минеральных фаз составило 0,12 % при изменении температуры от 5 до 25 °С.

Интересно сравнить также результаты расчётов в изотермических условиях для закрытой и открытой системы. «Открытые» системы по отношению к атмосфере уменьшают объём минеральной ассоциации на 2,4 % при температуре 5 °С и на 2,9 % при 25 °С, т. е. способствует образованию пустот в породе, что ведёт к карстообразованию.

Выводы

Результаты численного эксперимента позволяют сделать ряд выводов об особенностях развития процесса карстообразования в карбонатных породах в разных условиях.

1. Для исследуемого интервала глубин 10–20 м увеличение температуры не приводит к развитию карста: во всех исследуемых случаях происходит увеличение объёма основных породообразующих минералов карбонатных пород, что отвечает кольматированию полостей в известняках.

2. Активизация карстового процесса прогнозируется в исследуемом интервале глубин 50–60 м при возможности доступа CO_2 и O_2 в систему (переход от закрытой к открытой системе). В этом случае карбонатные породы могут быть подвержены процессу карстообразования, что вызовет осложнения при сооружении свайных фундаментов глубокого заложения. В таком случае не рекомендуется использовать конструкцию фундамента в виде висячих свай (поскольку это не является противокарстовым мероприятием). При неизбежности их использования необходимы дополнительные инженерные изыскания или использование ленточных фундаментов или плитного монолитного железобетонного ростверка, объединяющего сваи.

Литература

1. Чурадаев В.Н. Информационный отчет по ведению государственного мониторинга состояния недр на территории Владимирской области. – Владимир, 2012. – 126 с.
2. Шваров Ю.В. Nch: новые возможности термодинамического моделирования геохимических систем, предоставляемые Windows // Геохимия. – Москва, 2008. – № 8. – С. 898 – 903.
3. Янкин В.И. Поисково-разведочных работ с оценкой запасов пресных подземных вод для технического водоснабжения строящегося Ковровского сталепрокатного завода в Ковровском районе Владимирской области. – М., 2011. – 157 с.
4. Johnson J.W., Oelkers E.H., Helgeson H.C. SUPCRT92: A software package for calculating the standard molal thermodynamic properties of minerals, gases, aqueous species, and reactions from 1 to 5000 bars and 0° to 1000°C // *Comp. Geosci.* 1992. – V. 18. – P. 899 – 947.
5. Oelkers, E.H., and Helgeson, H. C. Triple-ion anions and polynuclear complexing in supercritical electrolyte solution // *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 1990 – V. 54. – P. 727 – 738.
6. Tanger IV J.C., Helgeson H.C. Calculation of the thermodynamic and transport properties of aqueous species at high pressures and temperatures: revised equations of state for standard partial molal properties of ions and electrolytes // *Amer. J. Sci.* 1988. – V. 288. –P. 19 – 98.

РАСЧЁТ РАВНОВЕСНОГО ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПОДЗЕМНЫХ ВОД ПРИ СМЕШЕНИИ В ПРОГРАММНОМ КОМПЛЕКСЕ НСН

Ю.В. Гусев

Научные руководители профессор А.Б. Лисенков, профессор Н.Н. Акинфиев
Российский государственный геологоразведочный университет имени С.Орджоникидзе
(МГРИ-РГГРУ), г. Москва, Россия

Исследования проводились на территории г. Одинцово Московской области, расположенного в пределах Среднемосковского месторождения подземных вод [1]. Основной проблемой хозяйственно-питьевого водоснабжения в г. Одинцово является высокое содержание фтора, стронция в подземных водах алексинско-протвинского комплекса, примерно в два раза превышающее предельно-допустимые нормы, и повышенное содержание железа в водоносном подольско-мячковском комплексе.

Водоотбор из алексинско-протвинского водоносного комплекса в пределах месторождения составляет примерно 10 % от общего отбора подземных вод. При этом практически вся вода из этого комплекса (~ 21,7 тыс. м³/сут) в смешении с водой из подольско-мячковского комплекса подается для водоснабжения населения.

Смешение подземных вод из различных водоносных комплексов связано в первую очередь с высокими затратами на оборудование в пределах ВЗУ станций водоподготовки.

Задачи исследований следующие:

1. Изучение условий формирования подземных вод;
2. Дать оценку равновесного состава вод после смешения двух комплексов в разных пропорциях.

Для расчета химического состава подземных вод после их смешения предлагается применить метод термодинамического физико-химического моделирования. Расчёт равновесных составов проводился с помощью программного комплекса НСН [3]. Основным условием оптимальности в режиме термодинамического моделирования является утверждение о том, что в системе, находящейся открытой по отношению к углекислоте и кислороду атмосферы, при постоянной температуре и давлении, при достижении равновесия величина энергии Гиббса системы минимальна.

Природная гидрогеологическая модель участка исследования

Участок исследования расположен в южной части Московского артезианского бассейна и характеризуется сплошным распространением каменноугольных отложений, к которым приурочены водоносные горизонты и комплексы, являющиеся основным источником водоснабжения населения и предприятий.

Геологический разрез до глубины 260 м представлен отложениями четвертичного, мелового, юрского и каменноугольного возрастов.

Таблица

Химический состав подземных вод используемых при моделировании

п/п	Показатель, мг/л	Водоносный комплекс		СанПиН 2.1.4.1074-01
		подольско-мячковский	алексинско-протвинский	
1	Железо общ.	1,6	0,1	0,3
2	Хлориды	23,9	8,4	350,0
3	Сульфаты	43,5	67,0	500,0
4	Стронций	0,68	12,73	7,0
5	Фтор	0,58	4,06	1,5
6	Гидрокарбонаты	411,1	277,0	
7	Натрий	15,9	11,1	200,0
8	Магний	10,6	30,8	
9	Калий	1,1	4,3	
10	Кальций	135,6	99,2	

Водоносный алексинско-протвинский карбонатный комплекс (C_{1al-pr}) имеет повсеместное распространение и приурочен к нижнекаменноугольным отложениям протвинской свиты. Водовмещающими породами являются известняки местами глинистые, доломитизированные с прослоями доломита, мергеля и глины. Комплекс напорный, пьезометрический уровень фиксируется на глубине 126,2 м. Мощность комплекса порядка 40 м.

Подземные воды рассматриваемого водоносного комплекса по геохимическому типу гидрокарбонатные кальциево-магниевые или магниевые-кальциевые пресные, величина сухого остатка в среднем составляет 286 мг/л. Качество подземных вод алексинско-протвинского комплекса на участке исследования не удовлетворяют требованиям СанПиН 2.1.4.1074-01 по содержанию фтора и стронция.

Повышенное содержание фтора в подземных водах закономерно, оно подчиняется горизонтальной и вертикальной гидрогеохимической зональности. Воды с максимальным содержанием фтора формируются в наиболее фтороносных вмещающих породах. Свойство фтора быть универсальным лигандом определяется широкий спектр геохимических условий его перехода в воду при взаимодействиях вода-порода. Интенсивность растворения фторосодержащих соединений есть функция комплексообразования в растворах. В связи с этим в

присутствии элементов-комплексобразователей, образующих с фтором устойчивые комплексные соединения, растворимость соединений, тем интенсивнее фтор интенсивнее переходит в водную фазу. Сульфаты и хлориды стронция являются хорошо растворимыми, поэтому содержание в подземных водах стронция увеличивается с ростом их минерализации. Это особенно характерно для подземных вод, в которых увеличение минерализации происходит в результате нарастания концентраций Ca^{2+} , SO_4^{2-} , Ca^+ [2].

Водоносный подольско-мячковский карбонатный комплекс (C_2 *pd-mc*) имеет повсеместное распространение. Водовмещающие породы представлены трещиноватыми известняками с прослоями глин, доломита и мергелей. Мощность изменяется от 30,0 до 45,0 м. Верхним водоупором служат водоупорные келлово-кимериджские глины. В подошве комплекса повсеместно залегает ростилавольский водоупор. Водоносный комплекс напорный. Пьезометрический уровень фиксируется на глубине 96,0 м.

Подземные пресные (средняя величина сухого остатка 351 мг/л), гидрокарбонатные или хлоридно-гидрокарбонатные магниево-кальциевые. Подземные воды характеризуются около нейтральной реакцией среды, рН изменяется от 6,59 – 8,72, в среднем составляя 7,48.

Качество подольско-мячковского водоносного комплекса на участке исследования не удовлетворяют требованиям СанПиН 2.1.4.1074-01 по содержанию железа. Что обуславливает растворимые свойства железа, которые определяются его геохимии в подземных водах хозяйственно-питьевого назначения. К ним относятся: а) малая растворимость гидроксида железа и высокая растворимость гидролизом б) окисление $\text{Fe}^{2+} \rightarrow \text{Fe}^{3+} + e$ с последующим гидролизом $\text{Fe}^{3+} + \text{OH}^- = \text{Fe}(\text{OH})_3$ и образование малорастворимого гидроксида $\text{Fe}(\text{OH})_3(\text{тв})$ [2].

Термодинамическое физико-химическое моделирование

Термодинамическая модель была основана на рассмотрении равновесий в 12-компонентной системе (С-Са-Cl-Sr-Cu-F-Fe-H-K-Mg-Na-O). Результаты расчётов показали, что после смешения вод алексинско-протвинского и подольско-мячковского водоносных комплексов в соотношении ¼ полученный равновесный состав соответствует требованиям СанПиН 2.1.4.1074-01 за исключением содержания железа, которое можно устранить путём его окисления с применением специальных окислителей.

Литература

- Ефремов Д.И. Региональная переоценка запасов пресных подземных вод центральной части Московского артезианского бассейна. – М., 2002. – 1015 с.
Крайнов С.Р. Рыженко Б.Н. Швец В.М. Геохимия подземных вод. – М.: ЦентрЛифтеГаз, 2012. – 672 с.
Шваров Ю.В. НСh: новые возможности термодинамического моделирования геохимических систем, предоставляемые Windows // Геохимия. – Москва, 2008. – № 8. – С. 898 – 903.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ВАХСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД (ХАНТЫ-МАНСИЙСКИЙ АВТОНОМНЫЙ ОКРУГ)

Д.Т. Дадашов

Научный руководитель доцент К.И. Кузеванов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г.Томск, Россия

В настоящее время в районах разработки нефтяных и газовых месторождений на территории Западной Сибири проводится активная работа по приведению в соответствие с действующим законодательством условий эксплуатации действующих водозаборов. Часто возникает необходимость выполнения работ по подсчёту запасов подземных вод на водозаборных участках действующих водозаборов. Особенностью проведения геологоразведочных работ такого назначения является необходимость схематизации гидрогеологических условий при ограниченных возможностях проведения опытно-фильтрационных работ в действующих гидрогеологических скважинах из-за их постоянного подключения к системам водоснабжения /1/. Как следствие, возникают существенные ограничения по возможности детального изучения граничных условий, влияющих на выбор расчётных схем при подсчёте запасов подземных вод.

Применение численного моделирования гидрогеологических условий позволяет более обоснованно судить о влиянии граничных условий и строения водовмещающей толщи на результат подсчёта запасов подземных вод /2/. Нами сделана попытка показать возможности применения методики численного моделирования для уточнения гидрогеологических условий на действующем водозаборе Вахского нефтяного месторождения.

В административном отношении участок исследований относится к Нижневартовскому району Ханты-Мансийского автономного округа. Месторождение расположено на границе Тюменской (восточная часть) и Томской (северная часть) областей. Ближайшими населёнными пунктами являются г.г. Стрежевой и Нижневартовск.

Действующий Вахский водозабор, использующийся для хозяйственно-питьевого водоснабжения, находится на юго-восточной окраине вахтового посёлка и имеет в своем составе семь водозаборных скважин, из которых две находятся в резерве. В состав водозаборных сооружений входит станция водоподготовки для улучшения качества воды. После водоподготовки методом аэрации и озонирования с последующей фильтрацией и обеззараживанием вода доводится до уровня питьевых кондиций. Вскрытая на водозаборном участке эксплуатационными скважинами часть гидрогеологического разреза представлена двумя водоносными комплексами: антропоген-четвертичным и палеогеновым и палеоген-верхнемеловым водоупорным комплексом.

Продуктивная часть палеогенового водоносного комплекса связана с водовмещающими отложениями юрковской свиты (эоцен). Водоносные породы представлены разномерными песками от тонко-мелкозернистых до средне-крупнозернистых. Глубина залегания кровли продуктивного слоя 140,0-145,0 м. Общая мощность продуктивного слоя составляет в среднем 50 м. Воды напорные, пьезометрическая высота над кровлей пласта составляет 130 – 140 м.

Моделирование работы водозабора выполнено в среде программного комплекса *Processing Modflow*, который позволяет использовать для прогнозных расчётов решающий модуль *Modflow* /3/. В результате схематизации гидрогеологического разреза выделено девять относительно выдержанных слоев в составе конечно-разностной сетки области фильтрации (таблица).

Таблица

Геологический возраст	Наименование породы	Интервал залегания, м		Мощность, м
		От	До	
aQIV	Супесь светло-желтая, серая, суглинок светло-коричневый с прослоями песка	0	10	10
P3lt	Глина серая плотная	10	20	10
	Песок серый тонкозернистый глинистый	20	30	10
P3nm	Глина коричневая, серо-синяя плотная с растительными остатками и прослоями мелкозернистого песка	30	80	50
P3at	Переслаивание глин серо-синих плотных и песков мелкозернистых	80	135	55
P2-3jr	Глина серая плотная, алевритистая, переслаивание мелкозернистого песка и глины	135	150	15
	Переслаивание глин с песками среднезернистыми	150	165	15
	Песок серый средне-крупнозернистый	165	190	25
P2ll	Глина зеленая, серая плотная	190	201	11

Работа водозаборных скважин воспроизведена на модели в условиях взаимодействия с границей первого рода (р. Вах). Признаки наличия такого взаимодействия установлены в результате обработки данных опытно-фильтрационных работ. Это проявляется в стабилизации уровней подземных вод при опытных откачках через 4 – 6 часов.

Анализ результатов численного моделирования показал, что при наличии мощных водоупоров (таблица) в кровле эксплуатационного водоносного горизонта, взаимодействие работающих скважин с границей первого рода, расположенной в пределах первого (верхнего) слоя конечно-разностной сетки, маловероятно.

Стабилизация уровней подземных вод в ходе опытных откачек, вероятно, вызвана влиянием вертикальных перетоков из вышележащего водоносного горизонта. Такое предположение подтверждается результатами моделирования литологических окон в составе верхней водоупорной толщи и сводным характером геологического разреза, представленного в таблице. Однако, достоверных данных для пространственной локализации участков вертикального перетекания фильтрационных потоков недостаточно.

Таким образом, можно утверждать, что численное моделирование позволяет уточнять характер взаимодействия водозаборных скважин с граничными условиями, но требует конкретизации геологического строения, что не всегда возможно на участках одиночных водозаборов малой производительности.

Литература

1. Боровский Б.В., Язвин А.Л. Новые принципы методики оценки эксплуатационных запасов подземных вод в районах интенсивной эксплуатации (на примере Московского региона) / Разведка и охрана недр. – №11. – 2012. – С. 3 – 13.
2. Гавич И.К. Теория и практика применения моделирования в гидрогеологии. – М., Недра, 1980. – 358 с.
3. 3D-Groundwater Modeling with PMWIN, ISBN 3-540-67744-5, Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York. Authors: Wen-Hsing Chiang and Wolfgang Kinzelbach.

ЗАЩИТНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ОТ ОПАСНЫХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ГОРОДА БАРНАУЛА

Ю.В. Девятаева

Научный руководитель профессор Е.М. Дутова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Город Барнаул является административным центром Алтайского края с населением около 700 тысяч жителей. Город расположен в юго-восточной части Западно-Сибирской низменности на высоком обрывистом левом берегу реки Обь. Такое географическое положение и предопределяет специфические природные условия, в которых возникают, и интенсивно развиваются оползневые процессы.

Общая протяженность оползневой зоны города Барнаула составляет 42 км и узаконена решением городской администрации № 213 от 9 апреля 1975 г. Оползневая зона приурочена к уступу Приобского плато, обрывисто возвышающемуся над поймой реки Обь и её руслом на высоту 50–100 м. Плато сложено лёссовидными суглинками с пластами и линзами водоносных песков. Суглинки краснодубровской свиты в основании склона подстилаются глинами кочковской свиты. Крутизна склона плато 20° до 90° .

В оползневой зоне находятся около 3,5 тыс. жилых строений с более 15 тысячами жителей, более 20 крупных предприятий и различные коммуникации. Ежегодное количество сошедших оползней составляет 10–30, объемом от 1,0 тыс. м³ до 200 тыс. м³. Городская территория в районе берегового склона и его приречной части ежегодно уменьшается по площади в результате схода оползней более чем на 13 га, а объём сошедших грунтовых масс за весь период наблюдения составил более 4 млн. м³. За все время зафиксировано три схода оползней с человеческими жертвами. Погибло 13 человек.

По характеру проявления оползневых процессов в долине реки Обь, береговая полоса города Барнаула разделена на 5 оползневых районов (сверху вниз по течению реки Обь). Научкой и практикой в настоящее время разработаны весьма многочисленные и многообразные противооползневые мероприятия. Все они своеобразны и в каждом конкретном случае зависят от особенностей природной обстановки того или другого участка.

Рассматривается один из более активных участков оползневой зоны города Барнаула, расположенный в третьем оползневом районе в пределах территории ТЭЦ-2. На данном участке главными факторами, вызывающими образование оползней, являются инженерно хозяйственная деятельность человека и интенсивная суффозионная деятельность подземных вод краснодубровского водоносного горизонта. Подземные воды краснодубровских отложений имеют значительный уклон (до 0,2). При выходе потока на склон скорость его увеличивается из-за большой разницы высот между зоной разгрузки и рекой, вследствие чего поток производит размыв мелкозернистых песков на склоне и их вынос к подножью склона. В результате размыва фильтрующим потоком в песках образуется ниша размыва. Постепенно ниша, увеличиваясь в размерах, превращается в чашу. Благодаря весеннему подъёму уровня грунтовых вод суффозионные процессы в этот период усиливаются. Обрушение свода ниши размыва приводит к нарушению равновесия вышележащих лёссовидных суглинков, которые, теряя внизу упор, отчлениваются по трещинам материнских пород склона, оседают в виде ступеней и далее оползают или обрушиваются на дно оползневого очага. В результате этого над чашей образуется высокая стенка срыва (50–65 м). Сползшие и обрушившиеся суглинки насыщаются водой и «вытекают» через сравнительно узкое горло к подножию склона, образуя конусы выноса.

Поражённость склона оползнями средняя, коэффициент пораженности $K_p=0,14$. Коэффициент локальной устойчивости склона, имеет значения 0,4–1,2, что характеризует склон, как неустойчивый или находящийся в состоянии, близком к предельному равновесию.

Особое значение приобретает также историческое развитие реки на этом участке, т.е. ее неоднократное наступление на береговой склон, создавшее значительную крутизну склона, что способствовало образованию многочисленных старых и древних оползней. Высота склона 80–95 м над межнным урезом реки Оби. Крутизна склона достигает $80-90^{\circ}$.

В инженерно-геологическом отношении участок характеризуется сложным строением. И представлен глинами эоплейстоценовых отложений кочковской свиты, суглинками и песками нижне-среднеоплейстоценовых отложений краснодубровской свиты, суглинками верхнеоплейстоценовых-голоценовых покровных отложений. Кочковские глины являются той поверхностью скольжения, по которой «съезжают» оползневые блоки. Кроме этого глины являются мощным водупором для вышележащих водоносных горизонтов, поэтому повсеместно наблюдается разгрузка подземных вод вдоль подошвы склона в виде родникового или площадного стока по поверхности глинистых пород. Кроме того, склон пригужен многочисленными свалками промышленных и бытовых отходов. Пространственный рост оползневых цирков происходит круглый год со средней скоростью 2–5 м/год.

На рассматриваемом оползневом участке ТЭЦ-2 необходимо предусмотреть понижение уровня грунтовых вод. Исходя, из инженерно-геологических и гидрологических условий в пределах участка наиболее эффективным противооползневом мероприятием будет являться устройство головного вертикального дренажа.

Осушение той или иной территории достигается при помощи искусственного понижения уровня подземных вод. Понижение может осуществляться либо непрерывно в течение длительного времени, либо иметь кратковременный характер. В первом случае оно достигается при помощи дренажных сооружений, во втором - при помощи средств строительного водопонижения. В зависимости от применяемых устройств, для захвата дренажных вод, выделяются горизонтальный, вертикальный, комбинированный и пластовый дренажи.

Противооползневые дренажи - наиболее распространенный вид борьбы с оползнями. Применяются они для снижения или полного снятия гидростатического и гидродинамического напора подземных вод, уменьшения дебита потоков ещё до выхода к оползневому склону и удаления «свободной» воды из оползневого тела.

Соответственно этому применяются следующие виды дренажных сооружений: головные дренажи для перехвата подземного потока, направленного к оползню; дренажи для непосредственного осушения оползневых грунтов; каптажные устройства и др. По конструкции дренажи подразделяются на четыре вида: горизонтальные трубчатые дренажи – преградители; дренажные галереи; вертикальные и комбинированные.

Вертикальные дренажи (буровые скважины) применяются при дренировании одного или нескольких водоносных горизонтов при значительной глубине их залегания. Отвод воды из вертикальных дрен производится в специальные водосборные галереи. При проведении дренажа уровень грунтовых вод понижается на 15 м на заданный радиус влияния (500 м).

Сооружение вертикальной дренажной скважины предусматривается на территории III оползневого района в пределах площади распространения оползня № 42 (заводские оползни) и от 1,5 до 2 км на запад от железнодорожного моста через реку Обь. Вертикальный дренаж представлен одиночной скважиной расположенной в 100 м от бровки склона в средней части осушаемой территории. Зеркало грунтовых вод от поверхности водоносного горизонта на плато залегает на глубине 63 м. Глубина скважины составляет 85 м, дебит – 19,5 м³/час. Вертикальный дренаж осуществляется в весенне-летне-осенний период в течение 7 месяцев. Над устьем скважины предусматривается строительство насосной станции наземного типа, размером в плане 3×3 м высотой 3 м, из силикатного кирпича. Исходя из расчёта технико-экономических показателей, скважина оборудуется германским насосом. Насос устанавливается на глубине 58 м. При производительности скважины 19,5 м³/час напор составит 93 м. Для отбора проб воды из скважины на полный химический анализ предусмотрены вентиль и пробно-спускной кран. Вода из дренажной скважины по трубопроводу подаётся в наземный резервуар объёмом 500 м³ и расположенному в 300 м от неё. Резервуар цилиндрический вертикальный диаметром 9 м и высотой 8 м выполнен из стали. Один раз в сутки вода из резервуара подаётся на ТЭЦ-2 для технических нужд, т.к. подземные воды по качественному составу не соответствуют требованиям к питьевой воде. Минерализация подземных вод 0,9 г/л, жесткость 8⁰Жмг/экв, не агрессивные, пресные реже солоноватые, слабо и средне щелочные, сульфатно-гидрокарбонатные кальциево-магниевого.

Берегоукрепительные и противооползневые сооружения на Обском левобережном склоне возведены на протяжении 1,5 км (нагорный парк, речпорт, элеватор, газопровод) этого крайне недостаточно, т.к. левобережный склон р.Обь в черте города Барнаула нуждается в защите от разрушающего воздействия реки Оби и оползней различного генезиса на всём протяжении (42 км).

Литература

1. Абрамов Н.Н., Гениев Н.Н., Павлов В.И. Водоснабжение – М.: Госстройиздат, 1958. – 579 с.
2. Абрамов Н.Н. Водоснабжение – М.: Стройиздат, 1974. – 480 с.
3. Белан Г.А. Охрана окружающей среды. – М.: стройиздат, 1989
4. Берген Р.И. Инженерные конструкции – М.:Выш.шк., 1989. – 415 с.
5. Бородавко В.Г. Сводный отчет оползневой станции по стационарным наблюдениям за оползневыми процессами в г. Барнауле за 1974-1984гг. Книга 1, 430с.
6. Гуринович А.Д. Системы питьевого водоснабжения с водозаборными скважинами: планирование, проектирование, строительство и эксплуатация. – Мн.: УП «Технология», 2004.
7. Информационный бюллетень №1 Оползневые процессы г.Барнаула, Сост. М.П. Мамонов, В.В. Девятаева, А.О. Карьков, с.Боровиха. ОАО «АГЭ» Барнаульская оползневая станция, 2003. – 43 с.
8. Информационный бюллетень о состоянии геологической среды территории Алтайского края за 2005-2006гг. Сост. В.В. Девятаева, М.Ф. Гареев и др., 2006, 2007, Выпуск 8,9.
9. Карелин В.Я. Минаев А.В. Насосы и насосные станции – М.: Стройиздат, 1986. – 320 с.
10. Лабачев П.В. Насосы и насосные станции. – М.: стройиздат, 1990.
11. Лерман С.Н., Заика С.К. Справочник по бурению, оборудованию, эксплуатации и ремонту артезианских скважин – Киев.: Будивельник, 1974. – 150 с.
12. Ломтадзе В.Д. Инженерная геология. Специальная инженерная геология. – Л.: Недра, 1978. – 496с.
13. Маслов Н.Н. Основы инженерной геологии и механики грунтов: Учебник для ВУЗов.- М: Высш. школа, 1982. – 511 с.
14. СанПин 2.1.4.1074-01 Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества.
15. СНиП 2.04.02.-84 Водоснабжение. Наружные сети и сооружения.
16. Шевелев Ф.А. Таблицы для гидравлического расчета стальных, чугунных, асбестоцементных, пластмассовых водопроводных труб – М.: Стройиздат, 1973.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ЗАСТРОЙКИ НА СВОЙСТВА ГРУНТОВОЙ ТОЛЩИ В ПРЕДЕЛАХ ТЕРРИТОРИИ Г. КУНГУРА

Е.В. Дробинина, Д.Р. Золотарев

Научный руководитель профессор В.Н. Катаев

**Пермский государственный национальный исследовательский университет,
г. Пермь, Россия**

Современная градостроительная мысль акцентируется на интенсивном освоении подземного пространства и характеризуется возрастающей нагрузкой на грунтовую толщу ввиду увеличения этажности возводимых зданий и сооружений. В условиях как точечной, так и площадной застройки урбанизированных территорий грунтовые условия смежных участков претерпевают определенные изменения, выраженные в изменении значений физико-механических свойств грунтов. Ввод коэффициентов надежности по грунту минимизирует возможные негативные последствия сопредельного освоения территорий. Однако в современных условиях градообразования возникает необходимость учета динамики свойств грунтов во времени и в пространстве.

Задача расчета динамики физико-механических свойств грунтовой толщи в пространстве и во времени решается методом ввода периодов инженерно-геологических изысканий и определения в каждом из них нормативных значений физико-механических свойств грунтовой толщи. В несколько ином, упрощенном

варианте, вопрос изменения значений свойств грунтовой толщи в сторону увеличения или уменьшения разрешается путем выявления зависимости между плотностью застройки и свойствами грунтовой толщи.

В рамках данной работы исследовалась территория г. Кунгура, расположенного в юго-восточной части Пермского края на севере Уфимского плато, в районе слияния рек Сылвы, Ирени, Шаквы и Бабки [1].

В разрезе грунтовой толщи территории г. Кунгура для непосредственного анализа исследовались пробы глинистых и песчаных грунтов. Для оценки состояния грунтовой толщи, значения свойств рассматриваемых литологических разновидностей в каждой горной выработке усреднялись. Для анализа влияния плотности застройки на грунтовую толщу выбраны такие основные свойства грунтов как естественная влажность, модуль общей деформации, угол внутреннего трения и удельное сцепление. Влажность грунтов выбрана исходя из общего снижения механических свойств грунтов за счет ослабления в них структурных связей с возрастанием водонасыщенности.

Здания и сооружения в г. Кунгуре в виду интенсивного провалообразования представлены преимущественно низкоэтажной застройкой, ограниченной пятиэтажными строениями. Расчет плотности застройки проводился в программном продукте ArcGIS 10.0 на основе картографической модели посредством интерполяции значений плотности застройки (рис.1). Для определения значений плотности застройки территория города разбивалась на оперативно-территориальные единицы (ОТЕ), представляющие собой квадраты сетки со стороной 1 км. Ввиду многочисленности низкоэтажных деревянных строений в некоторых районах города плотность застройки было целесообразней рассчитать не через количество зданий и сооружений в каждой ОТЕ, а как отношение суммарной площади зданий и сооружений, в пределах ОТЕ, к ее площади. Каждой точке локализации горной выработки присваивались значения плотности застройки.

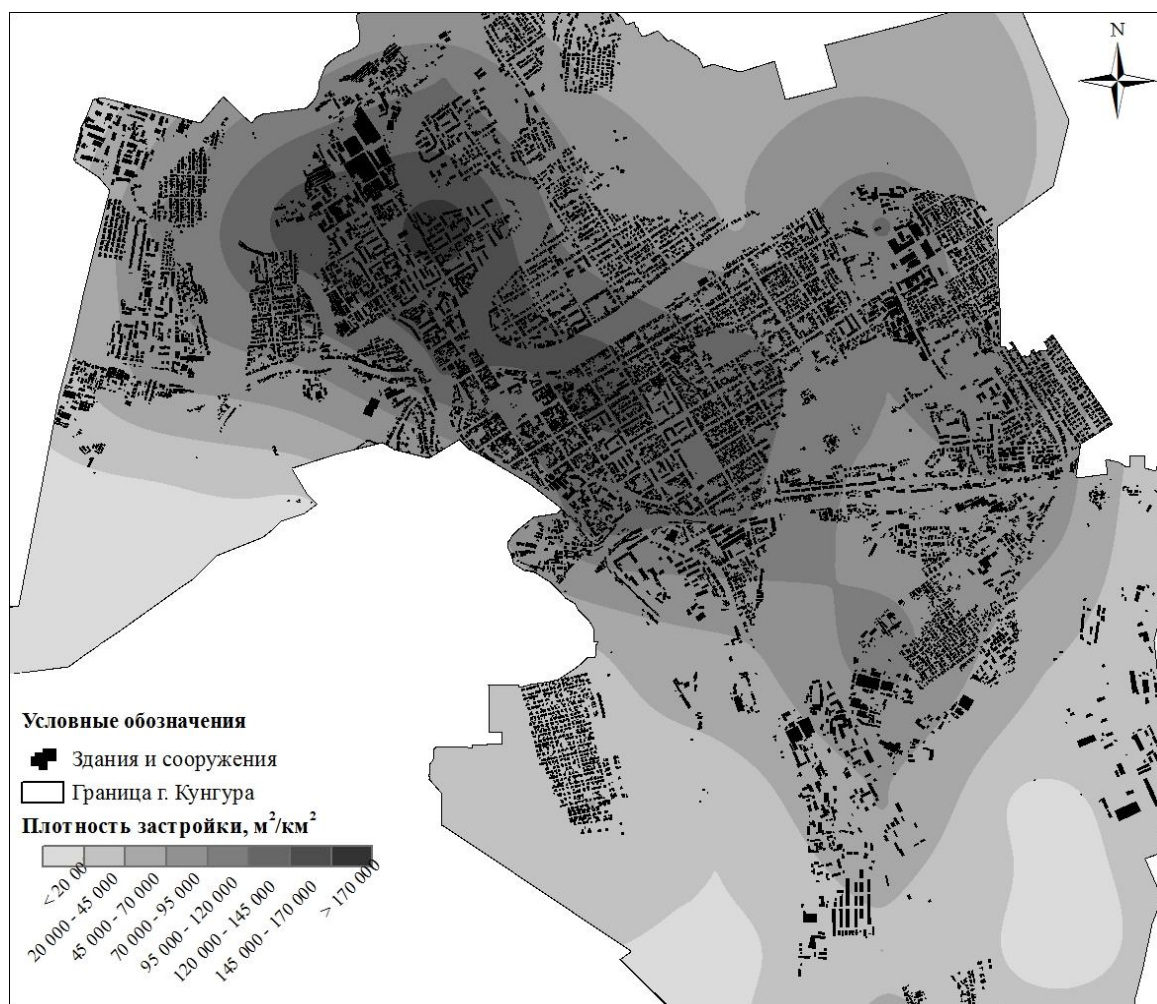


Рис. 1. Плотность застройки в пределах территории г. Кунгура

Для анализа разноразмерных показателей исследуемые характеристики были приведены к безразмерному виду методом нормализации, подразумевающая деление каждого значения исследуемых характеристик на его максимальное значение в пределах исследуемого массива данных, итогом чего являются индексные значения характеристик:

$$I_P = \frac{P_i}{P_{\max}} \quad I_W = \frac{W_i}{W_{\max}} \quad I_E = \frac{E_i}{E_{\max}} \quad I_\phi = \frac{\phi_i}{\phi_{\max}} \quad I_c = \frac{c_i}{c_{\max}},$$

где P – плотность застройки, $\text{м}^2/\text{км}^2$; W – влажность грунта, д.е.; E – модуль общей деформации, МПа; ϕ – угол внутреннего трения, °; c – удельное сцепление, кПа.

Индексные значения плотности застройки варьировались от 0 до 1. В равных интервалах индексных значений с шагом 0,1 вычислялись средние значения исследуемых физико-механических свойств грунтовой толщи. В результате данной процедуры были получены графики зависимости исследуемых физико-механических свойств от плотности городской застройки (рис. 2). Проведенный анализ выявил ухудшение механических свойств грунтовой толщи с возрастанием техногенной нагрузки. Естественная влажность грунтов в пределах частой застройки выше в сравнении с районами со слабозастроенными участками. Повышение естественной влажности на участках интенсивной застройки возможно обусловлено утечками из водонесущих коммуникаций.

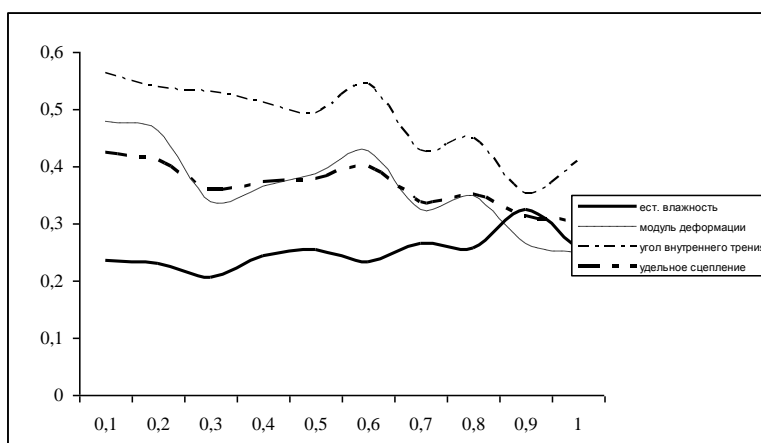


Рис. 2. Кривые зависимостей значений физико-механических свойств (ось Y) от плотности застройки (ось X), выраженных в индексной форме

Таким образом, на ухудшение свойств грунтовой толщи оказывают влияние два фактора – увеличение нагрузок со стороны соседних зданий и сооружений, а также увеличение водонасыщенности грунтовой толщи.

В количественном отношении значения модуля общей деформации грунтовой толщи в местах с максимально интенсивной застройкой на 8,8 МПа ниже, чем в местах с единичной застройкой, значения угла внутреннего трения – на 8,4 °, значения удельного сцепления – на 6,7 кПа.

Результаты проведенного исследования показывают, что с повышением техногенной нагрузки меняется состояние грунтов в сторону ухудшения их механических свойств. При значительном возрастании техногенной нагрузки возможно достижение критической амплитуды изменения свойств грунтовой толщи. Следовательно, при проведении изысканий под строительство новых сооружений нужно учитывать возможные изменения физико-механических свойств грунтов, которые произойдут впоследствии в результате постоянной статической нагрузки от веса зданий и сооружений на грунт.

Литература

1. Лукин В.С., Ежов Ю.А. Карст и строительство в районе города Кунгура. – Пермь, 1975. – 119 с.

ГЕОЛОГО-ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЧИТИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД

Л.М. Иванова

Научный руководитель доцент Л.А. Васютин

Забайкальский государственный университет, г.Чита, Россия

Геолого-гидрогеологические условия месторождений подземных вод определяют пространственно-временную гидродинамическую структуру фильтрационного потока, возможные изменения качества питьевых вод, влияние эксплуатации на различные компоненты окружающей среды [1].

Город Чита с населением 331 тыс. чел. (2013 г.) является крупнейшим потребителем подземных вод (102,6 тыс. $\text{м}^3/\text{сут}$). Город расположен в пределах Читино-Ингодинского артезианского бассейна подземных вод. Осадочные мезозойские отложения выполняют Читино-Ингодинскую грабен-синклиналь и образуют одноименный сложный артезианский бассейн Забайкальского типа. Водовмещающими породами являются конгломераты, песчаники, гравелиты, трещиноватые алевролиты, аргиллиты, водоупорными – монолитные алевролиты, аргиллиты. Фильтрационные свойства водовмещающих пород неравномерны. Большой

водопроницаемостью характеризуются песчаники юго-восточного крыла Читинской мульды. Песчаники здесь грубозернистые и коэффициент фильтрации их находится в пределах 13,5-32 м/сут. Удельный дебит скважин изменяется от 0,5-2,8 л/с до 6-10 л/с. По химическому составу воды гидрокарбонатные, среди катионов преобладают натрий и кальций, образуя воды смешанного типа. Минерализация изменяется в пределах 0,1-0,5 г/дм³, редко достигает 1 г/дм³. Общая жесткость изменяется от 1 до 9,4 мг-экв/дм³.

Водоносный криогенно-таликовый комплекс нижнемеловых осадочных отложений Читино-Ингодинского артезианского бассейна используется для водоснабжения населения г. Чита. Эксплуатационные запасы Читинского месторождения подземных вод составляют 327,9 тыс. м³/сут. Читинское месторождение подземных вод эксплуатируется с 60-х годов XX века. Основные городские водозаборы - Центральный, Ингодинский, Угданский и Прибрежный, производительность которых изменяется от 5 тыс. м³/сут до 42 тыс. м³/сут. По режиму работы и особенностям восполнения эксплуатационных запасов подземных вод водозаборы г. Чита подразделяются на четыре группы.

В первую группу входят участки, эксплуатационные запасы которых восполняются за счет поверхностного стока р. Чита. К ним относятся Центральный водозабор и Городской участок, пространственно приуроченные к долине р. Чита. Во вторую группу входят участки, эксплуатационные запасы которых восполняются за счет поверхностного стока р. Ингода. Это Ингодинский участок, включающий собственно Ингодинский водозабор и площадь с рассредоточенным водоотбором, пространственно приуроченных к долине р. Ингода. В третью группу включены водозаборы Угданский, Энергетик, Авиационный, Черновский, пос. Антипиха, пос. Песчанка – их эксплуатационные запасы обеспечиваются преимущественно естественными ресурсами и в меньшей степени малыми реками, такими как Кадалинка, Жерейка, Застежь и Ивановка. К четвертой группе отнесен один водозабор – Прибрежный, находящийся на берегу оз. Кенон.

Все крупные водозаборы, обеспечивающие население питьевой водой, находятся в черте города, где сосредоточено наибольшее количество источников загрязнения: золоотвал ТЭЦ-1, нефтехранилища, автозаправочные станции, очистные сооружения, территории промышленных предприятий. Загрязняющие вещества, обнаруженные в подземных водах Читинского месторождения в концентрациях, превышающих гигиенические нормативы: железо, марганец, аммоний, фтор, нитраты, сульфаты, нефтепродукты [4].

Негативное влияние на качество подземных вод оказывает гидрозолоотвал ТЭЦ-1, из которого в результате деградация многолетней мерзлоты под днищем котловины происходит фильтрация техногенных вод в водоносный криогенно-таликовый комплекс нижнемеловых отложений. Ореол загрязнения подземных вод распространяется в юго-восточном направлении на площади не менее 10-12 км².

Антропогенное воздействие также связано с интенсивным отбором питьевых подземных вод. При отборе подземных вод на эксплуатируемых участках Читинского месторождения произошла трансформация гидродинамической структуры фильтрационных потоков. Переход плановой фильтрации в радиальную характерен для Центрального водозабора: общая площадь депрессионной воронки по достижает 13,25 км², величина понижения уровня в центре воронки составляет 64,5 м. Отбор подземных вод приводит к изменению качества воды эксплуатируемого комплекса за счет подтягивания некондиционных вод, наиболее показательными примерами существенного изменения качества являются водозаборы Прибрежный и Угданский [4].

Загрязнение подземных вод происходит не только непосредственно от техногенного источника загрязнения, но и через другие компоненты окружающей среды: поверхностную гидросферу, атмосферу, литосферу (почвы и породы зоны аэрации). Тесная взаимосвязь поверхностных и подземных вод характерна для Читинского месторождения. Эксплуатационные запасы подземных вод Центрального водозабора г. Чита формируются с участием поверхностных вод р. Чита, которая является источником их восполнения. На площади Ингодинского водозабора идет активное питание эксплуатируемого водоносного горизонта поверхностными водами. На качество подземных вод Прибрежного водозабора оказывает влияние оз. Кенон [2].

Качество питьевых вод Читинского месторождения подземных вод определяется как физико-географическими, геолого-структурными и гидродинамическими факторами, так и характером и уровнем развития антропогенной нагрузки на геологическую среду [3]. Таким образом, геолого-гидрогеологические особенности, определяющие условия формирования эксплуатационных запасов подземных, следующие: 1) слоистое строение геологического разреза; 2) сложные гидрогеологические условия, неоднородность фильтрационных свойств водовмещающих пород; 3) наличие двух продуктивных горизонтов и ярусной системой их эксплуатации; 4) гидравлической взаимосвязью подземных и поверхностных вод; 5) наличие многолетнемерзлых пород; 6) значительными площадями распространения продуктивных водоносных горизонтов.

Литература

1. Боровский Б.В., Дробноход Н.И., Язвин Л.С. Оценка запасов подземных вод. – К.: Выща школа, 1989. – 407 с.
2. Васютин Л.А. Исследование влияния антропогенных воздействий на качество питьевых вод урбанизированных территорий (на примере г. Чита) // Комплексные проблемы гидрогеологии: тез. докл. науч. конф. – Санкт-Петербург: С.-Петерб. ун-т, 2011. – С. 39–41.
3. Васютин Л.А. Особенности современного техногенного воздействия на качество подземных вод читинской агломерации // Вестник Забайкальского государственного университета. – Чита: ЗабГУ, 2013. – № 1(92). – С. 19–26.
4. Цыганок В.И., Карпов В.В. О состоянии водоснабжения населения Забайкальского края и геоэкологическая обстановка на некоторых объектах // Гидрогеология, инженерная геология, геоэкология и геоэкология Забайкалья и сопредельных территорий: Материалы науч.-практ. конф. – Чита: ЧитГУ, 2008. – С. 161–170.

РАЙОНИРОВАНИЕ ТЕРРИТОРИИ СТРОИТЕЛЬСТВА ЛЭП ПО СТЕПЕНИ ПУЧИНИСТОСТИ ГРУНТОВ

О.В. Казанцева

Научный руководитель старший преподаватель А.В. Леонова

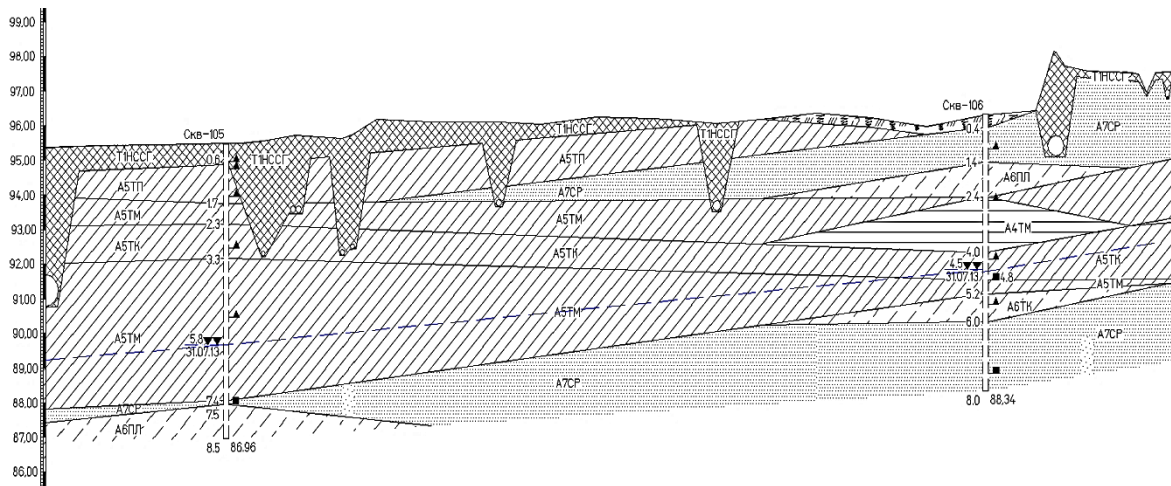
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Часто геологические процессы, развитые в природе, нарушают нормальную эксплуатацию сооружений. Например, мы можем наблюдать бугры и места разрыва асфальта, трещины на малоэтажных домах, наклоненные опоры линий электропередач (ЛЭП), а вследствие и обвисшие провода. Все это несет опасность нашей жизни. В результате чего это происходит? А причиной всего этого часто является даже не безответственность и некачественная работа строителей, а недоизученность грунта, на котором было построено это сооружение [4,6]. Деформации этих грунтов вызваны силами морозного пучения. Пучинистый грунт – это грунт, который при переходе из талого состояния в мерзлое увеличивается в объеме вследствие образования кристаллов льда и имеет относительную деформацию морозного пучения $e_{th} \geq 0,01$. К пучинистым грунтам относятся глинистые грунты, пески пылеватые и мелкие, а также крупнообломочные грунты с глинистым заполнителем, имеющие к началу промерзания влажность выше определенного уровня. При проектировании фундаментов на основаниях, сложенных пучинистыми грунтами, следует учитывать возможность повышения влажности грунта за счет подъема уровня подземных вод и инфильтрации поверхностных вод [1].

Объектом работы являются пучинистые грунты, которые распространены на территории проектируемой ЛЭП для Сибирского химического комбината (СХК) в г. Северск. Целью работы является районирование территории под проектируемой ЛЭП по степени морозной пучинистости грунтов. Актуальность данной работы определяется тем, что районирование территории по степени пучинистости позволяет наглядно представить территории, для которых необходимо будет предпринять мероприятия по уменьшению влияния сил морозного пучения, и территории, грунты которых не будут деформироваться под этими силами.

В административном отношении территория строительства расположена в северо-восточной части ЗАТО Северск. Проектируемые сооружения находятся в пределах третьей надпойменной террасы реки Томи. Абсолютные отметки поверхности изменяются от 95 до 138 м.

В геологическом строении площадки принимаю участие средне-верхнечетвертичные аллювиальные отложения третьей надпойменной террасы р. Томи ($a^3 Q_{II-III}$), представленные глинами, суглинками, супесями, песками (рис.1). Характерной особенностью четвертичных аллювиальных отложений является переслаивание, выклинивание и взаимозамещение слоев. Текстура грунтов преимущественно полосчатая, с мелкими и тонкими прослоями песка в глинистых грунтах и глинистых прослоев в песках.



Масштабы: горизонтальный 1:500, вертикальный 1:100

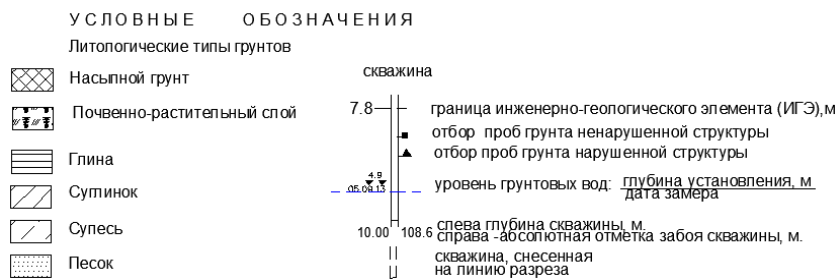
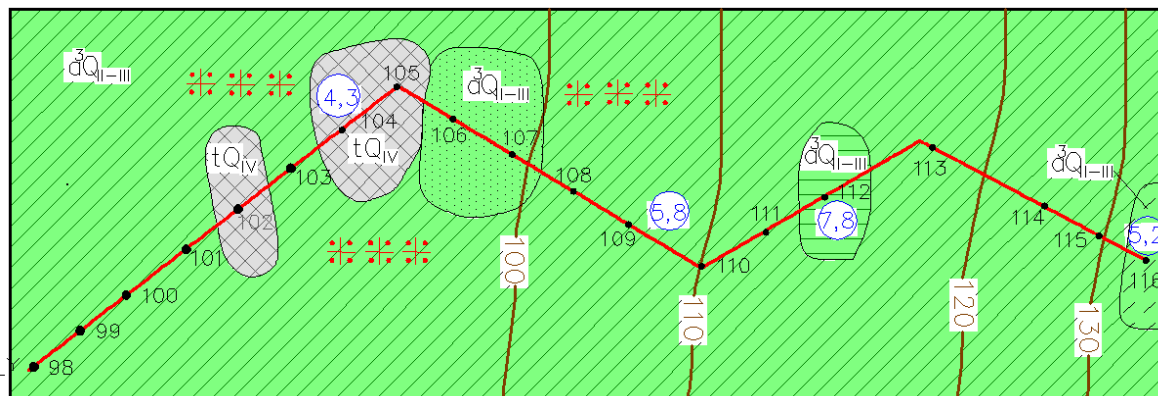


Рис. 1. Продольный профиль

Гидрогеологические условия трассы ЛЭП характеризуются наличием практически безнапорного водоносного горизонта, приуроченного к пескам. Локально водоносный горизонт перекрывается водонепроницаемыми породами (суглинками) и приобретает напор. Воды этого горизонта встречаются скважинами на глубинах от 4,3 до 7,8 м (рис.2), минерализация 650 мг/дм³ (скв. 116), тип воды гидрокарбонатный натриевый (по формуле М.Г. Курлова).

При проведении инженерно-геологических изысканий было пробурено 19 скважин глубиной 8 м. Опоры ЛЭП предполагают заглублять на 3-8 м [7].



Масштаб 1:2000

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

Возраст и генезис

tQ_{IV} - Техногенные современные отложения

dQ_{I-III} - Аллювиальные средне- и верхнечетвертичные отложения третьей надпойменной террасы р.Томи

Литологические типы грунтов

Насыпной грунт

Проектируемая трасса ЛЭП

Глина

Граница участков с разным литологическим составом

Суглинок

Обозначение скважины

Супесь

Глубина встречи грунтовых вод, м

Песок

Изолиния рельефа, м

Бугры морозного пучения

Рис. 2. Карта инженерно-геологических условий

С учётом происхождения, числа пластичности, показателя текучести для глинистых грунтов, грансостава для песчаных грунтов, в соответствии с ГОСТ 25100-2011 и ГОСТ 20522-2012 грунты основания проектируемых сооружений разделены на 12 инженерно-геологических элементов, для каждого из которых определена степень морозной пучинистости (п.6.8 СП 22.13330.2011) [2,3].

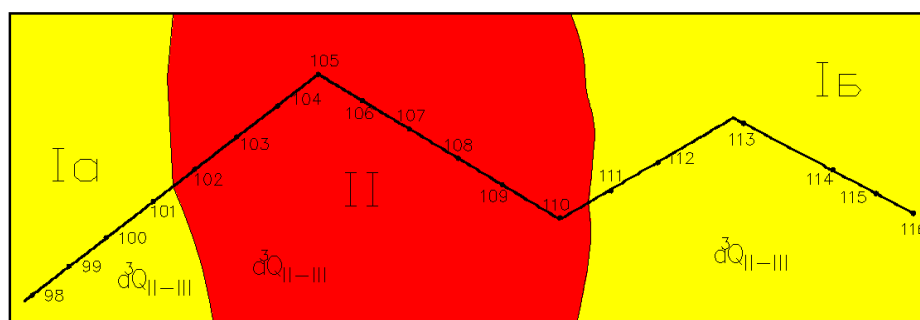
Автором была проанализирована степень пучинистости грунтов в геологических разрезах и построена карта районирования территории по этому критерию на глубине от 2 до 3 м, т.к. наибольшие деформации вызовут именно эти грунты (глубина сезонного нормативного промерзания на данной территории составляет 2,2 м) (рис.3).

Участок Ia (скважины № 98-101). Абсолютные отметки 95 м, разрез сложен суглинком тугопластичным, полутвердым, супесью пластичной, песком средней крупности. Грунтовые воды не встречены.

Участок II (скважины № 102-110). Абсолютные отметки 95-111 м, разрез сложен глиной тугопластичной, суглинком текучепластичным, тугопластичным, полутвердым, супесью пластичной, песком средней крупности. Грунтовые воды встречены на глубинах от 4,3 до 5,8 м.

Участок Ib (скважины № 111-116). Абсолютные отметки 113-138 м, разрез сложен глиной тугопластичной, суглинком тугопластичным, полутвердым, супесью пластичной, песком средней крупности. Грунтовые воды встречены на глубинах от 5,2 до 7,8 м.

Рекомендуем на участке II провести инженерно-мелиоративные мероприятия, которые сводятся к осушению грунтов и недопущению их водонасыщения в зоне сезонного промерзания и ниже ее на 2-3 м. Важно, чтобы грунты перед промерзанием были максимально обезвожены, что не всегда возможно, так как не все грунты способны быстро отдавать содержащуюся в них воду. Рекомендуемые мероприятия: отмостка и водоотводящие лотки, дренаж, вытрамбовка и уплотнение грунта, устройство свай на насыпи или в котлованах, замена пучинистых грунтов на непучинистые.



Масштаб 1: 2000

- УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ
- Возраст и генезис
- aQ_{II-III} - Аллювиальные средне- и верхнечетвертичные отложения третьей надпойменной террасы р.Томи
- Участок со средней степенью пучинистости грунта
- Участок со слабой степенью пучинистости грунта
- Проектируемая трасса ЛЭП
- Граница участков с разной степенью пучинистости
- 98 Обозначение скважины

Рис. 3. Схематическая карта районирования по степени пучинистости

Литература

1. ГОСТ 25100-2011 Грунты. Классификация.
2. ГОСТ 20522-96: Грунты. Методы статистической обработки результатов испытаний.
3. СП 22.13330.2011 Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83*
4. Швецов Г.И., Шевченко Р.О., Оценка степени пучинистости суглинистых грунтов Алтайского края / Ползуновский вестник №1/2011 Алтайского государственного технического университета им. И.И. Ползунова. Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2011. – С 253–256.
5. Казанцева О.В., Микрофлора родников улицы Известковой г. Прокопьевска Кемеровской области/ Материалы научной конференции «Проблемы геологии и освоения недр том 1» Томского политехнического университета.
6. Жуков А.Д. Фундаменты на пучинистых грунтах: [Электронный ресурс] / А.Д. Жуков. Электрон. ст. – Режим доступа к ст.: <http://www.grisstroy.ru>
7. Технический отчет по результатам инженерно-геологических изысканий внеплощадочных сетей для нового конверсионного производства в ОАО «СХК» Часть 1. Текст и текстовые приложения №497398–ПЗ. ГЕ–02.

ПРОЧНОСТНЫЕ СВОЙСТВА ТОРФОВ ТЕРРИТОРИИ ТУНГОЛЬСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (ТОМСКАЯ ОБЛАСТЬ)

А.В. Колесникова

Научный руководитель доцент В.В. Крамаренко

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Информацию о прочностных свойствах торфяных грунтов применяют при расчете несущей способности залежи и проходимости техники при обустройстве месторождений, в связи с этим актуальность исследований не вызывает сомнений.

В основу работы положены данные, полученные в ходе инженерных изысканий на объекте: «Наклонно-направленная с горизонтальным окончанием поисково-оценочная скважина № 5 Тунгольского месторождения», которые были выполнены ООО «Аверс 1» 2013 г.

Изучению прочностных свойств торфов и заторфованных грунтов посвящены работы Н.Н. Морарескула, В.Н. Бронина, П.А. Коновалова, Г.В. Сорокиной.

Первые инженерно-геологические исследования на изучаемой территории проводились в 1947-48 г.г. в связи с Постановлением Правительства СССР о начале поисков нефти и газа, а также проведением плановых геолого-съемочных работ на Западно-Сибирской равнине.

Проектируемая площадка находится в Александровском районе Томской области, в 145 км на восток от районного центра – с. Александровского.

Климат района резко континентальный, с продолжительной холодной зимой, поздним наступлением тепла и ранними заморозками. Наибольшее количество осадков (75%) приходится на апрель – октябрь месяцы (436 мм), наименьшее – на февраль. В отдельные дни может выпадать почти месячное количество осадков. Суточный максимум выпавших осадков приходится на теплое время года и может достичь 62 мм.

Район работ расположен в центральной части Западно-Сибирской равнины, представляющей собой обширную платформенную область, сложенную образованиями складчатого фундамента палеозойского возраста. Образование фундамента перекрыты чехлом осадочных мезозойско-кайнозойских отложений. Верхняя часть разреза сложена среднечетвертичными озерными и аллювиальными отложениями сузгунской свиты (IaQII_{sz}) и венчающими разрез современными биогенными образованиями (bQH).

Геоморфологические и литологические условия способствуют застаиванию влаги и заболачиванию плоской поверхности междуречья, поэтому на площади изысканий тип местности относится к водораздельным верховым болотам с типичной растительностью: сфагновыми мхами, карликовой березкой, багульником (рис.).



Рис. Типичная растительность на участке площадки скважины №25 Тунгольского месторождения

Район расположен в пределах Иртышско-Енисейского гидрогеологического бассейна. Болотные воды развиты ограниченно. Вскрываются сразу под сезонно-мерзлым слоем. Глубина залегания менее 3 м во всех пройденных выработках. Водовмещающим является торф средне- и сильноразложившийся (bQH). Мощность болотных отложений в пределах площадки может достигать 1,0-4,0 м, а на подъездной дороге 2,0-6,4 м. Торф преимущественно сфагновый, с примесью травы (чаще всего осоки), без древесных остатков и с остатками древесины до 5-10%, в т.ч. с погребенными стволами деревьев, относится к группе травяно-моховых.

В ходе лабораторного изучения торфов были определены физические характеристики (плотность, влагосодержание), а также зольность, степень разложения, ботанический состав. Полученные данные были систематизированы и обработаны в программе Statistica, проведен корреляционный анализ между всеми показателями, в результате чего выделены наиболее высокие коэффициенты зависимости. По результатам полученных взаимосвязей были выявлены регрессионные уравнения, которые могут быть использованы на аналогичных по составу торфяных залежах:

$$\begin{aligned} Ddp &= 383,7 - 315(\rho), \\ Das &= 0,417 + 0,002(W), \\ Ddp &= 301,07 - 83,37\log_{10}(W), \\ Ddp &= 48,73 + 39,38\log_{10}(h), \\ S &= 0,81 - 0,96(h), \\ W &= 1041,34 - 783,73\log_{10}(h), \end{aligned}$$

где Ddp – степень разложения (%),
S – коэффициент чувствительности,
h – глубина (м),
Das – зольность (%),
W – влагосодержание (%),
ρ – плотность (г/см³).

Кластерный анализ позволил относительно всех полученных характеристик выделить 3 основных класса торфов. Классы детально охарактеризованы, для каждого подсчитаны средние, минимальные и максимальные значения, определены строительные типы и типы по проходимости техники.

Класс А, по полученным результатам, оказался наименее прочным. Он относится к 3 строительному типу – грунты при передаче на них нагрузки в любом случае выдавливаются из-за недостаточной прочности в природном состоянии и недостаточной упрочняемости при уплотнении. По характеристике условий прокладки трубопроводов класс охарактеризован следующим образом – болота до минерального дна целиком заполненные плотным торфом. Торфяной грунт является надежным основанием для трубопроводов. Проходимость прогнозируется по результатам испытаний крыльчатым зондированием (недренированная прочность c_u , КПа) по классификации Л.С. Амаряна. В данном случае, условия проходимости – особые: возможен проезд плавучей

гусеничной техники или машин с арочными многокатковыми шинами. Проезд обеспечен в зимнее время, за исключением теплых зим.

Таблица

Коэффициенты корреляции

Показатель	Глубина, h	Недренированная прочность, c_u	Недренированная прочность (нарушенное состояние) $c_{u(нар)}$	Коэффициент чувствительности, S	Влагосодержание, W	Влага, W	Плотность, ρ	Зольность, Das	Степень разложения, Ddp
Глубина, h	1								
Недренированная прочность, c_u	0,32	1							
Недренированная прочность (нарушенное состояние) $c_{u(нар)}$	-0,16	0,83	1						
Коэффициент чувствительности, S	-0,79	0,16	0,68	1					
Влагосодержание, W	-0,84	-0,49	-0,01	0,63	1				
Влага, W	-0,83	-0,47	-0,01	0,63	1	1			
Плотность, ρ	-0,56	0,19	0,49	0,65	0,66	0,69	1		
Зольность, Das	-0,84	-0,52	0,01	0,68	0,96	0,93	0,58	1	
Степень разложения, Ddp	0,77	0,42	0,00	-0,59	-0,89	-0,89	-0,75	-0,90	1

Примечание. Значимые коэффициенты корреляции выделены жирным шрифтом.

Класс Б относится ко 2 строительному типу – грунты, не обладающие в природном состоянии достаточной прочностью, при быстрой передаче на них нагрузки от насыпи они выдавливаются, при медленной передаче нагрузки они успевают уплотниться и упрочниться настолько, что не выдавливаются, а сжимаются. По характеристике условий прокладки трубопроводов – болота до минерального дна целиком заполненные торфом устойчивой консистенции. Торф можно использовать как несущее основание для трубопроводов. Условия проходимости тяжелые: возможен проезд специальной болотной техники с удельным давлением менее 15 КПа. Предварительное снятие деревьев.

Класс В из трех описанных является наиболее устойчивым. Он приурочен к 1 строительному типу – грунты обладают достаточной прочностью в природном состоянии и при передаче на них нагрузки от насыпи сжимаются независимо от скорости передачи нагрузки. По характеристике условий прокладки трубопроводов – болота до минерального дна целиком заполненные торфом устойчивой консистенции. Торф можно использовать как несущее основание для трубопроводов. По условиям проходимости класс относится к среднему: возможен проезд гусеничных болотных тракторов и вездеходов, а также вездеходов на арочных шинах.

Таким образом, нами охарактеризованы прочностные свойства торфов Тунгольского месторождения, выявлены взаимосвязи между характеристиками (плотность, влагосодержание, а также зольность, степень разложения), на основе чего получены регрессионные уравнения, по результатам кластерного анализа составлена их классификация. Результаты работ могут быть использованы на аналогичных по составу торфяных залежах.

Литература

1. Крамаренко В.В. Грунтоведение. Учеб. пособие. Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011. – 431 с.
2. Технический отчет о выполненных инженерно-геологических изысканиях по объекту: «Наклонно-направленная с горизонтальным окончанием поисково-оценочная скважина №5 Тунгольского месторождения», ООО "Аверс 1" Томский филиал, 2013. – 113 с.
3. Инженерно-геологические изыскания: методы исследования торфяных грунтов: учебное пособие / сост.: В.В. Крамаренко, О.Г. Савичев; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 281 с.

**ХАРАКТЕРИСТИКА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЭЛЮВИАЛЬНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ
ВЕДУГИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ**

А.Н. Колчогошева

Научный руководитель доцент В.В. Крамаренко

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г.Томск, Россия

В связи с увеличением объемов инженерно-геологических изысканий в Восточной Сибири, Якутии, Тывы и других регионов, в районах развития специфических грунтов элювиального происхождения, исследование их свойств становится весьма актуальным.

Целью данной работы является изучение состава и физико-механических свойств элювиальных грунтов территории золоторудного месторождения "Ведугинское" для разработки программы инженерно-геологических изысканий в районах развития элювиальных грунтов.

На основании материалов, полученных автором во время прохождения производственной практики в г. Красноярск, было изучено инженерно-геологическое строение территории и распространение специфических грунтов на объекте строительства «Горнодобывающее и перерабатывающее предприятие на базе золоторудного месторождения «Ведугинское». Ранее изыскания проводились Новосибирской компанией. В качестве примера детальных исследований свойств элювиальных грунтов рассмотрим один из объектов предполагаемого строительства: площадку ГОКа.

Месторождение Ведугинское находится в Северо-Енисейском районе Красноярского края на водоразделе рек Ведуга и Малая Ведуга, в 2 км к северо-западу от поселка Ведуга и в 33 км к северу от поселка Брянка. В пределах месторождения и в районе широко развиты площадные коры физического выветривания и линейные коры переходного типа выветривания, представленные слабо сцементированными алевроглинистыми образованиями, дресвяно-щебенистыми отложениями. Коры выветривания отнесены к четвертичному возрасту [5].

Основания, сложенные элювиальными грунтами - продуктами выветривания скальных и полускальных грунтов, оставшимися на месте своего образования и сохранившими структуру и текстуру исходных пород [4], должны проектироваться с учетом требований СП 22.13330.2011 (пункт 6.5). Количественную оценку снижения прочности элювиальных грунтов в открытых котлованах производят по изменению их прочностных и деформационных характеристик в период дополнительного выветривания, а качественную оценку - по изменению значений плотности образцов грунта, их водопоглощающей способности, интенсивности распада (дробления) крупных обломков, глыб и отдельностей [3]. Проводилось опробование скважин, шурфов и обнажений на наиболее интересных, с инженерно-геологической точки зрения участках. Согласно рекомендациям нормативных документов.

Элювиальные суглинки не обладают просадочными свойствами (коэффициенты относительной просадочности изменяются от 0,000 до 0,006), являются не набухающими грунтами (относительная деформация набухания составляет 0,0010–0,0025 д. е.). Коэффициент выветрелости крупнообломочного материала изменяется от 0,82 до 0,86 д. е., обломки сильновыветрелые (табл. 8.4 СП 11-105-97). Коэффициент истираемости крупнообломочного материала изменяется от 0,40 до 0,77 д. е., обломки пониженной прочности.

Автором при помощи программы Statistica, были выявлены взаимосвязи между характеристиками и построены графики наиболее тесных зависимостей. Составлена таблица с максимальными, минимальными и средними значениями характеристик (табл. 1).

Из полученных результатов видно, что наибольшее значение предела прочности на одноосное сжатие встречается среди щебенистых грунтов с суглинком мягкопластичной консистенцией, снижение данного показателя происходит с изменением консистенции и состава заполнителя грунта, это можно объяснить высоким сцеплением между частицами грунта и заполнителем. Максимальные значения коэффициента размягчаемости и коэффициента выветрелости у щебенистых грунтов с суглинистым заполнителем мягкопластичной консистенции, уменьшение максимальных значений так же происходит при изменении консистенции и состава заполнителя. Водопоглощение зависит от консистенции: твердые супеси впитывают больше влаги, чем мягкопластичные суглинки, так как они не насыщены водой.

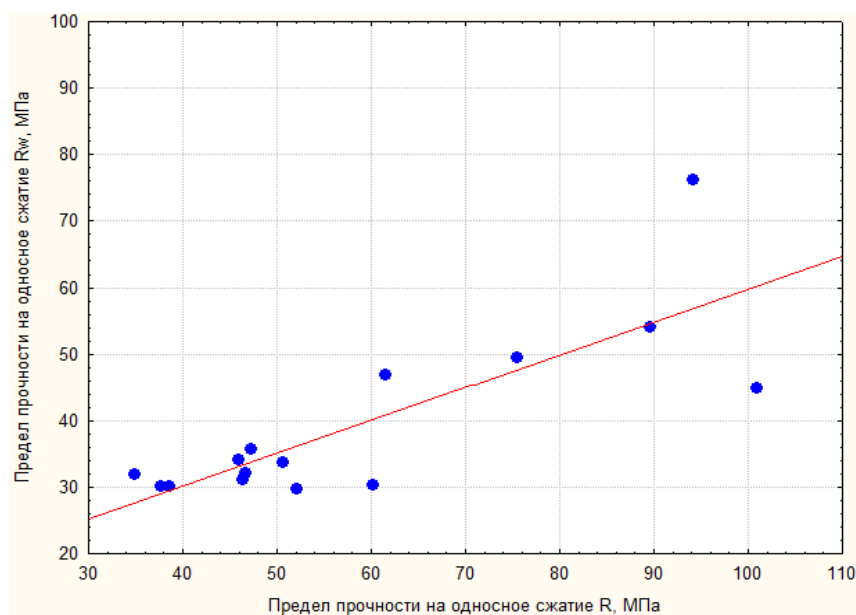
Наиболее тесные взаимосвязи отмечены между: 1. характеристикой влажности W_e и пределом прочности на одноосное сжатие в замоченном состоянии R_w (коэффициент корреляции $r = 0,56$; рис. 1); 2. характеристиками предела прочности на одноосное сжатие в естественном состоянии R и в замоченном R_w (коэффициент корреляции $r = 0,81$; рис. 2); 3. показателем текучести I_p и пределом прочности на одноосное сжатие в замоченном состоянии R_w ($r = 0,41$). На основании выявленных взаимосвязей получены регрессионные уравнения, позволяющие прогнозировать: 1. показатель R в зависимости от влажности грунта: $y = 84,17 - 433,57 * x$; 2. показатель R в зависимости от условий: $y = 10,54 + 0,49 * x$; 3. плотность камня в зависимости от гранулометрического состава: $y = 2,80109526 - 0,0173732755 * x$.

Связи не значимые получены между пористостью и степенью водонасыщения; коэффициентом пористости и гранулометрическим составом с размером фракции 0,5–0,25; природной влажностью и грансоставом.

Таблица 1

Сводная таблица характеристик физико-механических свойств элювиальных грунтов

Характеристика физико-механических свойств элювиальных грунтов		Щебенистый грунт с супесчаным заполнителем твердой консистенции - ИГЭ - 4а	Щебенистый грунт с суглинистым заполнителем твердой и полутвердой консистенции - ИГЭ - 5а	Щебенистый грунт с суглинистым заполнителем мягкопластичной консистенции - ИГЭ - 5в	Эллювиальные отложения - eQIV
Предел прочности на одноосное сжатие R, МПа	максимальное	63,6	43,0	94,1	58,8
	минимальное	21,3	4,5	0,0	21,4
	среднее	42,4	23,8	47,1	40,1
Предел прочности на одноосное сжатие в замоченном состоянии R_w , МПа	максимальное	39,7	31,5	76,3	45,4
	минимальное	9,3	1,7	0,0	13,0
	среднее	24,5	16,6	38,2	29,2
Коэффициент размягчаемости $K_{сог}$, д.е.	максимальное	0,7	0,7	0,8	0,7
	минимальное	0,2	0,1	0,0	0,1
	среднее	0,4	0,4	0,4	0,4
Коэффициент выветрелости $K_{вт}$, д.е.	максимальное	0,8	0,9	0,8	0,8
	минимальное	0,0	0,0	0,0	0,1
	среднее	0,4	0,4	0,4	0,4
Водопоглощение, %	максимальное	4,0	2,1	2,8	3,3
	минимальное	1,1	0,6	0,0	1,3
	среднее	2,5	1,3	1,4	2,3
Коэффициент истираемости $K_{ит}$, д.е.	максимальное	0,6	0,7	0,4	0,6
	минимальное	0,1	0,0	0,0	0,2
	среднее	0,4	0,4	0,2	0,4

Рис. 5 График зависимости влажности W_e и предела прочности на одноосное сжатие в замоченном состоянии R_w

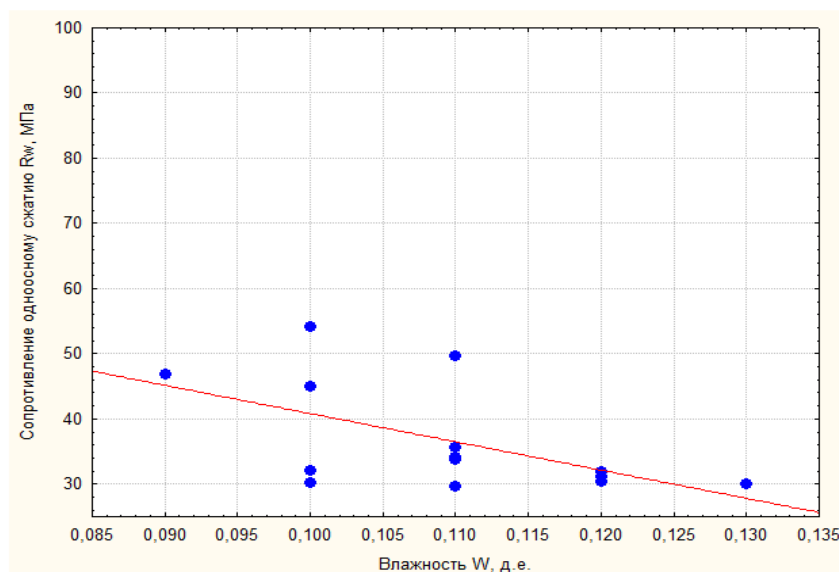


Рис. 2 График зависимости характеристиками предела прочности на одноосное сжатие R_w от R

Анализ свойств показал, что наиболее прочными и благоприятными основания для строительства ГОК является щебенистый грунт с супесчаным заполнителем твердой консистенции - ИГЭ - 4а, а наименее благоприятные основания для строительства представлены щебенистым грунтом с суглинистым заполнителем мягкопластичной консистенции - ИГЭ - 5в. А так же были выявлены взаимосвязи между характеристиками и получены уравнения, которые можно использовать для прогнозирования изменений одного показателя относительно другого. Более того, разработана программа исследования элювиальных грунтов, которую можно применять на объектах-аналогах.

Алгоритм программы инженерно-геологических изысканий: подготовить информацию о распространение, условиях залегания и особенностях формирования элювиальных грунтов; данные о структуре коры выветривания, тектонических нарушениях коры, ее возрасте; определить состав и свойства элювиальных грунтов по зонам выветривания и подстилающей материнской породы; степень активности грунтов к выветриванию, морозному пучению, суффозионному выносу, выщелачиванию, набуханию и просадочности.

Литература

1. ГОСТ 23161-2012 Грунты. Метод лабораторного определения характеристик просадочности.
2. ГОСТ 24143-80 Грунты. Метод лабораторного определения характеристик набухания и усадки.
3. СП 22.13330.2011 Свод правил. Основания зданий и сооружений.
4. СП 47.13330.2012 Инженерные изыскания для строительства. Основные положения.
5. Технический отчет по инженерно-геологическим изысканиям на территории горнодобывающего и перерабатывающего предприятие на базе золоторудного месторождения «Ведугинское»/ Е.С.Аксенова, Т.В. Бузунова, 265 стр., г.Красноярск, 2012
6. Электронный ресурс: www.fao.org/NaturalResourcesandEnvironment/ LECTURE NOTES ON THE MAJOR SOILS OF THE WORLD
7. Weathering crusts of south far Eastern Russia and their minerogeny./ Orlova N.I., Golyztn J.A., Moscow, – pp 227–236
8. Orlova, N I, Nechipasenko, E Ju, Vasiliev, E A (1994) The analysis of crusts of weathering of Amur region as related to prognose evaluation of research perspectives of gold placers. The placers of crusts of weathering - the object for investments at present time, Moscow, – pp 154–158

ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ УГОЛЬНОГО РАЗРЕЗА «ШЕСТАКИ»

Е.В. Кувшинова

Научный руководитель профессор В.К. Попов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Актуальность данного исследования определяется необходимостью рационального использования водных ресурсов. Открытая разработка угля приводит к различным экологическим последствиям. И наиболее интенсивному воздействию подвергаются именно водные ресурсы, что приводит к перераспределению поверхностного и подземного стока, оказывая влияние не только на условия формирования водопритоков в карьеры, но и на речной сток водотоков первых порядков. Эксплуатация карьера приводит к нарушению естественных ландшафтов и влияет на качественный состав природных вод.

Исследуемый участок находится в границах Бачатского геолого-экономического района Кузбасса в лесостепной ландшафтной зоне на левом склоне реки Малый Бачат. В границах участка поверхностные водные объекты отсутствуют. Абсолютные отметки дневной поверхности изменяются от +295 м на северо-западе участка до +220 м на юго-востоке. Дневная поверхность участка в юго-восточной части нарушена открытыми горными работами разреза «Шестаки». В гидрологическом отношении территория относится к бассейну р. Малый Бачат, протекающей в 500 м юго-восточнее от участка. Река является левым притоком р. Бачат, которая в свою очередь впадает в реку Иня.

В пределах Бачатского каменноугольного месторождения, на котором расположен исследуемый участок, выделяются следующие водоносные комплексы.

Водовмещающие породы водоносного комплекса верхнечетвертичных - современных алювиальных отложений на участке представлены гравийно-галечниковыми образованиями с суглинисто-песчаным заполнителем. Воды слабонапорные, величина напора изменяется от 1-3 м до 7-12 м. Пьезометрические уровни устанавливаются на глубине от 0,6 м до 3,0 м. Удельные дебиты скважин составляют 0,2-0,6 л/с, что характеризует эти отложения как вполне водообильные, но неравномерно обводненные. Питание водоносного комплекса осуществляется за счет инфильтрации атмосферных осадков и за счет поступления напорных подземных вод нижележащих водоносных зон коренных пород. Разгрузка происходит в поверхностные водотоки.

Подземные воды водоносного комплекса нижнепермских отложений исследуемого участка заключены в песчано-глинистой толще ишановской, кемеровской и усятской свит верхнебалахонской подсерии балахонской серии.

Уровни подземных вод в скважинах в период разведочных работ 1969-78 г.г., т.е. до начала эксплуатационных работ устанавливались близко от подошвы четвертичных отложений, приобретая местами небольшой напор (2-10 м).

В настоящее время значительная часть исследуемого участка нарушена в результате ведения открытых горных работ разрезом «Шестаки». Нарушен и естественный режим фильтрации подземных вод. Уровень подземных вод устанавливается уже на более глубоких отметках. Водообильность угленосных отложений в целом, невысокая. Удельные дебиты скважин составляют 0,10-0,24 л/с.

Воды трещинные, напорно-безнапорные. Наибольшие напоры характерны для пониженных форм рельефа, величина их – 15-20 м.

По гидродинамическим свойствам в угленосной толще выделяются две зоны. Верхняя – связанная с интенсивно трещиноватыми породами и нижняя - связанная со слабо трещиноватыми породами. Верхняя толща трещиноватых пород (зона активного водообмена) является основным коллектором подземных вод. Эта зона установлена до глубины 100-150 м. Ниже трещиноватость затухает, обводненность отложений резко уменьшается, породы становятся водоупорами. Питание водоносного горизонта местное, инфильтрационное, разгрузка происходит в местную речную сеть. Подземные воды относятся преимущественно к типу весеннего и осеннего питания, с преобладанием первого. Подъем уровня в наблюдательных скважинах начинается в период интенсивного таяния снега (апрель) и продолжается до конца мая, затем происходит спад до декабря с небольшим осенним подъемом. Амплитуда колебаний уровня составляет 0,65-1,50 м. Летние кратковременные дожди не оказывают существенного влияния на положение уровней.

Для наглядного положения воронки депрессии карьера по данным замеров уровней в наблюдательных скважинах №1, №2 построен гидрогеологический профиль с отметками уровня в скважинах и в забое.

Водоносный комплекс отложений нижнего карбона в крайней северо-западной части исследуемого участка вскрыт двумя разведочным скважинам (7489 и 7490) и двумя гидрогеологическим скважинам (7501 и 7502). Отложения эти представлены органогенными обломочными известняками, темно-серыми с зеленоватым оттенком и темно-серыми алевролитами. В кровле появляются полимиктовые песчаники. Удельный дебит 0,019 и 0,091 л/с. Таким образом, водоносный комплекс отложений каменноугольного возраста характеризуется невысокой водообильностью пород и неравномерной водопроницаемостью [3].

Среднее значение уровня подземных вод на участке (неотработанное пространство)-12 м. Средняя абсолютная отметка поверхности участка 272м. таким образом, мощность обводненной зоны до гор.+150м.: 272-12-150=110м.

Исходными данными для оценки водопритоков являются гидрогеологические параметры водоносного горизонта, геометрические параметры горных выработок, проектируемая мощность разреза, продолжительность отработки полезного ископаемого.

Для расчета водопритоков в карьер в условиях полуограниченного напорного водоносного горизонта используется формула Ф.М.Бочевера [1]. Прогнозная величина водопритоков на текущей отметке +100 м (абс) величина водопритоков может достичь 189 м³/час, а при переходе на гор.-30 м (абс) – 254 м³/час.

Общая величина водопритоков в разрез в значительной мере зависит от количества талых и дождевых вод.

По опыту работ на территории Кузбасса в период весеннего снеготаяния водопритоки могут возрасти в 1,5-2 раза, т.е. могут составить 200-500 м³/час.

В период ливневых дождей ожидается резкое повышение водопритоков до 300-600 м³/час.

Разработка угольного месторождения открытым способом приводит к существенному изменению экологической обстановки, которое проявляется в техногенном воздействии на все компоненты геологической среды. Обильные водопритоки приносят множество неудобств в горнодобыче. Возможно затопление обрабатываемого пространства. Встает вопрос о необходимой производительности насосных установок.

Происходит изменение качественных характеристик добываемых углей – увеличение влажности. Для взрыва увлажненных скважин требуются более дорогостоящие взрывчатые вещества. Повышается себестоимость добываемых углей. Происходит изменение качественного состава природных вод. А потребление некачественной воды в свою очередь приводит к ухудшению здоровья населения [2].

Литература

1. Бочеввер Ф.М. Основы гидрогеологических расчетов. – М.: Недра, 1969. – 368 с.
2. Кувшинова Е. В. Оценка влияния открытой разработки Бачатского угольного месторождения и эксплуатации подземных водозаборов на водопользование в бассейне реки Бачат // Проблемы геологии и освоения недр: Труды XVII Международного симпозиума студ., аспирантов и молодых ученых. – Томск, 2013. – Т.1. – С. 226 – 228.
3. Шишигин С.П. Отчет «Участок Бачатский Западный I в Бачатском районе Кузбасса» (результаты поисковой разведки 1954-1955г.г.) Беловская ГРП. Трест «Кузбассуглегеология». Ленинск-Кузнецкий, 1958 г. Кемеровский филиал ФГУ «ТФГИ».

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ЭКСПЛУАТАЦИИ СООРУЖЕНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ МНОГОЛЕТНЕМЕРЗЛЫХ ПОРОД

О.И. Лобова

Научный руководитель профессор В.К. Попов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В сооружениях, возводимых на вечномёрзлых грунтах без принятия особых, отличных от обычных условий, мер и методов, возникают совершенно недопустимые деформации, затрудняющие эксплуатацию сооружений и приводящие к их полному разрушению [1]. Геоэкологическая безопасность достигается посредством принятия специальных мер и методов при возведении сооружений и последующим экологическим мониторингом природно-технических систем, который включает комплекс специальных режимных наблюдений, на основе которых определяется состояние сооружений и делается прогноз процессов, определяющих устойчивость сооружений и прилегающей к ним территории. Конечная цель мониторинга – обеспечение стабильности экологической ситуации территории и надежности функционирования геотехнических систем. Достигается эта цель в процессе выявления участков экологического риска и разработки мероприятий по устранению причин возникновения критических ситуаций.

В данной работе рассмотрена геоэкологическая безопасность гидротехнических сооружений на примере эксплуатации грунтовых плотин на ручье Ямном (г.Дудинка) и на ручье Певек (г.Певек, Чукотский Автономный округ).

Гидротехнические сооружения в криолитозоне представляют собой сложные природно-технические системы, включающие криогенные образования в теле и основании плотин и имеющие огромные дополнительные источники тепла в виде воды в водохранилищах. Поэтому геоэкологический мониторинг на них не только необходим, но и должен вестись на этапах проектирования, строительства и эксплуатации.

Особенностью рассматриваемых территорий – сплошное распространение многолетнемерзлых пород (ММП), которое обусловлено малыми величинами радиационного баланса, низкими среднегодовыми температурами воздуха и незначительной мощностью снежного покрова. ММП залегают непосредственно под слоем сезонного оттаивания. Сплошность ММП с поверхности нарушается подрусьными и подозерными таликами, а по разрезу линзами охлажденных грунтов. Границы таликов в плане совпадают с береговой линией озер.

Для напорных сооружений, построенных в зоне вечной мерзлоты, контроль и диагностирование их работы и состояния имеют особую актуальность в виду значительного, чаще неблагоприятного для сооружений влияния процессов деградации мерзлоты под воздействием тепла водохранилищ и фильтрующей воды. При этом переход грунтов оснований сооружений из мерзлого в талое состояние обычно сопровождается весьма значительными деформациями системы «основание - сооружение» [2].

Современное состояние рассматриваемых гидротехнических сооружений, построенных с целью увеличения объема аккумуляции поверхностного стока, оценивается как вызывающее опасения в отношении перспективы. В настоящее время наблюдаются нарушения целостности плотин, растепление и размыв грунтов на участках напорного фронта, выход фильтрационных вод на контакте паводкового водосброса с телом плотины, что создает угрозу потери воды из водохранилищ, в результате чего гидротехнические сооружения могут прекратить выполнять свое экологическое предназначение.

Для выяснения причин и выявления механизмов нарушения целостности гидроузлов на ручье Ямном и на ручье Певек был организован мониторинг гидротехнических сооружений. Мониторинг включал: визуальное и инструментальное изучение инженерно-геологических процессов и интенсивность их развития в пределах гидроузла и в зоне его влияния; детальную топографическую съемку объекта; инженерно-геологическое бурение; опробование грунтов насыпного слоя и грунтов основания с определением водно-физических и механических свойств; термокартаж скважин, пробуренных через тело плотины и в зоне прямого и опосредованного теплового влияния; геофизические работы.

По результатам выполненных работ можно сказать, что на участках гидротехнических сооружений характерны экзогенные процессы группы флювиальных, абразионных и водобалансовых, вызванных механическим и тепловым воздействием на мерзлые и оттаивающие породы водных масс, годовыми

колебаниями теплообмена на поверхностях и многолетними колебаниями водного баланса поверхности. Термоэрозийные процессы сопровождаются комплексом взаимосвязанных процессов, обусловленных врезанием водных потоков в мерзлые породы. На рассматриваемых территориях выражены в виде: просядок на гребне и верховом откосе плотин; полостей под плитами крепления верхового откоса; выхода фильтрационных вод на контакте паводкового водосброса с телом плотин. По результатам бурения подтверждается растепление мерзлого ядра в центральной части плотин.

Так для плотины на ручье Ямном отмечено наличие и развитие просядок на гребне и верховом откосе плотины. На верховом откосе плотины зафиксированы провальные явления чашеобразной формы диаметром до 2,5 м и глубиной 0,5 – 0,6 м. Наличие полостей под плитами крепления верхового откоса, связанных с суффозионными процессами. Глубина провала грунта в самом глубоком месте примерно 1,5 м. Сосредоточенный выход фильтрационных вод на контакте паводкового водосброса с телом плотины. В нижнем бьефе обнаружен очаг фильтрации, что свидетельствует о неблагоприятном фильтрационном режиме тела плотины. По результатам бурения отмечается растепление мерзлого ядра в центральной части. Таликовая зона прослеживается вдоль трубы эксплуатационного водосброса. Замеры температуры грунтов в теле плотины по скважинам показывают, что ядро до конца заморожено не было и с течением времени началось его растепление и как следствие, деформация плотины.

Для плотины на ручье Певек также основной причиной деградации мерзлоты, начавшейся с 1986г, явилось неэффективное использование воздушной замораживающей системы. В результате оттаивание грунтов привело к формированию зон фильтрации и интенсивному притоку тепла в тело плотины и ее основание. Увеличение размеров пор грунта при вытаивании прожилков льда способствовало суффозии - выносу частиц грунта фильтрационным потоком и дальнейшему расширению ходов фильтрации. Геофизическими изысканиями установлено, что большая часть разреза по оси плотины в настоящее время представлена тальми или пластично-мерзлыми техногенными грунтами. Преимущественно в талом состоянии находятся аллювиально-делювиальные грунты основания и верхняя часть разреза коренных пород. Твердомерзлым состоянием характеризуются только грунты береговых примыканий. При таком масштабном растеплении и «повреждении» плотины образование сквозных полостей и прорыв плотины в 2012 г. из водохранилища было потеряно 80% объема воды.

Результаты мониторинга показали, что дальнейшая эксплуатация плотин без проведения крупномасштабных ремонтных работ либо реконструкции невозможна. Поэтому были разработаны мероприятия для стабилизации состояния плотин, для каждой плотины свой комплекс мероприятий. Так для плотины на ручье Ямном (г. Дудинка) предусмотрено сохранение мерзлого ядра. А для плотины на ручье Певек (г. Певек, Чукотский Автономный округ), изначально запроектированной по первому принципу строительства, но со временем статическая и фильтрационная устойчивость постепенно перешла в талое состояние, предложен вариант комплекса мероприятий направленный на ее устойчивость в талых грунтах.

Литература

1. Цытович Н.А. Механика мерзлых грунтов: Общая и прикладная. – М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2010. – 448 с.
2. Рекомендации по натурным исследованиям и диагностике грунтовых плотин, расположенных в зоне вечной мерзлоты: П 81-2001/ ВНИИГ, Санкт-Петербург, 2001.

ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОДЗЕМНОЙ ГИДРОСФЕРЫ

Г.Р. Масалимова

Научный руководитель доцент М.Ю. Аржавитина
Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

Ухудшение экологической обстановки в мире приобрело глобальный характер и стало реальной угрозой дальнейшему развитию человеческой цивилизации. В своей основе оно имеет антропогенную природу. В результате постоянно возрастающей добычи и использования энергоресурсов и минерального сырья, создания крупных химических производств, не обеспеченных в должной мере надежными очистными сооружениями, и других видов хозяйственной деятельности во все возрастающих масштабах происходит деградация природных систем жизнеобеспечения.

Техногенез становится решающим фактором преобразования и подземной гидросферы Башкортостана. За последние три-четыре десятилетия он здесь превратился из локального в региональный процесс.

Геологическая среда в пределах территории г. Уфы представляет собой сложную постоянную изменяющуюся природно-техногенную систему. Здесь происходит интенсивная трансформация химического состава вод и изменение естественного взаимодействия в системе подземная вода-порода-газ-органическое вещество.

Режимные наблюдения за химическим составом и минерализацией воды источников свидетельствует о том, что на участках, где антропогенное воздействие на подземные воды не большое, эти показатели более стабильны. На участках, где вмешательство человека постоянное, они испытывают значительные колебания по сезонам года (максимальные концентрации в январе, феврале, июне, июле).

В промышленной (северной) части г. Уфы (на территории ОАО «Уфанефтехим», ОАО «Уфаоргсинтез», нефтеперерабатывающих заводов, городской свалки и др.) грунтовые воды часто приобретают хлоридно-

сульфатно-гидрокарбонатный, гидрокарбонатно-хлоридный, натриево-кальциевый, магниевый-кальциевый состав. Тип воды II (сульфатно-натриевый) переходит в IIIб (хлоркальциевый), одновременно возрастает минерализация подземных вод от 0.4 до 13.6 г/л. В них присутствуют тяжелые металлы, нефтепродукты, фенолы, диоксины.

Сложный и многоаспектный характер загрязнения подземной гидросферы диктует необходимость создания гидрогеологических полигонов для комплексного изучения вопросов, связанных с формированием режимов, загрязнением и изменением качества подземных вод. В условиях возрастающих техногенных нагрузок, сочетающихся с высоким потенциалом изменчивости воспринимающей их геологической среды, важно выявить оптимальные варианты для комплексного территориального размещения производственных и прочих структур, установить приоритетность мероприятий по защите территорий, разработать комплекс мер по рациональному использованию и стратегии охраны геологической среды.

Для предотвращения загрязнения подземных вод, учитывая особенности гидрогеологического строения участка работ (водообильность пород, глубина залегания водоупора, мощность потока подземных вод) предлагается применение следующих инженерных сооружений: - для предотвращения выхода загрязненных подземных вод, рекомендуется создание противодиффузионного экрана методом «стенка в грунте». - для перехвата и отвода загрязненных подземных вод первого водоносного горизонта рекомендуется заложение дренажных сооружений по периметру расположения объектов БОС, которые будут ограничены предполагаемым противодиффузионным экраном. Протяженность заложения противодиффузионного экрана и дренажных сооружений рекомендуется определять исходя из ширины грунтового потока в пределах участка работ, его направления, ширины зоны распространения загрязнения и с учетом параметров существующих объектов БОС.

Литература

1. СНиП 2.03.11-85 Защита строительных конструкций от коррозии.
2. СНиП 11-02-96 Инженерные изыскания для строительства. Основные положения.
3. Отчет по результатам инженерно-геологических изысканий «Уфахимпром». – Уфа, Республика Башкортостан, 2009г.

ПРИМЕНЕНИЕ КОСМОАЭРОМАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ УЧАСТКОВ МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ, ПОДВЕРЖЕННЫХ ОПАСНЫМ ПРИРОДНО- ТЕХНОГЕННЫМ ПРОЦЕССАМ (НА ПРИМЕРЕ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ)

А.А. Мележ

Научный руководитель доцент А.И. Павловский

Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины, г. Гомель, Беларусь

Космоаэроматериалы применяются для непрерывного одновременного контроля технического состояния объектов на всём протяжении магистральных трубопроводов. Кроме того, космоаэроматериалы дают возможность оперативно выявлять и точно определять координаты неожиданно случающихся крупных аварий на нефте- и газопроводах, зоны опасного проявления опасных природно-техногенных процессов, которые могут привести к таким авариям, а также отслеживать и прогнозировать чреватые разрывами магистральных трубопроводов медленные однонаправленные геодинамические деформации земной поверхности.

Среди основных задач, решаемых методами дистанционного зондирования, можно выделить следующие: выявление нарушений технического состояния объекта: разрывов, трещин, коррозионных зон, повреждений гидро- и теплоизоляции; контроль экологического состояния природной среды вдоль трассы магистрального трубопровода, выявление мест и объёмов подземных и наземных утечек углеводородов, областей загрязнений; анализ участков перехода трубопроводов через водные преграды, автодорожные и железнодорожные переходы; изучение активных разломов, трещиноватости и современных движений земной коры, их влияния на трубопровод, а также напряженно-деформационного состояния околотрубой среды; составление карт грунтов, зон подтоплений, обводнённых участков, областей засоления, коррозионно опасных сред, промерзающих и оттаивающих грунтов; исследование современных экзогенных процессов; ранжирование участков по степени опасности, выделение участков для первоочередного диагностического исследования.

По результатам полевых натурных исследований, космоснимкам и на основе анализа литературных данных установлены особенности проявления опасных геологических процессов на трассах магистральных трубопроводов, проходящих по территории Беларуси.

Опасные геологические процессы и явления – современные быстротекущие геологические процессы и явления, наносящие значительный материальный ущерб обществу, экономике и создающие угрозу жизни для людей при нарушении устойчивости геологической среды. К опасным геологическим процессам относятся: склоново-гравитационные (оползни, обвалы); водно-эрозионные (русловые процессы, овражная эрозия); процессы, связанные с подземными водами (подтопление, карст, суффозия, просадки); процессы, связанные с ветро-волновыми явлениями на акваториях (абразия); процессы криогенной группы (морозное пучение) и др.

Интенсивность, скорость, характер и направленность неблагоприятных процессов, протекающих в пределах трасс магистральных трубопроводов, определяется геоморфологическими условиями, свойствами горных пород и особенностями их залегания, типом руслового процесса (для подводных переходов), неотектоническими процессами, климатическими особенностями территории, степенью хозяйственного освоения территории.

Автором составлена классификация опасных природно-техногенных процессов, включающая следующие группы и типы процессов

1 группа – гравитационная, включает типы: обвально-осыпной, оползневой и крип;

2 группа – гидрогеологическая (процессы, связанные с деятельностью подземных вод, в том числе агрессивность подземных вод), включает типы: суффозионно-карстовый и подтопление;

3 группа – флювиальная, включающая такие типы процесса как: плоскостная эрозия, размыв берегов, русловые деформации;

4 группа – климатическая, включающая такие процессы как: протаивание, промерзание, переувлажнение грунта;

5 группа – тектоническая;

6 группа – технологическая.

Также в самостоятельную категорию можно отнести электрохимические свойства грунтов (оммическая составляющая), снеговую и ветровую нагрузку, нагрузка от обледенения наземного трубопровода.

Территория исследования пересекается сетью магистральных трубопроводов. Нефтепроводы представлены системами: «Дружба»; Сургут – Полоцк; система магистральных газопроводов: Торжок – Минск – Ивацевичи; Ивацевичи – Долина; Кобрин – Брест – государственная граница; Волковыск – государственная граница; Торжок – Долина; Ивацевичи – Вильнюс – Рига; Минск – Вильнюс; Минск – Гомель.

Боле подробнее остановимся на климатической и тектонической группах.

Тектоническая группа. Влияние геологических процессов, например, таких как современные движения земной коры (неотектонические движения), проявляемые наиболее ощутимо в местах тектонических нарушений, ранее не рассматривалось, но, в настоящее время, является одним из современных направлений в решении вопросов аварийности и коррозионной устойчивости трубопроводов [1]. Приуроченности аварий на магистральных трубопроводах к тектоническим разломам объясняется не только действием современных движений земной коры. Тектонические разломы представляют собой ослабленные, раздробленные участки земной коры, имеющие глубину и ширину. На этих участках возможны максимальные деформации грунта, являющиеся следствием влияния неотектоники, а также климатические (протаивание, промерзание, переувлажнение) и технологические (оттаивание мерзлого грунта вокруг нагретой трубы) процессы.

Кроме того, на тектонических разломах через трещины и поры может происходить проникновение воды вглубь пород, увеличивая взаимную подвижность тектонических блоков. Это, конечно, не может не отразиться на состоянии пересекающих их магистральных трубопроводов. При этом в опасных сечениях трубопровода возникают дополнительные напряжения, которые могут исчерпать запас прочности трубопровода и вызвать его разрушение. До 77% аварий наблюдается на юге страны (нефтепровод «Дружба»), здесь трубопровод неоднократно пересекает различные тектонические структуры Припятского прогиба или идет параллельно этим структурам в непосредственной близости от них. Причем, 42 аварии из зафиксированных 66 на юге страны приурочены к тектоническим разломам и границам тектонических блоков.

Климатическая группа. Изменения климата сопровождаются многочисленными экстремальными погодными и климатическими проявлениями (ливни, наводнения, засухи, ураганы, сильная жара, чередование оттепелей и низких температур), которые негативно сказываются на состоянии взаимообусловленных природных и техногенных систем. Два последних десятилетия характеризуются увеличением частоты и интенсивности экстремальных явлений, что обусловило увеличение рисков и потерь. Основным условием обеспечения устойчивости и прочности системы «трубопровод – грунт» является недопущение переувлажнения или чрезмерного колебания влажности грунта. Важнейшим источником увлажнения и климатическими факторами, влияющими на водно-тепловой режим, являются атмосферные участки, испарение, амплитуда и быстрота колебаний температуры воздуха и почвы, продолжительность морозного периода, направление и скорость ветра, мощность снежного покрова, глубина промерзания грунта.

Уязвимость трасс трубопроводов является функцией не только негативных воздействий климата, но и способности объектов адаптироваться к ним. Поэтому при проектировании и строительстве трубопроводов необходимо учитывать возможности появления пучин в процессе их эксплуатации и принимать инженерные решения, исключающие появление пучин, то есть прогнозировать их появление, тем самым предохраняя инженерные конструкции от разрушения.

Для каждого трубопровода на территории Беларуси выделяются свои специфические особенности проявления опасных геологических процессов. Следует отметить, что опасные геологические процессы по своей сути также неоднородны. Например, широтная ветка нефтепровода «Дружба» почти на всем своем протяжении пересекает территории с агрессивными грунтовыми водами. Газопровод Торжок – Минск – Ивацевичи пересекает лёссовидные отложения мощностью от 1–2 до 4 м. Трубопровод Ямал – Европа пересекает несколько небольших водных объектов, среди которых наиболее крупные рр. Щара, Рось, Нарев. Из самых опасных можно выделить широтную ветку нефтепровода «Дружба» и газопроводы Ивацевичи – Брест, Витебск – Могилёв. На трассах этих трубопроводов преобладают все из перечисленных опасных геологических процессов. Трасса магистрального трубопровода Торжок – Минск – Ивацевичи и меридиональная ветка нефтепровода «Дружба» на всём своём протяжении пересекают неблагоприятные участки, но доля их в пределах расположения магистралей незначительна. Неблагоприятные природно-техногенные процессы отмечаются на участках каждого магистрального трубопровода, что может спровоцировать их аварийность. Резкое изменение климатических и геоморфологических условий способствует формированию новых опасных для трубопроводов участков, а также усилению процессов, действующих на их территории.

Таким образом, в ряду методов выявления участков проявления природно-техногенных процессов особое место занимают дистанционные исследования, позволяющие охватить значительные пространства за ограниченное время [2]. Магистральные трубопроводы представляют собой линейные транспортные объекты протяженностью более тысячи километров, поэтому для оперативного получения информации о проявлении и развитии опасных природно-техногенных процессов целесообразно применение космических снимков, позволяющие оконтуривать участки с проявлениями опасных природно-техногенных процессов и со сложными инженерно-геологическими условиями. Таких участков может быть довольно много и динамика развития геологических процессов может быть весьма высока, поэтому особую важность приобретают методы ранжирования приоритетности выделенных интервалов трассы магистрального трубопровода в организации детальных исследований опасности ситуации для объектов трубопроводной системы.

Литература

1. Коровкин В.Н., Липский В.К. Геологические условия возникновения аварийности на магистральных трубопроводах / В.Н. Коровки, В.К. Липский // Надежность и безопасность магистрального трубопроводного транспорта: материалы VII Международной научно-технической конференции. – Новополоцк: ПГУ, 2011. – С. 35–37.
2. Методические рекомендации по применению аэрокосмических методов для диагностики трубопроводных геотехнических систем и мониторинга окружающей среды. – М.: ИРЦ Газпром, 1995. – 60 с.
3. Мякота В.Г. Оценка опасных геологических процессов на трассах магистральных трубопроводов Республики Беларусь с использованием материалов дистанционных съемок / В.Г. Мякота // Материалы Международной конференции «Дистанционное зондирование природной среды: теория, практика, образование», 2009. – С. 145–147.

ПРИНЦИПЫ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКОГО РАЙОНИРОВАНИЯ ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Т.А. Мележ

Научный руководитель доцент А.И. Павловский

Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины, г. Гомель, Беларусь

При инженерно-геологическом районировании детализируется районирование территории, уточняются границы и характеристики таксономических единиц, приводятся рекомендации по размещению проектируемых зданий и сооружений, выбору типов фундаментов, инженерной подготовке и использованию территории, природопользованию и охране геологической среды.

Инженерно-геологическое районирование территории Беларуси предусматривает:

осуществления перспективного планирования размещения крупных территориально-промышленных комплексов;

прогнозирование степени сложности инженерно-геологических условий во вновь осваиваемых районах и возможность их изменения под влиянием естественных и искусственных факторов;

установление взаимосвязей интенсивности развития экзогенных геологических процессов и явлений с геологическим строением и инженерно-геологическими условиями;

обоснование проведения комплексных исследований в различных целях;

осуществление мероприятий по охране геологической среды и рациональному использованию природных ресурсов.

При инженерно-геологическом районировании больших территорий в основу принимается тектонический фактор, с которым связаны характер и направленность движений, определенное сочетание геологических фазаций, условий залегания пород, их состав и свойства. Применительно к территории Беларуси этот принцип может быть положен в основу инженерно-геологического районирования четвертичных отложений, так как свойства горных пород ледниковой формации определяются чаще всего их генезисом.

Эксплуатация промышленных комплексов, разнообразные виды строительства, разработка месторождений полезных ископаемых, значительный и непрерывный отбор подземных вод, искусственное восполнение их запасов способствует развитию новых инженерно-геологических процессов и явлений. Нарушение естественного равновесия в нижних этажах осадочного чехла в большинстве случаев ведет к развитию негативных инженерно-геологических процессов на поверхности. Размеры и интенсивность этих процессов и явлений зависит от многих факторов и в первую очередь от инженерно-геологических свойств пород, залегающих как в интервале непосредственного расположения инженерных сооружений, так и выше их.

Установление закономерностей развития инженерно-геологических процессов и явлений под влиянием деятельности человека и их прогнозирование являются одной из важных проблем при обосновании рационального использования территорий. Анализ материалов позволяет выделить несколько этапов в создании карт инженерно-геологического районирования территории Беларуси [2]:

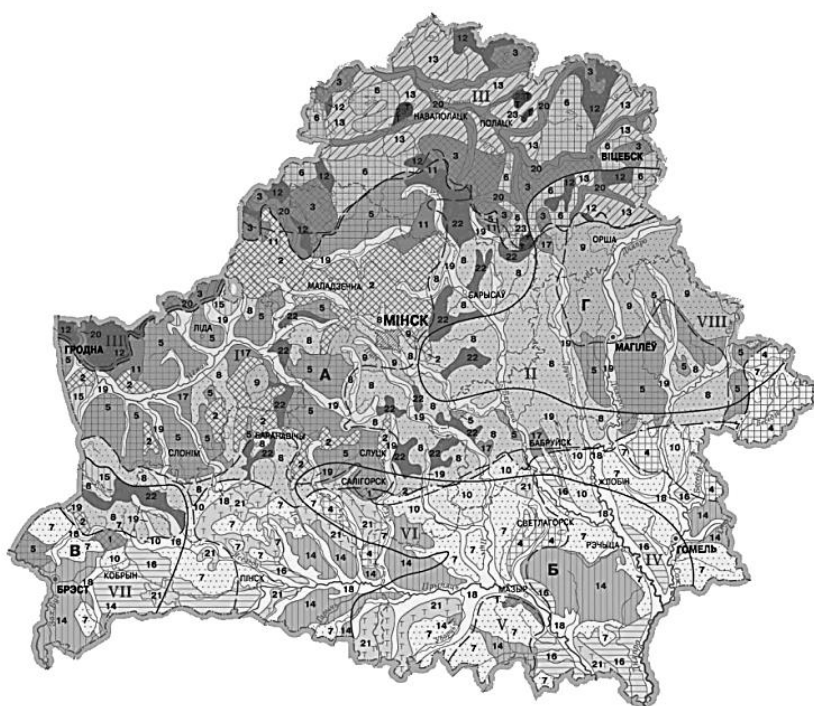
на первом этапе (1960-1970 гг.) инженерно-геологического районирования решались вопросы, связанные с созданием обзорных и мелкомасштабных карт. Первая такого рода работа выполнена в Белорусской геолого-гидрогеологической экспедиции (БГГЭ) Ю.С. Зубрицким, Н.И. Парфеновым, Л.М. Волковой. Авторами обобщен большой фактический материал, связанный с геологическим и инженерно-геологическим исследованием территории Беларуси, и составлена обзорная инженерно-геологическая карта. В основу

составления карты был положен принцип формационного и литолого-геологического анализа разрезов. На этом этапе была заложена идея инженерно-геологического районирования территории по четырем крупным тектоническим регионам: Белорусскому кристаллическому массиву и его склонам, Оршанской, Брестской и Припятской впадинам. Авторы ограничились инженерно-геологической характеристикой лишь ледниковой формации поверхностных отложений, разделенных на подформации березинского, днепровского, московского и валдайского оледенений с соответствующим выделением комплексов – моренного, конечно-моренного, флювиогляциального, озерно-ледникового, озерно-болотного и аллювиального. В дочетвертичных отложениях выделены метаморфическая, интрузивная, нижнетерригенная, эффузивно-осадочная, терригенно-карбонатная, карбонатная и верхне-терригенная формации без характеристики инженерно-геологических свойств горных пород.

На втором этапе (1971-1976 гг.) в БГЭ разработана карта инженерно-геологических условий территории Беларуси (Л.И. Панасенко, Н.Ф. Шахнюк), на которой более детально отражены особенности свойств горных пород ледниковой формации.

Одним из этапов в разработке инженерно-геологического районирования территории Беларуси были работы, выполненные в БелНИГРИ (Г.А. Колпашников, В.М. Мотуз, Н.И. Курбатова и др.) и в БелГИИЗ (В.Ф. Вишнеvский, В.Г. Лободенко и др.). В основу инженерно-геологического районирования положен тектонический фактор, определяющий закономерности пространственной изменчивости горных пород.

Результатом работ являются карта-схема инженерно-геологического районирования территории Беларуси (рис.) и инженерно-геологическая характеристика ледниковой формации Беларуси. К настоящему времени вопросы инженерно-геологического районирования рассмотрены с достаточной полнотой. Разработаны принципы, признаки, типы, логические варианты и системы районирования, сформулирован основной закон региональной инженерной геологии, который гласит, что современные особенности инженерно-геологических структур Земли определяются историей их геологического развития, современным структурно-тектоническим положением и климатическими условиями, а на освоенных территориях и техногенным воздействием. Но, отдельные вопросы районирования остаются дискуссионными. Это относится, в частности, к выделению инженерно-геологических регионов.



Условные обозначения:

Инженерно-геологические районы:

А – Центральнобелорусский; Б – Припятский; В – Брестский; Г – Оршанский

Инженерно-геологические области:

I – Белорусская гряда

II – Центрально-Березинская равнина

III – Белорусское Поозерье

IV – Гомельское Полесье

V – Мозырское Полесье

VI – Припятское Полесье

VII – Брестское Полесье

VIII – Оршано-Могилевская равнина

Рис. Инженерно-геологическое районирование Беларуси

При инженерно-геологическом районировании под инженерно-геологическим регионом, понимают наиболее крупное подразделение, которое охватывает территорию какой-либо структуры, выделяется он по общности основных признаков, характеризующих строение коренной основы, поверхностных отложений, гидрогеологические условия, геоморфологическую обстановку и геологические процессы.

Галкин А.Н. [1] предлагает новый вариант инженерно-геологического районирования Беларуси. В качестве таксономической единицы более высокого ранга рассматривается инженерно-геологический регион второго порядка, таких регионов выделено два – Воронежско-Тверская антеклиза и Балтийско-Белорусская синеклиза, отвечающие крупным новейшим структурам запада Восточно-Европейской платформы. В каждом регионе, в зависимости от характера пород, активно вовлеченных в инженерно-хозяйственную деятельность, выделены провинции распространения пород и осадков без жестких связей. В каждой провинции по характеру современного состояния пород верхней части геологического разреза выделена зона распространения талых и немерзлых пород с подзонами, причем в пределах Балтийско-Белорусская синеклизы выделено две подзоны: развития слабо и умеренно увлажненных пород и развития сильно увлажнённых пород.

По геоморфологическому признаку в каждой подзоне выделены инженерно-геологические области первого и второго порядка. При выделении первых основным признаком послужили морфоструктурные особенности, вторых – морфологические показатели рельефа. Инженерно-геологическое районирование территории Беларуси, проведенное в 70-е исследователями БелНИГРИ и районирование, проведенное Галкиным А.Н. основывается на едином признаке – тектоническом.

Литература

1. Галкин, А.Н. Новый подход к инженерно-геологическому районированию территории Беларуси / А.Н. Галкин // Литосфера. – Москва, 2009. – №1. — С. 75 – 80.
2. Колпашников Г. А. Особенности инженерно-геологического районирования территории Беларуси в связи с рациональным использованием геологической среды / Г.А. Колпашников [и др.] // Гидрогеологические и инженерно-геологические проблемы Белоруссии. Сб. научных трудов. – Минск: БелНИГРИ, 1977. – С. 142–156.

ОЦЕНКА ИНЖЕНЕРНО-ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ДОЛИНЫ РЕКИ ПРИПЯТЬ С ЦЕЛЬЮ ХОЗЯЙСТВЕННОГО ОСВОЕНИЯ (В ПРЕДЕЛАХ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ)

Т.А. Мележ, Е.В. Чуешова, В.С. Рудько

Научный руководитель доцент А.И. Павловский

Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины, г. Гомель, Беларусь

Долина реки Припять характеризуется неоднородностью природно-климатических условий: особенности тектонического строения территории, наличие разломных зон, неотектонические движения земной коры, характер подстилающих пород, продолжительность формирования и развития территории, ледниковые покровы. Авторами было проведено геоморфологическое районирование поймы реки Припять, в основу которого положены особенности морфологии и тип руслового процесса преобладающего на отдельных участках, исходя из этих критериев, было выделено 8 морфогенетических районов: **Район 1.** Охватывает территорию от границы «Украина – РБ» до города Пинска. **Район 2.** Расположен на участке город Пинск – устье реки Горынь. **Район 3.** Охватывает территорию от устья реки Горынь до устья реки Случь. **Район 4.** Простирается от устья реки Случь до н. п. Лясковичи. **Район 5.** Имеет распространение от н. п. Лясковичи до устья реки Уборть. **Район 6.** Охватывает территорию от устья р. Уборть до г. Мозыря. **Район 8.** Расположен на участке н. п. Барбаров – граница РБ – Украина.

Интенсивность, скорость, характер и направленность неблагоприятных природно-техногенных процессов, протекающих в пределах крупных речных долин Беларуси, определяется геоморфологическими условиями формирования речных долин, свойствами горных пород и особенностями их залегания, типом руслового процесса, степенью хозяйственного освоения территории. Авторами разработана классификация природно-техногенных процессов. Выделено два ранга процессов: первый ранг объединяет природные процессы, и включает два класса: **донно-эрозионно-аккумулятивных и береговых эрозионно-аккумулятивных процессов.** Класс **береговых эрозионно-аккумулятивных процессов** объединяет пять групп и 13 типов:

1 группа – флювиальная, включающая такие типы процесса как: плоскостная эрозия и аккумуляция, эрозия и аккумуляция временных и постоянных водных потоков, размыв берегов и формирование аккумулятивной поймы;

2 группа – гидрогеологическая (процессы, связанные с деятельностью подземных вод), включает типы: суффозионно-карстовый и подтопление;

3 группа – гравитационная, включает типы: обвальная-осыпная, оползневая и крип;

4 группа – эоловая, включающая такие типы как: дефляция и аккумуляция;

5 группа – биогенная, включает типы: заболачивание и торфонакопление.

Второй ранг объединяет техногенные процессы. Здесь можно выделить два класса:

Класс собственно-техногенных процессов, в данном случае, человек выступает, как непосредственный рельефообразующий фактор, создавая отрицательные формы (карьеры, котлованы и др.) и положительные (насыпи, отвалы, дамбы и т.п.) формы рельефа.

Класс техногенно-природных процессов – процессы, формируются или активизируются под влиянием деятельности человека (вырубка лесов, строительство авто и ж/д дорог, распашка склонов и т.п.). В зависимости от видов воздействия человека на природную среду выделяются следующие основные **группы техногенно-природных процессов**:

- процессы, вызванные промышленно-гражданским строительством;
- процессы, вызванные гидротехническим строительством;
- процессы, вызванные строительством автомобильных и железных дорог;
- процессы, вызванные разработкой полезных ископаемых;
- процессы, вызванные сельскохозяйственной деятельностью;
- процессы, вызванные вырубкой лесов.

На основании комплекса геоморфологических факторов и интенсивности опасных инженерно-геологических процессов (превалирующим на данной территории является процесс подтопления и затопления) автор выделил три участка по условиям инженерного освоения: неблагоприятные; потенциально неблагоприятные; относительно благоприятные ().

На основании комплекса геоморфологических факторов и интенсивности опасных инженерно-геологических процессов (превалирующим на данной территории является процесс подтопления и затопления) автор выделил три участка по условиям инженерного освоения:

Неблагоприятные. Распространяются на пойму реки, которая по условиям затопляемости территорий относится к району, требующему дорогостоящих инженерных мероприятий. Кроме того, в пределах поймы отмечены участки развития болотных отложений, не пригодных в качестве оснований сооружений. Для застройки этих районов требуются мероприятия как сплошной намыв, устройство дамб, обвалование, создание регулирующих водохранилищ, устройство систем дренажа, осушение заболоченных земель. Учитывая отмеченное, пойменные земли рекомендуется использовать под зеленые насаждения и зоны отдыха. Также к описываемому участку относится территория Мозырских краевых образований. Здесь развиваются такие инженерно-геологические процессы экзотехногенной геодинамики: делювиальный смыв, в результате деятельности временных водных потоков, оползнеобразование, крип, суффозионные процессы. Поэтому рекомендуется проводить ряд защитных мероприятий: противоэрозионные, противооползневые (регулирование поверхностного стока, защита от подмыва и размыва, сооружение подпорных стен, анкерных креплений и др.), против суффозионные (снижение уровней грунтовых вод дренажными системами, отсыпка водопроницаемых пород).

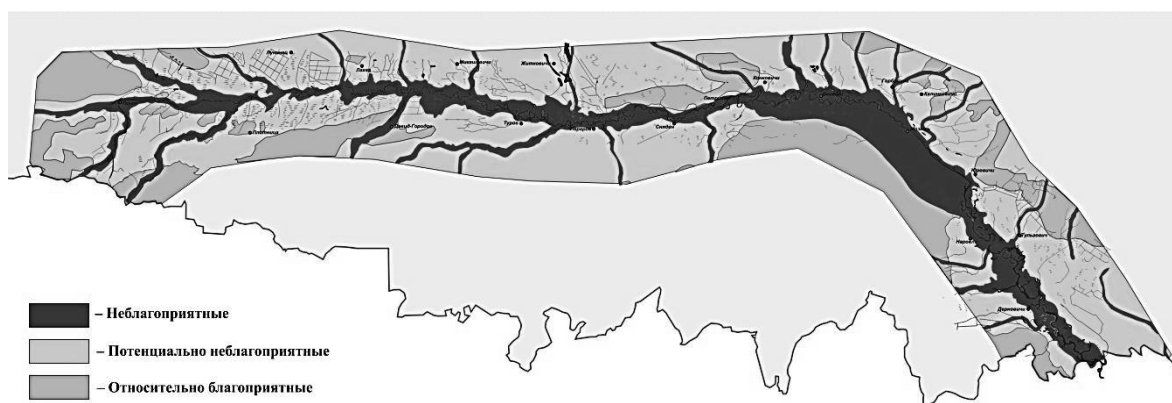


Рис. Карта-схема инженерно-геоморфологического районирования по условиям инженерного освоения

Потенциально неблагоприятные. Приурочен, главным образом, к первой надпойменной террасе. Для рассматриваемой территории характерны процессы заболачивания, дефляции, эрозия временных водных потоков, гравитационные процессы, в частности, развитие оползневых процессов. Для инженерного использования данных территорий необходимо проводить ряд мероприятий [1]:

противооползневые и противоэрозионные: укрепление участков засыпкой промоин с последующим мощением камнем, укрепление габионами, бетонными плитами, а также одерновкой;

в районах распространения заболоченных массивов: мелиоративные мероприятия, в частности, осушение, в этом случае, осушением должны достигаться не только понижение уровня грунтовых вод и ограждение осушаемой территории от избыточного обводнения поверхностными и подземными водами, такое осушение проводится с регулированием стока поверхностных вод. На участках, отводимых под строительство дорожного полотна, особое внимание должно быть обращено на выбор грунтов, под насыпи, из которых они должны возводиться, и плотность их укладки в тело насыпей. Рекомендуется применять преимущественно хорошо дренируемые грунты: средне- и крупнозернистые пески, гравий, галечники, щебнистые и грубообломочные. Превалирующими видами инженерных сооружений на таких площадях являются: дороги, линии электропередачи и другие линейные сооружения.

Относительно благоприятные. Охватывает вторую надпойменную террасу, краевые ледниковые образования (Хойникские высоты и Мозырская гряда) и водно-ледниковые равнины и низины (Житковичская,

Озаричская, Василевичская, Столинская, Мозырская и Хойникская) [2]. В пределах рассматриваемого участка развиваются такие процессы: делювиальные смыв, эоловые процессы, частично линейная эрозия, вследствие незначительного эрозионного потенциала территории, частичное подтопление, обусловленное слабым водообменом в толще моренных глинистых грунтов. Инженерное освоение возможно при проведении комплекса защитных мероприятий: дренажные и водозащитные мероприятия, а также мероприятия описанные выше.

Как показывает практика градостроительства, дальнейшее территориальное расширение развивающихся городов происходит за счет сноса ветхих малоценных строений, а также за счет отвода ценных пахотных земель пригородных хозяйств. «Неудобные» территории – заболоченные и затопляемые пойменные зоны, овраги, свалки, подрабатываемые земли и другие площади, нарушенные производственной деятельностью человека и находящиеся во многих городах, даже вблизи центра, - пока еще используются мало.

Литература

1. Ломтадзе В.Д. Инженерная геология / В.Д. Ломтадзе. – Л.: Недра, 1978. – 496 с.
2. Матвеев А.В. Рельеф Белоруссии / А. В. Матвеев. – Мн.: Университетское, 1988. – 320 с.

СОЦИАЛЬНЫЕ И КУЛЬТУРНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ НА ПРИМЕРЕ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

Т.А. Мехович

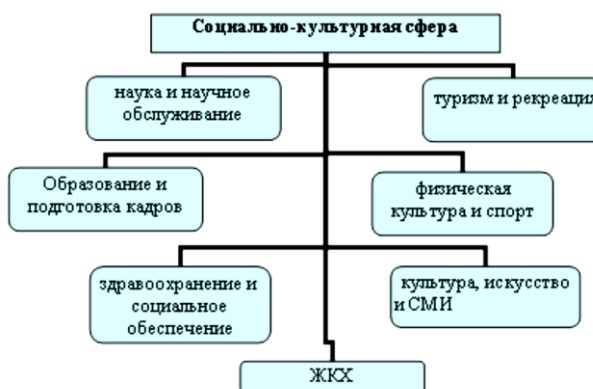
Научный руководитель профессор В.К. Попов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Введение. Концепция устойчивого развития с каждым годом становится все актуальнее. Устойчивое развитие - развитие общества, которое позволяет удовлетворять потребности нынешних поколений за счет природных ресурсов, в том числе и водных, не нанося ущерба окружающей среде и ее возможностям, оставляемым в наследство будущим поколениям для



Рис.1 Взаимосвязь структурных элементов устойчивого развития



удовлетворения их собственных потребностей.

Рис.2 Структура социально-культурной сферы

Цель данной работы: Рассмотреть основные социально-культурные аспекты в водопользовании, которые в совокупности приводят к негативным или позитивным результатам.

Социально-культурная сфера представляет совокупную организацию общества и в соответствии с Законом РФ «О бюджетной классификации РФ» (1996 г.), социально-культурная сфера включает в себя следующие группы или отрасли:

1. Культура, искусство, СМИ

Отрасль культуры – идейное и нравственное состояние общества, определяемое материальными условиями жизни общества и выражаемое в его быте, идеологии, образовании, воспитании, в достижениях науки и искусства. Культура водопользования в Томске развита достаточно плохо. Не соблюдаются зоны санитарной охраны подземного водозабора. Долги за водоснабжение (в 2013г. долг составил 206 миллионов рублей).

2. Отрасль образования и профессиональная подготовка кадров. На официальном сайте Государственной Думы РФ названо 4 проблемы системы водоснабжения и водоотведения РФ, одной из них является нехватка кадров.

3. Здоровоохранение – система государственных мероприятий по охране здоровья, предупреждению и лечению болезней и продолжению жизни человека. Ни для кого не секрет, что от качества потребляемой воды напрямую зависит наше здоровье. Вода в Томске, по причине природного состава имеет повышенное содержание железа, что влечет за собой заболевание печени и почек, МКБ. Сибирский федеральный округ находится на втором месте по количеству людей страдающих МКБ (на 100000 человек 683 имеют данный диагноз).

4. ЖКХ

Жилищно-коммунальное хозяйство (ЖКХ) — комплекс отраслей, обеспечивающий функционирование инженерной инфраструктуры. Включает в себя объекты социальной инфраструктуры для обслуживания жителей. В том числе, ЖКХ включает в себя Водоснабжение и водоотведение.

Проблемы систем водоснабжения и водоотведения названные Думой РФ:

- 1)технические;
- 2)институциональные;
- 3)финансово-экономические;
- 4) управленческие и кадровые.

Хозяйственно-питьевое водоснабжение Томской области осуществляется преимущественно за счет подземных вод. В городах Томске, Северске, Стрежевом, Асино работают крупные централизованные системы водоснабжения. Источниками водоснабжения на основной части территории области являются воды палеогеновых отложений, реже четвертичных и меловых, в южной и юго-восточной части области - палеозойских образований. Суммарный водоотбор подземных вод в 2012 году составил 254,99 тыс. м³ в сутки. Наибольшее изменение гидродинамического режима подземных вод на территории области отмечается под влиянием интенсивной добычи подземных вод на крупных водозаборах. Наиболее крупными потребителями являются город Томск, и находящийся рядом г. Северск, водоснабжение которых осуществляется за счет эксплуатации Томского и Северского МПВ тремя крупными водозаборами. Томский водозабор находится на территории Обь-Томского междуречья, состоит из 198 скважин, расположенных на 3 линиях.

Северский водозабор №1 расположен на правом берегу реки Томи, в пределах 2 надпойменной террасы, эксплуатирует воды палеогеновых отложений и состоит из 34 скважин. Северский водозабор №2 находится в 4 км восточнее г. Северска, на правом берегу реки Киргизка, эксплуатирует воды палеогенового и верхнемелового водоносных комплексов и состоит из 27 скважин.

Многолетняя совместная эксплуатация Томского и Северских водозаборов привели к формированию единой депрессионной воронки в палеогеновом водоносном комплексе.

Стоит отметить, что система водопровода в г. Томске имеет достаточно изношенный фонд, вследствие чего норы потребления достаточно завышены: удельное водопотребление составляет в среднем 185 литров в сутки на 1 жителя. Недавнее завершение строительство третьей линии скважин и ввод ее в эксплуатацию привел к перераспределению объемов добычи вод (уменьшение нагрузки на первую очередь скважин с последующим распределением нагрузки на вторую и третью очереди). Обширная воронка, вышедшая за пределы Обь-Томского междуречья вызвала нарушение водного режима малых объектов. Изменение водного режима так же сказывается на почвенном слое: осушение земель приводит к падению плодородия.

5. Индустрия туризма, гостеприимства и рекреационных услуг.

Данная индустрия в Томской области проявлена слабо, однако на примере санатория «ЧАЖЕМТО» можно с уверенностью говорить о возможности развития рекреационных зон, связанных с лечебным профилем.

6. Наука

Научные проблемы, связанные с водопользованием достаточно обширны, норабота над ними ведется постоянно. Например, при НИ ТПУ существует институт воды, цель которого: подготовка и реализация комплексных решений по водоподготовке, водоочистке и эксплуатации водных ресурсов на основе НДТ (наилучших доступных технологий).

Выводы. В будущем человечество ожидает острая нехватка воды. На этом фоне становится совершенно ясно, что и для человека, и для промышленности, и для развития целых регионов очень важно иметь эффективное полноценное снабжение водой (как питьевой, так и промышленной), а так же рациональное ее использование. Вместе с тем, увеличивающаяся конкуренция в области снабжения питьевой водой вынуждает компании не только постоянно учитывать технологическую надежность и доступность сферы водопользования, но и более пристально, чем это было раньше, рассматривать вопрос её эффективности. В данной работе говорилось о том, что в Томске есть интересные перспективы экономического, экологического и социального развития, к сожалению, на сегодняшний день систему водопользования в Томской области сложно назвать устойчиво развивающийся. Следует искать новые методы и подходы к решению водных проблем и развитию водного рынка.

Литература

1. Данилов-Данильян В.И., Хранович И.Л. Управление водными ресурсами. Согласование стратегий водопользования. – М.: Научный мир, 2010. – 232 с.
2. Комплексное использование водных ресурсов: уч. пособие./ С.В.Яковлев, И.В. Губий, И.И. Павлинова. 2-е изд. – М. Выс. шк., 2008– 383 с.
3. Подземные воды мира: ресурсы, использование, прогнозы / под ред. И.С Зекцера. – М.: Наука, 2007. – 438 с.

4. Попов В.К., Лукашевич О.Д., Коробкин В.А., Золотарева В.В., Галямов Ю.Ю.. Эколого-экономические аспекты эксплуатации подземных вод Обь-Томского междуречья. – Томск: Изд-во Томского архитектурно-строительного университета, 2003. – 174 с.
5. Состояние геологической среды (недр) территории Сибирского федерального округа в 2012 г. Информационный бюллетень, выпуск 9. – Томск: «Стандарт», 2013 г. – 184 с.
6. Водный кодекс Российской Федерации (от 28.12.2013 N 396-ФЗ).
7. Данилов-Данильян В.И. Окружающая среда между прошлым и будущим: мир и Россия (опыт эколого-экономического анализа). – М., 1994. – 133 с.
8. Концепция государственной политики в сфере использования, восстановления и охраны природных ресурсов России // Использование и охрана природных ресурсов России. – 2000. – № 6. – С. 36–45.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ИЗМЕНЕНИЯ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ТЕРРИТОРИЙ, ПРИЛЕГАЮЩИХ К ПРУДАМ-НАКОПИТЕЛЯМ СБРОСНЫХ ШАХТНЫХ ВОД (НА ПРИМЕРЕ ЗАПАДНОГО ДОНБАССА)

А.Ю. Омельчук, И.М. Семенихин

Научный руководитель профессор Г.П. Евграшкина

Днепропетровский национальный университет им. О. Гончара, г. Днепропетровск, Украина

В результате длительного проведения подземных горных работ в Западном Донбассе произошло нарушение равновесия геологической среды в системе «вода-порода» в связи с водоотливом значительных объемов минерализованных шахтных вод (свыше 23 млн. м³/год). Ежегодно с шахтными водами в р. Самару поступает до 100 тыс. тонн воднорастворимых солей, что составляет около 20-25% ее солевого стока. Планируемое наращивание объемов добычи угля приведет к увеличению водного и солевого стоков шахт, соответственно в 1,5 до 2,5 раза, вызовет устойчивое загрязнение подземных и поверхностных вод региона.

Основными результатами влияния шахтных вод и горных работ на окружающую среду региона являются: 1. Устойчивое ухудшение качества водных ресурсов Западного Донбасса вследствие возрастающего загрязнения поверхностных и подземных вод шахтными стоками. 2. Просадки дневной поверхности над отработанным пространством на всех действующих шахтах с формированием очагов подтопления и затопления. 3. Снижение естественной защищенности подземных вод от загрязнения с поверхности в зоне влияния горных работ вследствие разрушения водоупоров и усиления перетоков шахтных вод в водоносные горизонты из прудов-накопителей.

Достоверная оценка и прогноз этих процессов требует применения современных математических моделей, описывающих закономерности изменений гидролого-гидрогеологических условий. В наиболее простых случаях могут использоваться модели установившейся и неуставившейся фильтрации в однородной среде. В сложных гидрогеологических условиях с переменными параметрами, характеризующими фильтрацию в неоднородной среде, чрезмерное упрощение природной обстановки может приводить к недостоверности гидрогеологических прогнозов. В таком случае адекватное описание геофильтрации возможно лишь с помощью численных моделей. Распространенным подходом при математическом моделировании подземных вод является переход к плановым моделям, в которых отражается неоднородность фильтрационных свойств пород с возможностью последующего решения одномерных гидродинамических и миграционных задач [1].

Объектом исследования являются процессы геофильтрации и геомиграции на примере территории, прилегающей к пруду-накопителю сбросных шахтных вод в балке Свидовок.

Пруд-накопитель сбросных шахтных вод «Свидовок» введен в эксплуатацию в 1983 году (Рис), с экспериментальным вариантом коллоидно-солевого экрана, который оказался неэффективным по причине разрушающего действия высокоминерализованного сброса. На данный момент в пруд-накопитель сбрасывают шахтные воды центральная группа шахт: Благодатная, Павлоградская, им. Героев Космоса, Терновская, Западно-Донбасская и осуществляется перекачка из пруда-накопителя «Таранова».

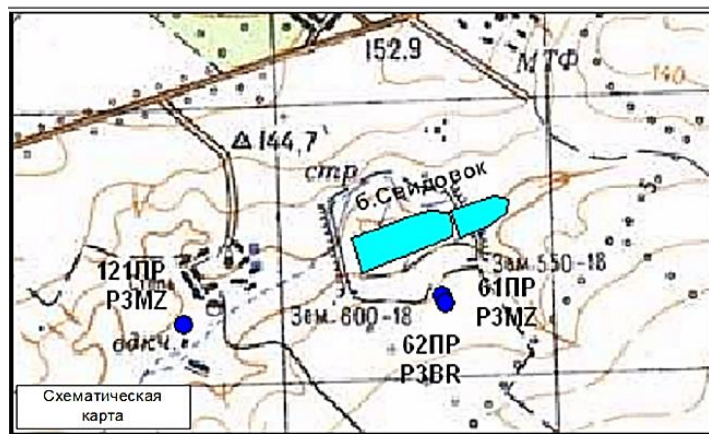


Рис. Схематическая карта расположения пруда-накопителя «Свидовок»

Математическая модель состоит из двух частей: фильтрационной и миграционной. Фильтрация в общем виде описывается трехмерными уравнениями математической физики параболического типа в частных производных:

$$\frac{\partial^2 H}{\partial X^2} + \frac{\partial^2 H}{\partial Y^2} + \frac{\partial^2 H}{\partial Z^2} + \frac{W}{T} = \frac{1}{a} \times \frac{\partial H}{\partial t}, \quad (1)$$

где, H – гидродинамический напор, м; X, Y, Z – пространственные координаты, м; W – инфильтрационное питание, м/сут; T – коэффициент водопроницаемости, м²/сут; a – коэффициент удерживания, м²/сут; t – временная координата, сут.

В исследуемых условиях составляющая гидродинамического напора по координате Z значительно меньше составляющих по X и Y , поэтому ею можно пренебречь. Уравнение (1) примет вид:

$$\frac{\partial^2 H}{\partial X^2} + \frac{\partial^2 H}{\partial Y^2} + \frac{W}{T} = \frac{1}{a} \times \frac{\partial H}{\partial t}. \quad (2)$$

Предложено два методических приема для решения задачи плановой фильтрации в такой постановке. Первый: строится гидродинамическая сетка и по токовым линиям решается плановая задача, состоящая из множества одномерных решений уравнения:

$$\frac{\partial^2 H}{\partial X^2} + \frac{W}{T} = \frac{1}{a} \times \frac{\partial H}{\partial t}, \quad (3)$$

Второй: уравнение (2), не имеющее аналитических решений для участков неправильной формы и сложной конфигурации решаем в конечных разностях. Первый прием считаем более гидрогеологическим, потому что он использует аналитические решения на основе гидродинамической сетки, которая отображает структуру фильтрационного потока. Токовые линии моделируют траектории движения частиц воды. Для однозначного выбора гидродинамической схемы и вида дифференциального уравнения, которое описывает процесс изменения уровня подземных вод на исследуемой территории, расчеты выполнялись по аналитическим решениям уравнений Лапласа, Пуассона, Фурье в двух модификациях – «полуограниченный пласт» и «пласт-полоса». Расчеты выполнялись на сроки, охарактеризованные режимными наблюдениями для сопоставления с ними. Лучшее совпадение расчетов с режимными наблюдениями достигнуто для расчетной схемы «пласт-полоса» с реализацией решения уравнения Фурье методом двойной суперпозиции [3].

Для каждой токовой линии выполнен эпитгноз на 2012 год, $t=29$ лет. Результаты расчета хорошо согласуются с режимными наблюдениями. Процесс подъема уровня подземных вод полностью стабилизируется в 2035 году, через 52 года после ввода пруда в эксплуатацию.

Вторая часть модели количественно характеризует перенос растворенных загрязняющих веществ подземными водами. Постановка задачи, количество и характер исходной информации позволяют в прогнозных расчетах применить частные аналитические, численные и численно-аналитические решения уравнения:

$$D \frac{\partial^2 c}{\partial x^2} - V \frac{\partial c}{\partial x} = m \frac{\partial c}{\partial t}, \quad (4)$$

где D – коэффициент гидродисперсии, м²/сут; C – минерализация подземных вод, г/дм³; V – скорость фильтрации, м/сут; m – активная пористость, доли единицы; x – пространственная координата, м; t – временная координата, сут.

В создании математической модели использованы четыре расчетные миграционные схемы: поршневое вытеснение, упорядоченная микродисперсия или Лаверь в двух модификациях [2] и неупорядоченная макродисперсия. Для однозначного выбора расчетной схемы, соответствующей исследуемым гидрогеологическим условиям, выполнена серия эпитгнозных расчетов по каждой из названных схем. По результатам сопоставления с режимными наблюдениями сделан вывод, что гидрогеологическим условиям исследуемой территории наиболее точно соответствует миграционная схема «неупорядоченная макродисперсия».

Все изложенное выше подтверждает необходимость обоснования природоохранных мероприятий для борьбы с загрязнением поверхностных и подземных вод. Математическая модель является научной основой для исследования техногенного режима подземных вод, с последующей оценкой гидродинамического и гидрогеохимического состояний исследуемой территории в нарушенных условиях и разработкой природоохранных мероприятий.

Литература

1. Евграфкина Г.П. Влияние горнодобывающей промышленности на гидрогеологические и почвенно-мелиоративные условия территорий. / Г. П. Евграфкина – Днепропетровск: Монолит, 2003 – 200 с.
2. Lauerier H. The transport of heat in an oil layer caused by the injection of the fluid. / H. Lauerier - Applied Sci. Res., Section A, 1955, – vol. 5. – № 2–3. – P. 145–150.
3. Galina Evgrashkina, Anastasiia Omelchuk. Mathematical model of hydrogeological changes of the areas, adjacent to pond-storage of waste mine water in Western Donbas /Science and technologies in geology, exploration and mining. Volume II, 2013. – p. 243–248.

КРИОГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ МНОГОЛЕТНЕМЕРЗЛЫХ ГРУНТОВ КАК БАЗА ДЛЯ ПРОГНОЗА ИХ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ

М.В. Персиянова

Научный руководитель профессор А.А.Бурцев

Южно-Российский государственный политехнический университет, г.Новочеркасск, Россия

Большое количество стратегически важных объектов нефтяной промышленности Российской Федерации находятся на Крайнем Севере в условиях многолетней мерзлоты. Организация инженерно-геологических изысканий в районах Крайнего Севера требует специальных инженерно-геокриологических работ, опыта работ в инженерной геологии от изыскательских организаций и высокого качества организации работ. Строительство на мерзлоте требует специальных технологий и контроля, т.е. обязательно создание неких служб [2]. Целью данной работы являлось выявление пространственных и временных закономерностей геокриохимических особенностей грунтов различных температурных состояний.

Объектом исследования является одно из нефтегазовых месторождений Крайнего Севера.

Для выполнения настоящей работы использовались стандартная статистическая обработка данных [1], полученных в полевых и лабораторных условиях более чем на 35 тыс. точках наблюдений.

Было установлено зональное распределение по глубине содержаний сульфат- и хлор-ионов, а также минерализации грунта в пределах изучаемой территории. Выявлены 3 зоны, которые соответствуют интервалам глубин от 0 до 4–5 м, от –5 м до 16–17 и от 17 м и ниже. В интервале глубин от 0 до 4–5 метров содержание сульфат- и хлор-ионов незначительно возрастает, формирующихся под воздействием процессов промерзания и оттаивания. На участке от 4–5 до 16–17 м наблюдается градиентное поведение значений сульфат-ионов и уменьшение содержаний хлор-ионов. С глубины 16–17 м наблюдается резкое возрастание указанных параметров. Однако следует отметить, что в интервале глубин от 4–5 м до 16–17 метров закономерные изменения максимальных значений хлор-иона не отмечаются. Это обстоятельство можно объяснить наличием геокриологических барьеров в данном интервале. Такие барьеры существуют на глубинах 4, 10, 12, 14 и 15 метров.

Минерализация грунта с глубиной возрастает. До глубины 4–5 м наблюдается ярко выраженный градиент описываемого параметра, после чего до глубины 16–17 м значение минерализации варьирует незначительно, а с глубины 16–17 – резко возрастает.

Как показал корреляционный анализ, все ионы, а также pH грунта и минерализация имеют тесные связи друг с другом.

Песчаные грунты в пластичномерзлом состоянии (что соответствует температурному интервалу от 0 °С до минус 3 °С) – незасоленные, в интервале температур от минус 0,3 °С до минус 2,1 °С наблюдается зона переменной засоленности (рис. 1). В интервале температур от минус 2,1 °С и ниже наблюдается резкое возрастание минерализации, характеризующиеся слабозасоленным состоянием. Кроме того, выявлена значимая положительная корреляционная связь между pH и температурой и отрицательная корреляционная связь температуры с сульфат- и хлор-ионами.

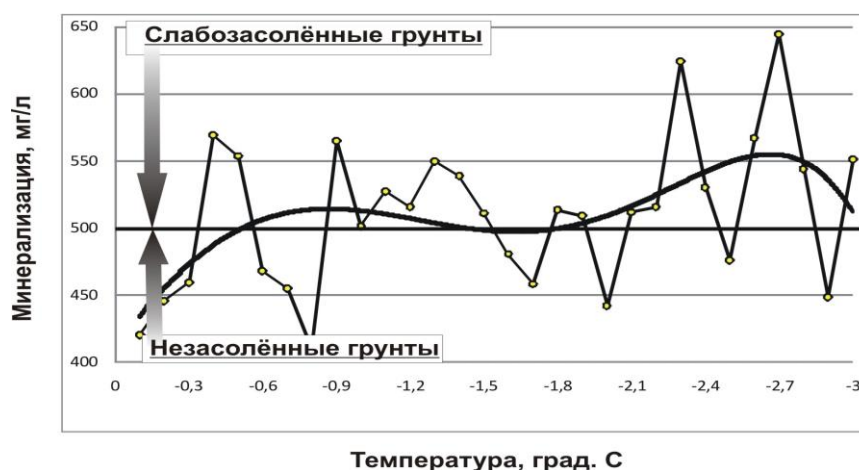


Рис. 1. График зависимости градиента температура от минерализации песчаных грунтов

Генетически различные пески с одинаковым гранулометрическим составом обладают различной засоленностью: аллювиальные – незасоленные, а морские – слабозасоленные. Средняя глубина залегания морских песков составляет 10 м; их температура на этой глубине минус 1,5 °С, и обладают они более низкой несущей способностью.

Пластичномерзлое состояние песчаных грунтов характеризуется преимущественно щелочной, а пластичномерзлое состояние глинистых грунтов – кислой средой (рис. 2). Твердомерзлое состояние песчаных и глинистых грунтов по многим параметрам антагонистично пластичномерзлому состоянию этих грунтов. В том

числе, твердомерзлые песчаные грунты характеризуются кислой средой, а глинистые грунты – щелочной средой. Возрастание pH грунта в песчаных грунтах в большей степени зависит от содержания ионов Ca^{2+} .

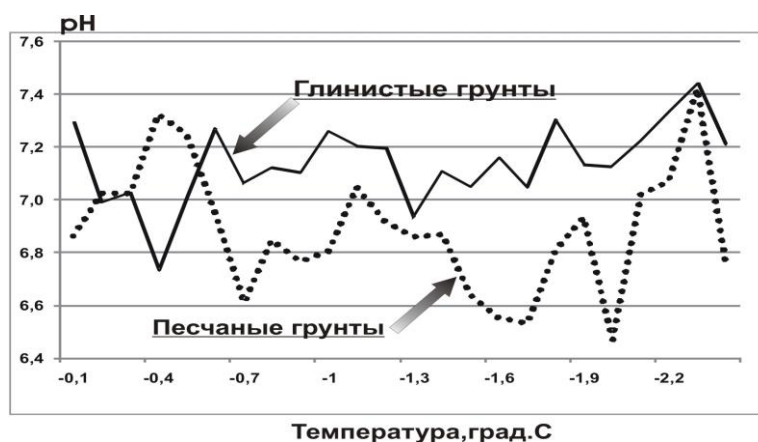


Рис.2. Зависимость pH грунтов от температуры в песчаных и глинистых грунтах

Установлено, что минерализация у льдистых морских грунтов ниже, чем у слабодльдистых (рис. 3). Наиболее тесная корреляционная связь минерализации и льдистости наблюдается в глинистых грунтах. Минерализация глин льдистых грунтов почти в два раза меньше чем слабодльдистых. Рост минерализации в слабодльдистых грунтах прослеживается в направлении литологического ряда: песок – супесь – суглинок – глина, для льдистых грунтов этот ряд выглядит так: глина – супесь – суглинок.



Рис.3. Изменение минерализации в литологически различных грунтах морского происхождения

Таким образом, прогнозировать параметры физического состояния грунта (а именно – его температуру) возможно еще в ходе полевых инженерно-геологических изысканий. Этот прогноз может осуществляться с использованием показателя pH грунта, содержания сульфат- и хлор-иона. При этом установлено, что твердомерзлые низкотемпературные песчаные грунты обладают повышенной засоленностью.

В ходе изучения криогеохимических особенностей многолетнемерзлых грунтов выявлено, что в интервале глубин 16 – 17 м и ниже грунты характеризуются наихудшими физико-механическими свойствами вне зависимости от литологической разности. С отмеченной глубины наблюдается увеличение значения минерализации, содержания сульфат- и хлор- ионов, что оказывает негативное воздействие на несущую способность грунтов, снижает их прочностные характеристики, а также означает высокое агрессивное воздействие на бетонные, железобетонные конструкции и свайные основания.

Литература

1. Дэвис Дж. Статистический анализ данных в геологии: Пер. с англ. В 2 кн./ Пер. В.А.Голубевой, под ред. Д.А.Родионова. – М.: Недра, 1990. – 427 с.
2. Институт криосферы Земли [Электронный ресурс] / В.П.Мельников. Прогресс на вечной мерзлоте, 2005 – Режим доступа: <http://www.ikz.ru/melnikov/interview>. свободный. – Загл. с экрана.

КАРТОГРАФИЧЕСКИЕ ПОСТРОЕНИЯ И ОЦЕНКА ДРЕНИРОВАННОСТИ ТЕРРИТОРИИ

В.Д. Покровский

Научный руководитель профессор Е.М. Дутова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Понятие дренированности является термином широкого толкования и применяется большинством исследователей как характеристика, отражающая совокупность условий, определяющих скорость и объемы оттока поверхностных и подземных вод с той или иной территории. Это понятие достаточно широко используется при проектировании инженерной защиты от процессов подтопления, при определении структур почвенного покрова для размещения господствующих типов растительности, при разработке схем зонирования для определения мелиоративных мероприятий и проч.

Вместе с тем, четких методических указаний непосредственно по оценке степени дренированности территорий нет. Для получения количественной характеристики, нам представляется целесообразным пойти по пути выявления набора факторов, обуславливающих степень дренированности, и определять их величины и значимость в системе балльных экспертных оценок, анализируя параметры рельефа, полученных на основе цифровых моделей рельефа (ЦМР).

Построение ЦМР локального уровня нами производилось путем интерполяции оцифрованных изолиний крупномасштабных топографических карт. Общую схему действий, производимых для оценки дренированности территории на основе ЦМР можно условно разделить на три этапа.

Первый этап исследований заключался в преобразовании оцифрованных изолиний топографических карт в точечные объекты, получение единой сетки высот и оценке качества охвата территории полученными данными. Результатирующей процедурой, завершающей первый этап, являлась передача полученной ЦМР в ГИС.

На втором этапе производилась обработка созданной ЦМР. Расчет направлений стока со всей территории выполнялся путем ликвидации бессточных понижений рельефа за счет их выравнивания относительно окружающего пространства (средствами инструмента «fill sinks»).

Ликвидируемые при выполнении данной процедуры бессточные понижения рельефа рассматриваются как объекты накопления поверхностного и транзита подземного стока.

Затем, на основе выровненной ЦМР определялось направление стока путем обнаружения наибольшего уклона (инструмент «flow direction», метод определения направления потока – «steepest slope»).

Далее для каждой элементарной ячейки ЦМР производился расчет кумулятивных значений стока. Эти значения представляют собой число ячеек, вносящих свой сток в оцениваемую ячейку под действием сил гравитации, т.е. фактически характеризуют площадь водосбора. Данная операция реализуется инструментом «flow accumulation».

На третьем, заключительном этапе производилось построение карт эрозионной сети, плотности и глубины вреза эрозионной сети, уклонов дневной поверхности территории исследований и итоговой, карты дренированности.

Построение карты эрозионной сети осуществлялось путем вычитания из матрицы кумулятивных значений стока всех его значений ниже заданного порогового (представляющего собой минимальную величину, формируемую путём суммирования элементарных ячеек водосбора, сток с которых попадает в оцениваемую ячейку). Затем выполнялась идентификация отдельных водотоков на основе данных по точкам слияния и их векторизация. Для выполнения этих операций использовался инструмент «drainage network extraction».

Карта уклонов дневной поверхности была построена с использованием инструмента «Slope», работа которого в целом алогична инструменту «flow direction», с той разницей, что оценка уклонов производится путём расчета уклона между центром оцениваемой ячейки и центрами её соседей. Наибольший уклон присваивается в качестве величины уклона оцениваемой ячейки.

Оценка плотности эрозионной сети производился следующим образом: вся территория исследований была покрыта равномерной квадратной сеткой. Затем в пределах каждой элементарной ячейки рассчитывалась суммарная длина элементарных дрен и делилась на её площадь. Полученное значение присваивается ячейке.

Плотность эрозионной сети характеризуют степень эрозионную изрезанность территории, соответственно, отвечают за связь поверхностных и подземных вод и определяют потенциальную возможность разгрузки поверхностных и подземных вод эрозионной сетью, а величина уклона поверхности косвенно характеризует скорость этой разгрузки.

За коэффициент дренированности территории, отображенный на результирующей карте, принято произведение значений плотности эрозионной сети и уклонов дневной поверхности, выраженные в условных единицах [1].

Результирующая карта коэффициента дренированности территории, составлена с помощью функции «field calculator». Показанные на карте центральной части г.Томска элементы соответствуют выделенным группам дренированности: недренируемые, слабо дренируемые, умеренно дренируемые, хорошо дренируемые.

Общая схема оценки дренированности территории г.Томска представлена на рисунке.

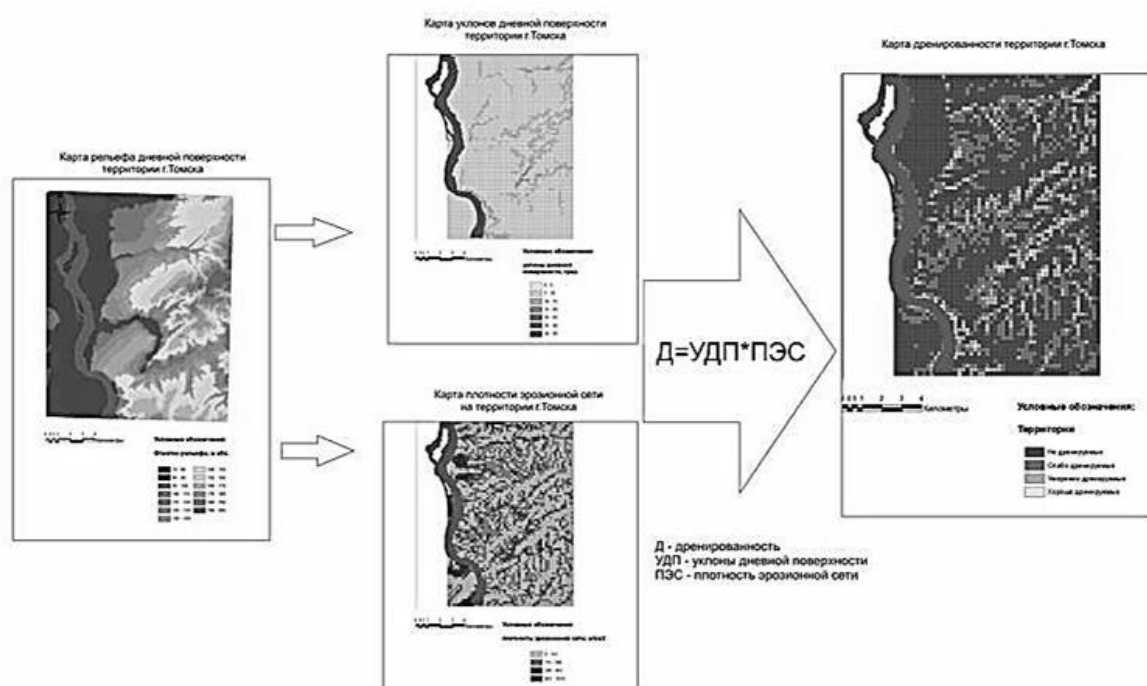


Рис. Общая схема оценки дренированности центральной части территории г.Томска

Литература

1. Покровский В.Д. Построение карты дренированности для оценки степени потенциальной подтопляемости территории г.Томска / Проблемы геологии и освоения недр: Труды XVII Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых ученых. – Томск, 2013. –Т.1. – С. 463–464.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ ПОДСЧЕТЕ ЗАПАСОВ ПОДЗЕМНЫХ ВОД НА ВОДОЗАБОРЕ ПУНКТА СБОРА И НАЛИВА НЕФТИ «СТОЛБОВОЕ» (ТОМСКАЯ ОБЛАСТЬ)

М.С. Рунова

Научный руководитель доцент К.И. Кузеванов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Комплекс геологоразведочных работ по изучению гидрогеологических условий на водозаборе пункта сбора и налива нефти «Столбовое» выполнен сотрудниками ОАО «ТОМСКГЕОМОНИТОРИНГ» в 2013 г. в качестве основного метода подсчёта запасов подземных вод использовано гидродинамическое моделирование в среде программного комплекса *GMS (Groundwater Modeling System)*. На практике исследование гидрогеологических условий на участках водозаборов малой производительности сталкивается с проблемой острого дефицита фактического материала для схематизации природных условий из-за ограниченного количества гидрогеологических скважин. Часто кроме эксплуатационных скважин другие источники первичной информации полностью отсутствуют. В этих условиях возрастает роль численного моделирования для выбора наиболее оптимального варианта схематизации гидрогеологического разреза и определения характера граничных условий области фильтрации. Нами сделана попытка оценить чувствительность численной модели в рамках неопределённости фильтрационных параметров в области влияния водозаборных скважин.

Участок работ располагается в центральной части Западно-Сибирской низменной равнины на территории Столбового месторождения в северо-западной части Каргасокского района Томской области. В гидрогеологическом отношении изучаемая территория относится к Иртыш-Обскому бассейну подземных вод структуры второго порядка, входящему в Западно-Сибирский артезианский бассейн первого порядка.

Вскрытый разрез, представляющий практический интерес, ограничен отложениями палеогеновой системы, которые являются перспективными для целей добычи подземных вод питьевого качества. Эти отложения имеют повсеместное распространение в районе работ. Верхняя часть верхнего гидрогеологического этажа до пород тавдинской свиты служит региональным водоупором на описываемой территории и разделяет пресные и солёные подземные воды. Водоносные отложения представлены неравномерным переслаиванием глинистых, преимущественно, тонкозернистых песков и плотных глин. Мощность тех и других литологических разностей изменяется в широком диапазоне.

Данные о фильтрационных параметрах получены при проведении опытных работ в эксплуатационной и резервной скважинах. Работы заключались в наблюдениях за понижением уровня подземных вод при возмущении водозаборной скважины и восстановлением уровня подземных вод после отключения насосного оборудования. До включения насосного оборудования статический уровень подземных вод в скважинах был близким 3,90 м и 3,93 м. В результате обработки данных опробования получены усредненные гидрогеологические параметры: коэффициент водопроницаемости – 108 м²/сут, коэффициент пьезопроводности – 1,0×10⁵ м²/сут.

Прогноз работы водозабора выполнен с применением геофильтрационного моделирования с учетом проектного дебита. При этом дебит считался постоянным на расчетный момент времени 10 000 сут. Величина полного прогнозного понижения уровня по эксплуатационной скважине на водозаборном участке УПН «Столбовое» составила 2,1 м. В том числе за счет взаимодействия с соседними водозаборами срезка уровня не превысила 0,6 м. Полное понижение уровня подземных вод, полученное в процессе геофильтрационного моделирования, значительно меньше допустимого, что свидетельствует о достаточной обеспеченности запасами подземных вод, необходимых для удовлетворения заявленной потребности.

Категоризация запасов подземных вод проведена в соответствии с требованиями Классификации запасов и прогнозных ресурсов питьевых, технических и минеральных подземных вод [Классификация... 2007]. Запасы подземных вод подсчитаны на участке недр с действующим водозабором.

Для оценки чувствительности численной модели нами использован программный комплекс *PMWIN (Processing Modflow)* и сохранены ограничения, принятые при разработке оригинальной численной модели (*GMS*):

изолированный напорный водоносный горизонт, состоящий из двух водоносных и одного слабопроницаемого слоя, неограниченный по площади, изолированный сверху и снизу;

расчетный срок эксплуатации – 10 000 суток;

допустимое понижение не превышает величины напора над кровлей водоносного комплекса ~72,1 м;

водозаборные скважины работают с постоянным дебитом в течение всего срока эксплуатации;

проектный дебит соответствует заявленной потребности.

Для оценки чувствительности модели к изменению фильтрационных и емкостных параметров была проведена оценка величины погрешности модельных и наблюдаемых значений уровня по среднему отклонению и квадратному корню из среднего квадратичного отклонения. Достаточно хорошая сходимость модельных и наблюдаемых значений уровня подтверждает принятые после калибрации фильтрационные и емкостные параметры.

Обработка результатов численного моделирования в многовариантной постановке позволяет сделать несколько важных особенностей, которые должны учитываться при постановке и решении исследовательских задач с использованием моделирования для малых водозаборов.

Выводы:

1. Модель одиночного водозабора малой производительности на равномерной конечно-разностной сетке с размерами показывает, что понижение в расчетном блоке с водозаборной скважиной в несколько раз меньше реального изменения уровня подземных вод.

2. Различие реального и модельного понижения связано с особенностями сеточного решения, в результате которого рассчитывается прогнозируемое понижение в расчетном блоке, а не в скважине.

3. Для приведения в соответствие результатов численного решения и реальных понижений в эксплуатационной скважине на практике используется 2 способа:

3.1. Применение аналитических расчетных формул дополнительного гидравлического сопротивления эксплуатационной скважины:

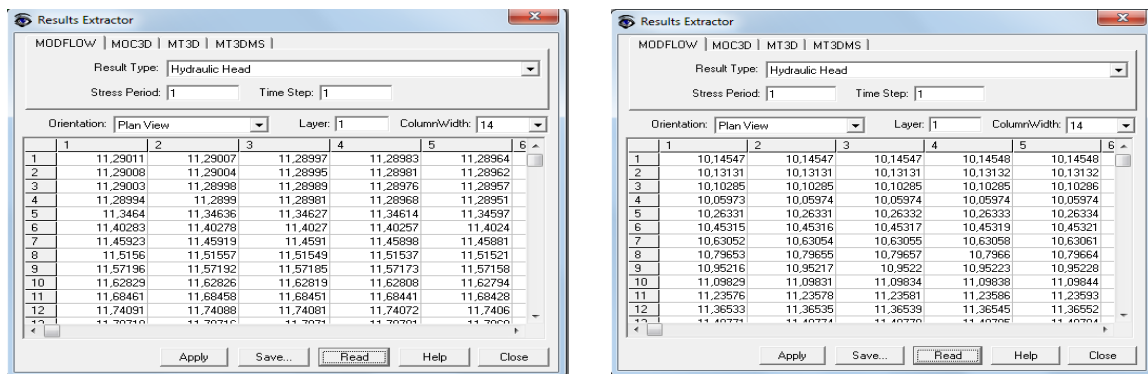
3.2. Уменьшение размеров расчетного блока для искусственного создания дополнительного фильтрационного сопротивления эксплуатационной скважины.

4. Наличие наблюдательных скважин, в которых нет гидравлического скачка уровня в значительной степени облегчает калибрацию модели путем приведения расчетных значений напоров в соответствие с реальными замерами в скважинах.

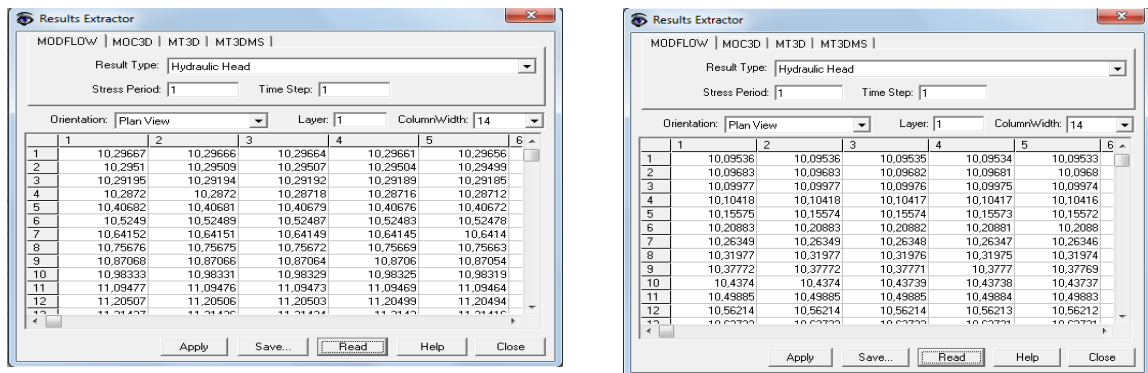
5. Результаты оценки чувствительности численной модели к пространственному изменению фильтрационных параметров показали, что при изменении коэффициента фильтрации, понижение меняется незначительно (рис. 1), а изменение величины упругой водоотдачи практически не сказывается на величине расчетного понижения.

6. Наиболее тесная зависимость расчетного понижения уровня установлена с величиной гидравлического сопротивления скважины, которая требует самостоятельного обоснования и не может быть выполнена корректно без привлечения данных по наблюдательным скважинам.

7. Материалы численного моделирования работы одиночного водозабора показывают, что без привлечения данных режимных гидродинамических наблюдений эффективность компьютерного моделирования резко снижается и не дает заметных преимуществ перед традиционными гидродинамическими расчетами.



а) б)
Рис. 1. Расчетное значение напоров при условно высоких (а) и при условно низких значениях коэффициента фильтрации, отличающихся на один математический порядок



а) б)
Рис. 2. Расчетное значение напоров при условно высоких (а) и при условно низких значениях упругой водоотдачи, отличающихся на один математический порядок

График оценки чувствительности численной модели к пространственной изменчивости коэффициента фильтрации

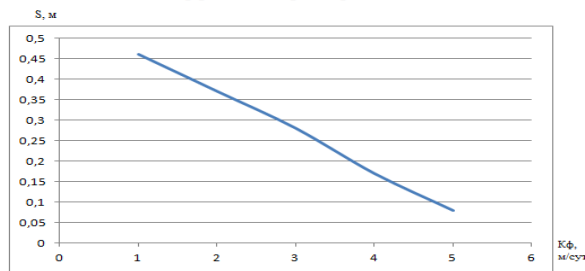
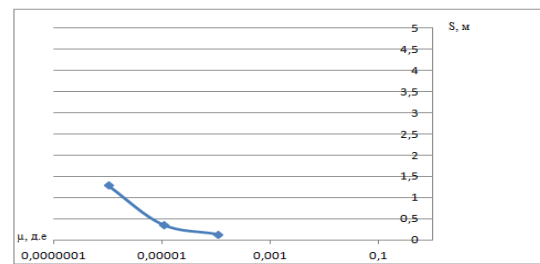


График оценки чувствительности численной модели к пространственной изменчивости коэффициента упругой водоотдачи



Таким образом, стремление использовать современные вычислительные технологии в работах по подсчету запасов должно быть обеспечено информационно, до начала постановки работ по подсчету запасов подземных вод. Для одиночных водозаборов крайне желательно иметь данные по наблюдательным скважинам. Автор благодарит руководство ОАО «Томскгеомониторинг» за предоставленную возможность использовать в работе материалы полевых исследований.

**ЛАЗЕРНАЯ ДИФРАКТОМЕТРИЯ-АЛЬТЕРНАТИВА СОВРЕМЕННЫМ МЕТОДАМ
ИССЛЕДОВАНИЯ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА ПЕСЧАНО-ГЛИНИСТЫХ
ГРУНТОВ**

Е.В. Синегубова¹

Научные руководители доцент С.Н. Лавров¹, доцент В.В. Крамаренко²

¹*Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет,
г. Новосибирск, Россия*

²*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

С помощью анализа гранулометрического состава оценивается количественное соотношение структурных элементов твердой компоненты разного размера. По его результатам судят о дисперсности грунтов, а также проводят их классифицирование. Кроме того, гранулометрический состав дает структурную характеристику грунта, позволяет судить о происхождении породы, оценивать некоторые свойства грунта (фильтрационные, физико-химические и др.), оценивать грунт как строительный материал [6].

Различные методы гранулометрического анализа, широко используемые в практике исследований, имеют общие и собственные погрешности, такие как погрешность при взвешивании частиц, колебания плотности частиц грунта, изменение температуры, вязкости и плотности суспензии и т.д. Немаловажными факторами являются также простота подготовки и скорость проведения испытаний. Таким образом, проблемы, связанные с определением гранулометрического состава являются весьма актуальными.

В качестве альтернативы общепринятым методам исследований рассматривается метод лазерной дифрактометрии на примере дифракционного лазерного анализатора модели SALD-2300 производства SHIMADZU (Япония), представленного на рис. 1.



Рис. 1. Лазерный анализатор модели SALD-2300 SHIMADZU (Япония)

Целью данной работы является оценка существующих методик определения гранулометрического анализа грунтов и применяемого на практике оборудования.

Для этого необходимо решить ряд задач:

- обзор и систематизация методов;
- обзор оборудования.

Гранулометрический состав характеризует предельную дисперсность грунта и поэтому при проведении анализа данного грунта необходимо перевести его частицы в состояние первичной дисперсности, что достигается использованием различных методов подготовки [6].

Гранулометрическим (зерновым) составом называется весовое содержание частиц различной крупности, выраженное в процентах по отношению к массе сухой пробы, взятой для анализа [7].

В настоящее время для определения гранулометрического анализа состава грунтов используют три группы методов.

Первая группа основана на выделении образующих грунты фракций (ситовой, пипеточный, метод центрифугирования и т.д.) - это прямые методы, позволяющие непосредственно выделить необходимые фракции, взвешивать и определять их процентное содержание в грунте.

Методы, относящиеся ко второй группе, предусматривают прямой обмер и подсчет частиц под микроскопом с помощью автоматических устройств и т.д.

К третьей группе относятся косвенные методы, позволяющие оценить параметры гранулометрического состава без выделения исследуемых фракций, по оценке изменения физических свойств приготовленной суспензии (ареометрический, седиментологический, фотоседиментографический методы и т.п.).

В ГОСТ 12536-79 [7] установлены методы лабораторного определения гранулометрического (зернового) и микроагрегатного состава при исследовании грунтов для строительства. Песчаные грунты изучаются ситовым методом с промывкой водой и без промывки. Для глинистых грунтов основной метод определения гранулометрического состава - ареометрический. Пипеточный метод рекомендуется применять лишь для специальных целей [2].

В настоящее время развивается, в большей степени за рубежом, и используется для определения размеров частиц метод лазерной дифрактометрии, в основе которого лежит принцип отклонения лазерного луча на разные углы при отражении от частиц разного размера. Затем на основе обработки и анализа интерференционной картины делаются выводы о гранулометрическом составе грунта.

Сопоставлению и сравнению результатов определения гранулометрического состава грунтов, полученных классическими методами и лазерной дифрактометрией посвящено множество отечественных и зарубежных работ [3-5]. На сегодняшний день существует ряд приборов, работающих на основе метода

лазерной дифрактометрии, которые имеют различные пострепенные узлы и часто отличаются по механизму пробоподготовки и способу регистрации дифракционной картины, но работают по единой схеме. Согласно статье [1], специалистами ООО «Мостдоргеотрест» проведены испытания для определения гранулометрического состава глин с различными способами пробоподготовки грунта на приборе Analysette-22. Авторы пришли к выводу, что различия в результатах определения гранулометрического состава проб грунта с использованием разных способов иногда бывают существенными за счет различных факторов.

Конструкция прибора модели SALD-2300 позволяет проводить анализ проб грунтов в виде суспензий. Исследование заключалось в изучении размеров частиц, взятых из проб песчано-глинистых грунтов (песка, супеси и суглинка). Подситовой диапазон размера частиц (менее 2 мм, или менее 63 мкм) был взят на анализ.

В лабораторных условиях были проведены параллельные испытания для 33 проб песчано-глинистых грунтов ситовым, ареометрическим методом и лазерной дифрактометрией. Пробоподготовка велась следующим способом:

1. Образец песка был подготовлен к анализу в сухом виде (высушен при комнатной температуре) и в виде образца естественной влажности;

2. Образец супеси был взят при естественной влажности и подготовлен к анализу в виде пасты и в виде образца естественной влажности;

3. Образец суглинка был взят при естественной влажности и подготовлен к анализу в виде пасты и в виде образца естественной влажности.

Пробы грунта массой 2 грамма были помещены в сосуд для диспергирования, который включает в себя мешалку и ультразвуковой диспергатор. Насос подаёт диспергированную суспензию в проточную ячейку, далее 84-элементный детектор улавливает преломленный и рассеянный свет и позволяет быстро провести измерения и получить результат. Наличие подвижного основания проточной ячейки, насоса для подачи жидкости и опции авторазбавления значительно облегчает процесс анализа.

Программное обеспечение лазерного дифрактометра позволяет представлять данные в виде таблиц, графиков дифференциального распределения частиц по размерам и интегральных кривых. Кривая распределения частиц имеет вид, представленный на рис. 2.

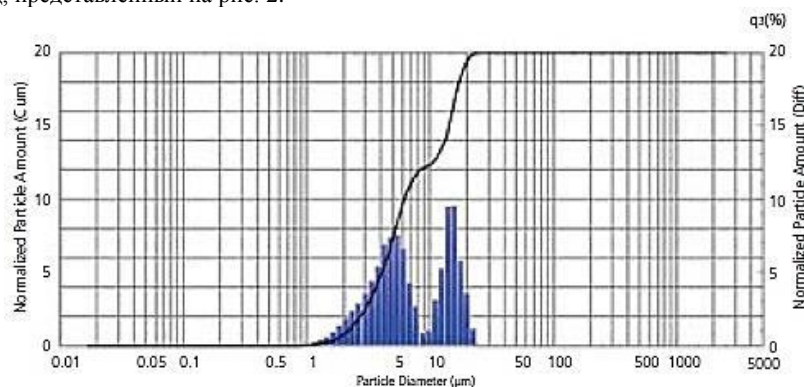


Рис.2. Кривая распределения частиц и гистограмма дифференциального распределения фракций грунта по размерам в образце

Необходимо отметить, что при проведении анализа песчано-глинистых грунтов независимо от способа подготовки к анализу (по ГОСТ 12536-79, или иные способы подготовки) и метода определения (ситовым, ареометрическим методом и лазерным дифрактометром) суммарное содержание песчаных частиц позволяет точно проводить классификацию грунта, согласно ГОСТ 25100-2011 и давать номенклатуру грунта.

В данном исследовании независимо от способа пробоподготовки прибор позволяет быстро и качественно проводить гранулометрический анализ песчано-глинистых грунтов. Достоинствами лазерной дифрактометрии и прибора SALD-2300 являются: широкий диапазон измерения от 0,017 до 2500 мкм, высокая скорость получения результатов, маленькая масса пробы для анализа, удобный и понятный интерфейс программного обеспечения. Метод лазерной дифрактометрии на сегодняшний день является наиболее перспективным для установления гранулометрического состава грунтов.

Таким образом, возникает необходимость в создании комплексной методики определения гранулометрического состава грунтов методом лазерной дифрактометрии, более детально провести исследования и выявить зависимость результатов испытаний от пробоподготовки грунта.

Литература

1. Буданова Т.Е., Озмидов О.Р., Озмидов И.О. Современные методы изучения гранулометрического состава грунтов// Инженерные изыскания. – Москва, 2013. - № 8. – С. 66–71.
2. Дмитриев В.В., Ярғ Л.А. Методы и качество лабораторного изучения грунтов. – М.: КДУ, 2008. – 542 с.
3. Beuselink L., Govers G., Poesen J., Degraer G., Floyen L. Grain-size analysis by laser diffractometry: comparison with the sieve-pipette method // Catena, 1998. – V.32. – № 3. – P. 193–208.
4. Конончук П.Ю. Адаптация метода оптической счетной микроскопии для определения гранулометрического состава почв: Автореферат. Дис. ... канд. сельско-хоз. наук. – СПб, 2009г. – 21 с.

5. Konert M., Vandenberghe J. Comparison of laser grain size analysis with pipette and sieve analysis: a solution for the underestimation of the clay fraction // *Sedimentology*, 1997. – № 44. – P.523–535.
6. Трофимов В.Т. Грунтоведение. – М.: МГУ, 2005. – 1024 с.
7. ГОСТ 12536–79 Грунты. Методы определения гранулометрического (зернового) и микроагрегатного состава. – М.: Издательство стандартов, 1989.

ПОСТОЯННО-ДЕЙСТВУЮЩАЯ МОДЕЛЬ ГРУНТОВЫХ ВОД ГОРОДСКОЙ ТЕРРИТОРИИ (Г.КИШИНЕВ, РЕСПУБЛИКА МОЛДОВА)

А.Н. Тимошенкова

Научный руководитель заведующий лабораторией гидрогеологии и инженерной геологии
К.Е. Морару

Институт геологии и сейсмологии Академии наук Молдовы, г. Кишинев, Республика Молдова

Впервые для территории г. Кишинева была составлена цифровая модель движения и режима уровней грунтовых вод. В качестве программного обеспечения была использована модель ModFlow, которая предполагает решение уравнения в частных производных поведения уровня воды в водоносном горизонте под влиянием природных и антропогенных факторов. Полученные данные могут быть представлены как постоянно действующая модель грунтовых вод территории города. Наше исследование является продолжением и дополнением проведенных ранее работ [1,2,3].

Концептуальная модель грунтовых вод г. Кишинева была представлена в виде типовых гидрогеологических разрезов. Модель имеет следующие гидрогеологическое описание и обобщения:

1. Грунтовый водоносный горизонт является однослойным;
2. Водоупором служат мощные толщи среднего и верхнего сармата, которые литологически сменяются с водораздельных пространств в сторону отрицательных форм рельефа. Глины, теоретически, приняты как водонепроницаемые;
3. Сверху водоносный горизонт повсеместно перекрыт водопроницаемой зоной аэрации;
4. Водообмен водоносного горизонта имеет место через зону аэрации и боковые границы. Снизу (через водоупор) водообмен незначителен и численно равен нулю.

Используемая нами компьютерная модель ModFlow основана на решении алгоритма уравнения в частных производных поведения уровня (или напора) воды в водоносном горизонте, под влиянием комплекса природных и геологических факторов. Такого типа алгоритмы используют метод конечных разностей решения дифференциальных уравнений для отдельных малых участков. Для этого необходимо дискретизировать исследуемую территорию на небольшие прямоугольные участки. Это достигается путем покрытия территории равномерной сетью (grid). Центр каждой ячейки используется для численного решения алгоритма модели ModFlow, и обобщение данных соответствует методу “скользящего окна”.

В зависимости от целей настоящего исследования и степени гидрогеологической изученности, территория города и сопредельных площадей были покрыты сетью 90 x 90 ячеек, с размером последних 200 x 200 м. Это соответствует условиям математической модели и топографического масштаба 1:10 000.

Граничные условия (или границы области фильтрации) для модели представлены следующими математическими условиями:

Граничные условия первого ряда (условия Дириклета) – известен напор (уровень) грунтовых вод
Граничные условия второго ряда (условия Ньютмана) – граница водопроницаема или на ней известен расход водного потока

Граничные условия третьего ряда (смешанные) – расход водного потока на заданной границе рассчитывается в зависимости от напора (уровня) воды и фильтрационных параметров.

В модели ModFlow граничные условия для грунтового водоносного горизонта были заданы при помощи процедур IBOUND и MODFLOW. Моделирование уровней грунтовых вод г. Кишинева было осуществлено в двух вариантах: в природных (steady state) и техногенных (transient condition) условиях. Для первого варианта моделирование природных условий (еще условно-природных), принимается концепция и допущение, что водоносный горизонт находится в равновесии. В таком случае, с точки зрения гидрогеодинамики статьи ПРИХОД и РАСХОД воды равны между собой, и для горизонта отсутствуют возмущающие факторы (эксплуатация, осушение и т.д.).

Для второго варианта, моделирование техногенных условий, уровни водоносного горизонта функционально зависят от времени и изменяющихся начальных условий (дополнительная инфильтрация, откачка воды, испарение, транспирация и др.). В зависимости от наличия исходных данных и цели модели, существующие УГВ города, были сгруппированы в три временные выборки: 1948-1965 гг., 1966-1985 гг., 1986-2002 гг.

Процедура составления модели УГВ г. Кишинева в условно-природных, гидрогеологических условиях включала следующие этапы работ:

1. Проверка исходных данных и их ввод в электронные таблицы модели;
 2. Калибровка модели;
 3. Оценка результатов моделирования;
 4. Анализ чувствительности модели, по отношению к динамическим и статистическим параметрам
- Обобщенная характеристика данных и параметров модели приведена в таблице.

Кроме указанных параметров в таблице, в подпрограмме ModFlow / mogdflow введены данные по инфильтрационному питанию, испарению-транспирации, речной сети и разгрузке грунтовых вод через родники.

С точки зрения методологии и времени затраченного на составление модели самым трудоемким является ее калибровка. В соответствии с опытом зарубежных работ, калибровка может быть осуществлена двумя методами:

1. Решение обратной задачи моделирования;
2. Методом проб и ошибок.

Таблица

Обобщенная характеристика параметров модели УГВ г. Кишинева в условно-природных условиях

№	Параметр	Характеристика параметра	№	Параметр	Характеристика параметра
1	Расчетная сеть	200 x 200 м	7	Исходные УГВ	По 988 скв.
2	Тип горизонта	Однослойный, грунтовый	8	Наблюдательные скважины	988 скв.
3	Граничные условия	I,II,III рода	9	Горизонтальный коэф.фильтрации	По 80 скв.
4	Кровля горизонта	УГВ по 988скв.	10	Водопроницаемость	Расчетная
5	Подшва горизонта	Глины по 1000 скв.	11	Эффективная пористость	0,25
6	Время моделирования	Нет спецификации	12	Удельный дебит	По 68 скв.

Для первого метода, задача калибровки решается в постановке стандартных условий: в виде карты и матрицы данных в формате ModFlow задаются исходные уровни грунтовых вод (УГВ) и решением дифференциальных уравнений конечно-разностными методами рассчитываются параметры, определяющие заданные УГВ (K , q , вертикальное перетекание воды, отбор или закачка воды в горизонт, гидравлическое сопротивление дренажей, границы II ряда или сопротивление ложа рек, разгрузка через фильтрационные границы, максимальное значение испарения-транспирации). Тщательный анализ необходимых параметров для решения обратной задачи моделирования показал, что только испарение – транспирация (ИТ) атмосферных осадков имеют существенное влияние на положение УГВ. Решение условий обратного моделирования осуществлялось при помощи программного обеспечения ModFlow / VCODE и ModFlow / PEST. Обе программы вычислили оптимальное значение испарения – транспирации ИТ $\approx 0,021$ мм/сут. (7,3 мм/год). Ввод данного значения в модели показал, что не вся территория города может быть охарактеризована значением ИТ=0,021 мм/сут. Появился эффект "dry cells" (сухие ячейки) в некоторых районах города (Боюкань, Рышкановка), с ярко выраженным местоположением на склонах водораздельных пространств. Это привело к искажению всего поля распределения УГВ и большим значениям оценочного коэффициента результатов моделирования. В подобных случаях необходимы поправки значений ИТ, которые осуществимы только методом проб и ошибок. Методология поиска поправки ИТ заключается в случайно-закономерном определении значения ИТ и запуске модели для расчета значений новых УГВ или по принципу: новое значение поправки ИТ – новый расчет УГВ. Задача является решенной, когда оценочный коэффициент минимизирован до оптимального значения, и при повторном расчете это значение не изменяется (или изменения незначительны).

Калибровка методом проб и ошибок состояла из 198 вариантов модели УГВ и остановлена при значении оценочного коэффициента $K_{var}=48,97$. Данное значение принято как оптимальное, и удовлетворительно характеризующее смоделированные УГВ, по сравнению с таковыми исходными.

Новое значение ИТ=0,02084 мм/сут, и, соответственно, величина инфильтрационного питания определяется как 0,00016 мм/сут для узкой полосы долины р. Бык, в пределах гидрозогипс 40 и менее, при глубине УГВ ≤ 3 м. Для остальной территории города величина инфильтрации составляет 0,021 мм/сут.

Статистический анализ показывает удовлетворительную сходимость данных, и задача моделирования УГВ в условно-природных условиях решена. Постоянно действующая модель грунтовых вод г. Кишинева может быть использована для прогнозных задач в режиме моделирования УГВ в техногенных условиях.

Процедура оценки чувствительности модели включала изучение поведения модели при вариации динамических параметров. К ним, в основном, относятся инфильтрационное питание, испарение-транспирация и разгрузка горизонта.

Модель является весьма чувствительной к изменениям инфильтрационного питания и испарению-транспирации. Увеличение питания приводит к увеличению значений УГВ, и наоборот. Такое же свойство имеет рост величины испарения-транспирации. При постоянстве граничных условий вариации УГВ определяются величиной питания, как результирующие от количества атмосферных осадков и испарения. Величина питания горизонта определяет положение уровней воды через водопроницаемость пород.

Модель позволяет осуществить ряд практических гидрогеологических работ. Среди них, особое значение имеет автоматическое построение геолого-гидрогеологических разрезов и карт направления движения потоков грунтовых вод и обнаружение участков подтопления в пределах территории г. Кишинева.

Литература

1. Морару К.В., Зинченко О. Подземные воды г.Кишинэу. – Кишинев, 2005. – 111 с.

2. Морару К.В. Гидрогеохимия подземных вод зоны активного водообмена крайнего юго-запада Восточно - Европейской платформы. – Кишинев, 2009. – 288 с.

**ГРУНТОВЫЕ ВОДЫ ВОСТОЧНОГО ДОНБАССА. НЕКОТОРЫЕ ПОСЛЕДСТВИЯ
РЕСТРУКТУРИЗАЦИИ УГОЛЬНЫХ ШАХТ РЕГИОНА**

В.А. Чуркин

Научный руководитель профессор А.И. Гавришин

Южно-российский государственный технический университет, г. Новочеркасск, Россия

В данной работе использовано более 1000 анализов химического состава грунтовых вод региона за 50-летний период (с 1950-60 по 2010г.г.).

Анализ информации выполнен с привлечением широкого комплекса математико-статистических методов: интервальная оценка параметров, проверка гипотез (статистические критерии), одномерная и многомерная корреляция, прямолинейная и криволинейная регрессия.

Как главный способ анализа гидрогеохимических закономерностей использован оригинальный G-метод классификации многомерных наблюдений (выделения однородных совокупностей-таксонов), основанный на критерии Z-квадрат (Гавришина), детальное описание которого можно найти в ряде публикаций автора [1, 3]. Здесь коротко отметим только главные особенности метода и разработанной на его основе компьютерной технологии AGAT-2. Метод позволяет:

- строить классификации наблюдений в условиях отсутствия априорных сведений о таксономической структуре (задача без учителя);
- задавать различные уровни классификации наблюдений и получать различную детальность таксономических построений (классы, подклассы и т.д.);
- использовать при построении классификации различия между однородными таксонами по средним значениям, изменчивости и по корреляционным связям признаков;
- не вводить ограничения между числом признаков и числом наблюдений;
- использовать зависимые признаки;
- оценивать сходство-различие между однородными таксонами;
- оценивать информативность признаков в полученной таксономической структуре;
- классифицировать новые наблюдения.

G-метод реализован в виде компьютерной технологии AGAT, позволяющий автоматически строить классификации многомерных наблюдений различного уровня детальности, и успешно применён для изучения природных и природно-антропогенных систем на Земле, Луне, Марсе, кометах, астероидах и в дальнем космосе по астрофизическим, космохимическим, дистанционным, гидрогеохимическим, эко геологическим, геологическим и другим видам данных [8, 21, 22].

Сопоставлением, выделенных автоматически на компьютере однородных таксонов, обнаружены и количественно описаны закономерности формирования химического состава грунтовых вод региона, частично охарактеризованные в настоящей работе.

Средний химический состав грунтовых вод Восточного Донбасса приведён в таблице, в которой видны существенные изменения за обследованный период с 1950-60 годов до 2010 года. В 1950-1960 г. г. влияние функционирования угольных шахт очень слабо сказывалось на составе грунтовых вод, они имели невысокую минерализацию и главными были природные факторы их формирования (состав водовмещающих пород, климат, интенсивность водообмена и т. д.).

Но уже к 1999 году, когда затопливалась часть угольных шахт, началось всё более усиливающееся влияние ореолов рассеяния загрязнённых вод из природно-техногенных резервуаров ликвидируемых шахт. Начала повышаться минерализация вод за счёт роста содержания большинства макрокомпонентов. Очень резкие изменения наступили после затопления многих угольных шахт, что наглядно видно по результатам обобщения 2006 и 2010 годов. Здесь были использованы не только данные мониторинга (ООО «Экологические технологии», директор А.А. Малышев), но и воды загрязнённых колодцев и скважин в хуторах Лихой, Комиссаровский, Волчанский и других (табл.). Резко повысилась минерализация вод до 2-3^г г/л и содержание сульфатов.

Таблица

Средний состав грунтовых вод (мг/л и %-моль)

Дата	pH	HCO ₃	SO ₄	Cl	Ca	Mg	Na	M
1955	7.4	356	517	86	141	53	190	1250
		31	56	13	36	23	41	
1999	7.2	562	672	76	157	91	230	1510
		36	55	9	31	30	39	
2006	7.1	728	1362	108	282	110	461	2690
		28	65	7	33	21	46	
2010	7.2	542	1383	298	280	131	485	3029
		19	63	18	30	24	46	

Для каждого периода опробования осуществлялась классификация вод по программе AGAT-2 с выделением однородных гидрогеохимических видов и вариантов.

Всего в обобщении использован 261 анализ грунтовых вод. Выделено четыре однородных гидрогеохимических варианта, которые интерпретированы следующим образом. Шесть проб (2,2%) отнесены по происхождению к природным, т.е. на них не оказал существенного влияния техногенный фактор. Далее следует гидрогеохимический вариант 2, в котором минерализация колеблется от 2.2 до 12.8 г/л, содержание сульфат-иона от 0.9 до 7.3 г/л. Это свидетельство типичного влияния сульфатных шахтных вод первого направления изменения состава шахтных вод, которое описано в предыдущей главе. Вариант два содержит 95% всех наблюдений. Вариант три отличается высоким содержанием хлор-иона и связан с влиянием прямой гидрогеохимической зональности состава подземных вод региона, при которой формируются минерализованные хлоридные воды. Доля этого варианта составляет всего 1.5%. Четвёртый вариант отражает слабо сохранившееся влияние обратной гидрогеохимической зональности состава подземных вод, по которой формируются оригинальные содовые воды. На этот вариант приходится всего 3 пробы или 1.1%.

Таким образом, в настоящей работе рассмотрены закономерности формирования химического состава шахтных и грунтовых вод в Восточном Донбассе, роль природных и техногенных факторов в процессе функционирования и массовой ликвидации угольных шахт региона.

Литература

1. Гавришин А.И., Корadini А., Мохов А.В., Бондарева Л.И. Формирование химического состава шахтных вод в Восточном Донбассе. – Новочеркасск: ЮРГТУ (НПИ), 2003. – 187 с.
2. Гавришин А.И. Корadini А. Происхождение и закономерности формирования химического состава подземных и шахтных вод в Восточном Донбассе. // Водные ресурсы. – Москва, 2009. – Т. 36, № 5. – С. 564–574.
3. Гавришин А.И. Количественный анализ природных и техногенных гидрогеохимических закономерностей // Известия высших учебных заведений. Геология и разведка, 2012. – №2. – С.37–42.

ПРОГНОЗ ПРОЯВЛЕНИЯ ОПАСНЫХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ПРЕДЕЛАХ ПРОМПЛОЩАДКИ

А.В. Шилова

Научный руководитель профессор В.Н. Катаев

*Пермский государственный национальный исследовательский университет,
г. Пермь, Россия*

Производственная деятельность крупных промышленных предприятий представляет собой источник повышенной опасности для людей и состояния природной среды. В результате техногенного преобразования природной среды в границах территории предприятия возрастает риск возникновения аварий и катастроф в связи с активизацией геологических процессов. С целью оценки опасности их развития очевидна необходимость комплексного изучения состояния геолого-гидрогеологической среды в пределах локализации производства.

Рассмотрим такой подход к оценке инженерно-геологических условий на примере участка в г. Березники, расположенного на левом берегу Камского водохранилища, в 1,5 км западнее жилой застройки города. Данная территория наиболее показательна с позиции активного проявления геологических процессов.

Практически для всех фундаментов зданий и сооружений, расположенных на промплощадке грунтовым основанием является толща аллювиальных отложений, представленная классическим типом наслоения. В основании – песчано-гравийные отложения, перекрытые песками и песчано-глинистыми отложениями и илами с линзами заторфованных грунтов. Аллювиальные отложения фрагментарно замещены озерно-аллювиальными отложениями. Естественная поверхность аллювиальной толщи перекрыта искусственными (техногенными) грунтами различными по способу отсыпки, составу, плотности, возрасту [1, 2]. Неравномерное оседание земной поверхности зачастую приводит к негативным последствиям, среди которых отмечаются чрезмерные деформации несущих конструкций зданий и сооружений, техногенные аварии на линейных сетях и прочее.

Практически по всему глубинному интервалу дисперсные отложения техногенно-аллювиальной толщи являются суффозионно неустойчивыми [3]. Исключение составляют отдельные уплотненные прослои техногенных грунтов и глинистые отложения. В результате активизации суффозии на исследуемой территории неоднократно фиксировались провалы на поверхности и полости – в толще грунтового массива.

Предлагаемый методический подход направлен на выявление численных интервалов значений показателей природного строения, в которых возникновение природно-техногенных процессов наиболее вероятно. Индикатором вероятности активизации геологических процессов служат в данном случае факторы опасности. Под последними понимаются проявления геологических процессов, выраженные в форме различного рода нарушений и деформаций на поверхности земли и в толще пород, а также участки локализации техногенных аварий, связанных с нарушением нормальной работоспособности существующих объектов.

В данном исследовании в качестве факторов опасности выступали **осадки** земной поверхности. Величина осадок устанавливалась в ходе проведения геодезических наблюдений за десятилетний период за контрольными точками (репера и марки). В рассмотрение брались реперы и марки с суммарной осадкой более 30 мм и скоростью оседания более 2 мм/год. Большая скорость и размер осадки зачастую свидетельствует об активном развитии геологического процесса.

В качестве эталонного для выявления зависимостей выбран участок, локализованный в юго-западной части промплощадки. Установление взаимосвязи между значениями показателей природного строения и количественным проявлением факторов опасности осуществляется посредством картографического и графического моделирования, которое выполняется поэтапно. На первом этапе методами интерполяции строятся картографические модели изменчивости значений исследуемых показателей природного строения. Далее на эти модели накладываются рассматриваемые факторы опасности, после чего устанавливается их распределение по значениям показателей природного строения. Результат выражается в графической форме в виде гистограмм или кривых плотности распределения. По оси абсцисс таких диаграмм откладываются значения показателей природного строения, а по оси ординат – частота (вероятность) проявления факторов опасности в равных интервалах значений показателей природного строения (рис. 1).

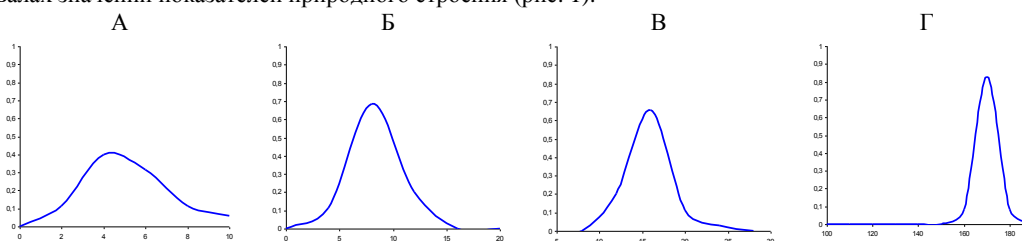


Рис. 1 Частота встречаемости осадки земной поверхности (ось Y) в зависимости от значений показателя (ось X): А–суммарной мощности глинистых грунтов четвертичных отложений, м; Б–суммарной мощности несвязных дисперсных грунтов четвертичных отложений, м; В–глубины залегания кровли коренных нижнепермских отложений, м; Г–глубины залегания кровли первой пачки каменной соли, м

При моделировании были использованы следующие показатели, определяющие геологическое строение: суммарная мощность глинистых грунтов четвертичных отложений, м; суммарная мощность несвязных дисперсных грунтов четвертичных отложений, м; глубина залегания кровли коренных раннепермских отложений, м; глубина залегания кровли первой пачки каменной соли, м.

Для прогноза осадки был выбран фрагмент исследуемой территории в пределах промплощадки, ввиду его квазиоднородности с эталонным участком. Диапазон изменений числовых значений показателей геологического строения здесь изменяется в одних пределах (рис. 2). Картографическим моделированием определены численные значения показателей геологического строения. Прогнозирование опасности проявления природных процессов осуществляется методом аналогии, используя графики частоты (рис. 1).

Всего рекомендуется выделять 3 таксона: I – практически неопасные условия (менее 0,15 д.е., менее 50 мм); II – умеренно опасные (0,15 – 0,25 д.е., 50 – 100 мм); III – опасные (более 0,25 д.е., более 100 мм) (рис. 2).

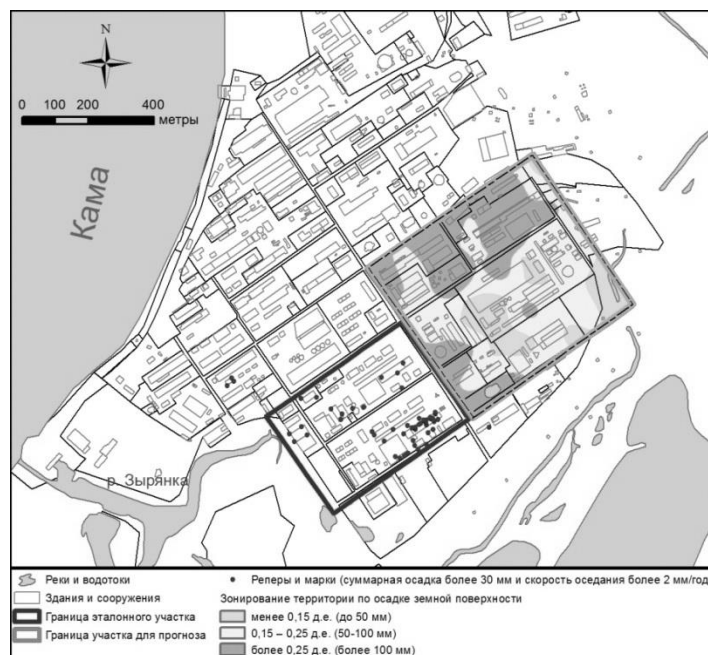


Рис. 2 Карта опасности проявления природных процессов на исследуемой территории

Литература

1. Шилова А.В., Катаев В.Н. Типизация геологического строения территории промышленной площадки в г. Березники Пермского края // Геология и полезные ископаемые Западного Урала: региональная научно-практическая конференция с международным участием. – Пермь, 2012. – С. 180–183.
2. Шилова А.В. Особенности инженерно-геологического строения территории промышленной площадки в г. Березники Пермского края // Геология в развивающемся мире: сб. науч. трудов. – Пермь, 2012. – С. 9–12.
3. Щербаков С.В. Прогнозирование устойчивости сооружений в зависимости от суффозионности грунтов // Трофимукмовские чтения – 2013: матер. Всерос. молод. науч. конф. с участ. иностр. ученых. – Новосибирск, 2013. – С. 584–586.

**АКТУАЛИЗАЦИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРОШЛЫХ ЛЕТ С ЦЕЛЬЮ ОЦЕНКИ
КАРСТООПАСНОСТИ ТЕРРИТОРИИ ДОБРЯНСКОГО РАЙОНА ПЕРМСКОГО КРАЯ****С.В. Щербаков**

Научный руководитель профессор В.Н. Катаев

*Пермский государственный национальный исследовательский университет,
г. Пермь, Россия*

Оценка карстоопасности территории или участка является актуальной задачей при инженерно-геологических исследованиях и изысканиях в пределах юго-восточной и центральной частей Пермского края. В этих районах достаточно широко развиты сульфатно-карбонатные отложения, представленные гипсами, ангидритами, известняками и доломитами, реже – мергелями. Как известно, изучение карста требует комплексного подхода к его оценке и наличия длительного ряда наблюдений о развитии этого процесса во времени и в пространстве. На протяжении последних 50-70 лет накоплен достаточно обширный материал о геолого-гидрогеологических и карстологических условиях различных участков и даже целых регионов края [4]. Однако далеко не все данные сегодня используются при проведении инженерных изысканий и оценочных построений. Как результат, полнота и достоверность ряда заключений о карстоопасности может быть поставлена под сомнение. Таким образом, одной из первоочередных инженерно-карстологических задач является актуализация и систематизация ранее полученных сведений об условиях и характере развития карста Пермского края [5].

На территории Добрянского района обширные исследования карста проводились в 1960-е годы [1, 2]. Карстологическими исследованиями были охвачены 4 сельских поселения: Дивьянское, Добрянское, Вильвенское и Перемское (см. рисунок). На территориях Висимского и Сенькинского поселений карстующиеся отложения постепенно выклиниваются из геологического разреза при движении с востока на запад. Территории рассматриваемых сельских поселений по приуроченности к крупным или средним структурам, где развиты карстующиеся породы [2], входят в Сергинцовско-Долгушинский и Полазнинско-Шалашнинский карстовые районы. Оба карстовых района расположены в основном в южной и центральной частях Добрянского района. В границах карстовых районов выделяется ряд карстовых участков, под которыми понимаются геоморфологически обособленные закарстованные части крупных или средних структур и мелкие структуры. Сергинцовско-Долгушинский район включает Голубятский, Нижнекосьвинский, Таборский, Усольский участки, а Полазнинско-Шалашнинский – Полазнинский, Дивьянско-Каменноложский, Куликовский, Чусовского Мыса, Луневский, Яринский, Шалашнинский участки. Карстовые участки включают карстовые поля, представляющие собой небольшие площади, несущие в себе основные черты, присущие участку, нередко обособленные в рельефе и отличающиеся по плотности или размерам карстовых форм, а также различной степенью воздействия на них человека и другими признаками [1].

В процессе актуализации этих данных в среде ESRI ArcGIS 10 строились электронные картографические модели, на которые наносились границы карстовых районов, участков и полей. Каждому из них присваивалась атрибутивная характеристика. Так, в ходе систематизации исследований прошлых лет [1] было выделено и картографически привязано 89 карстовых полей площадью от 0,83 до 85,3 км². Для каждого карстового поля оценена плотность ρ карстовых воронок, попавших в его пределы, их минимальные, максимальные и средние морфометрические параметры, а также распределения по форме в плане и разрезе. Достоверность привязки полей и карстологических данных устанавливалась в ходе верификационных полевых наблюдений.

С учетом закартированных данных по карстовым полям была произведена попытка предварительной оценки карстоопасности территории Добрянского административного района с применением нормативной методики [3]. Заметим, что нормативная методика оценки устойчивости территории к карстообразованию предлагается к проведению на локальном уровне исследований, в пределах относительно небольших урбанизированных территорий или участков. Однако в данном случае нормативная методика была применена ко всему исследуемому региону (Добрянскому району в целом). Оценка по нормативной схеме основывается на зонировании территории по двум количественным показателям – интенсивности провалообразования λ и средним диаметрам d воронок. По рассчитанным значениям этих показателей выделяются так называемые категории устойчивости, отражающие активность и масштабы развития карста.

Интенсивность провалообразования определяет скорость формирования новых карстовых форм на изучаемой территории в течение времени. Ее расчет основан на известном показателе плотности карстовых форм с учетом ввода в формулу еще одной величины – времени t наблюдения за провалообразованием. Если такое

время точно не установлено, то для унификации и обобщения конечных результатов допускается брать его равным 100 годам:

$$\lambda = \frac{\rho}{t}$$

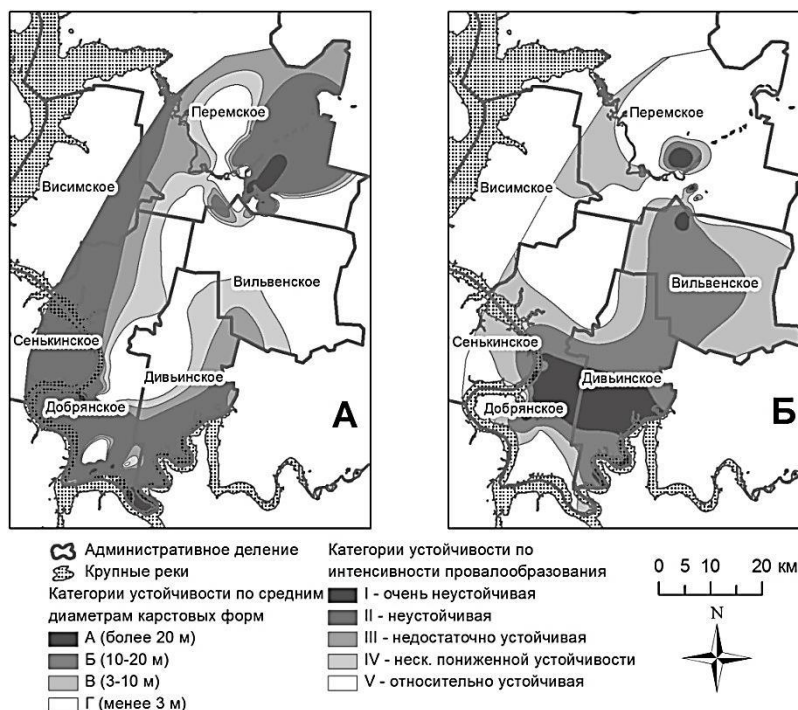


Рис. Зонирование территории Добрянского района по категориям устойчивости по интенсивности

В качестве форм карста, взятых в анализ при расчете интенсивности провалообразования, учтены все поверхностные формы, в т.ч. котловины, озера, овраги и пр. Средний диаметр воронок определяется осреднением диаметров соответствующих карстовых форм. В случае Добрянского района при анализе по карстовым полям в расчет среднего диаметра входят все поверхностные карстовые формы, локализованные в пределах каждого отдельного карстового поля.

Модели, отражающие карстоопасность Добрянского района (см. рисунок), построены машинным способом путем интерполяции значений показателей интенсивности провалообразования и средних диаметров карстовых форм, установленных в границах каждого из 89 карстовых полей. В качестве способа интерполяции был выбран метод естественного соседства. Выделение зон, характеризующихся различной степенью опасности, произведено с учетом требований нормативного подхода [3] к оценке устойчивости закарстованных территорий.

Применение результатов зонирования территории Добрянского района по устойчивости к карстообразованию (карстоопасности) может быть найдено при решении конкретных практических задач на предпроектных стадиях исследования. Следует помнить, что их детальность ограничивается районным уровнем (масштаб 1:10000 и выше), что требует проведения дополнительных уточняющих исследований и изысканий при крупномасштабных оценках карстоопасности под конкретные инженерные объекты.

Литература

1. Бутырина К.Г. Гипсовый карст центральной части Пермской области: дисс. ... канд. геол.-минер. наук. – Пермь, 1968. – 380 с.
2. Горбунова К.А., Андрейчук В.Н., Костарев В.П., Максимович Н.Г. Карст и пещеры Пермской области. – Пермь, ПГУ, 1992. – 200 с.
3. СП 11-105-97. Инженерно-геологические изыскания для строительства. Часть II. Правила производства работ в районах развития опасных геологических и инженерно-геологических процессов. – М.: ПНИИИС, 2001. – 101 с.
4. Щербakov С.В., Катаев В.Н. Интегральная оценка карстоопасности урбанизированных территорий (на примере г. Кунгур) // Ученые записки Казанского университета. Серия Естественные науки. – Казань, 2011. – Том 153, кн. 1. – С. 203–224.
5. Scherbakov S.V. Modern approach to an assessment of karst hazard // Global View of Engineering Geology and the Environment: proceeding of the International symposium and 9th Asian Regional conference of IAEG. – CRS Press/Balkema, Taylor & Francis Group, London, UK, 2013. – P. 867–872.

Секция 7

ГИДРОГЕОХИМИЯ И ГИДРОГЕОЭКОЛОГИЯ ЗЕМЛИ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГИДРОГЕОЭКОЛОГИИ

ВОДА – КАК ВАЖНЕЙШИЙ ПРИРОДНЫЙ РЕСУРС И ГЛАВНАЯ СТИХИЯ ОКРУЖАЮЩЕГО МИРА

С.Л. Шварцев, профессор

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г.Томск, Россия

Общеизвестно, что по выражению академика А.П. Карпинского подземные воды – наиболее ценное полезное ископаемое, без которого ни один регион не может развиваться. Большой вклад в изучение этого важнейшего ресурса внесли многие гидрогеологи. И в этом аспекте достигнуты огромные успехи [1]. Но проблемы остаются. Более того, они усложняются. Уже сегодня от недостатка питьевой воды постоянно страдают 1,5 млрд. человек, а еще два – периодически. Но еще большая катастрофа грозит человечеству в связи с загрязнением пресной воды. Достаточно напомнить, что по оценкам экспертов ООН около 80% населения пьет некачественную воду. Россия не является исключением, хотя и обладает уникальными ресурсами. Дефицит и потребление некачественной воды обеспечивают, не только рост заболеваний, но и приводят к тяжелейшим последствиям [2].

Вот что в этой связи пишет директор Института водных проблем РАН, член-корреспондент РАН В.И. Данилов-Данильян [3] «Недостаток пресной воды и бедность тесно коррелируют, вододефицит нарастает вместе с нищетой и голодом, а, следовательно, вносит вклад в возникновение и усиление угроз локальных войн (со всеми вероятными осложнениями в больших масштабах) и терроризма (в том числе глобального). Не менее серьезными могут быть последствия антисанитарии, неизбежной при остром дефиците воды, инфекционные болезни и эпидемии» (с.631). Необходимо признать, что для прогнозирования последствий употребления некачественной воды, как и простого изменения ее качества теоретическая и научно-методическая база до сих пор не создана. Но и это не все.

Наши мудрые предки, когда еще и науки то не было, каким-то чутьем глубоко осознали, что весь окружающий мир создан взаимодействием четырех важнейших первоначал или стихий, как тогда называли: земли, воды, огня и воздуха.

Среди этих стихий, как оказалось позже, вода занимает совершенно особое положение. Последнее особенно убедительно показал наш великий соотечественник академик В.И. Вернадский [4], который писал: «Вода стоит особняком в истории нашей планеты. Нет природного тела, которое могло бы сравниться с ней по влиянию на ход основных, самых грандиозных геологических процессов» (с.20). Эта мысль им развивается применительно к разным оболочкам Земли: 1) не только земная поверхность, но и глубокие части планеты определяются в самых существенных проявлениях наличием и свойствами воды; 2) вода создает основные механизмы земной коры, вплоть до магматической оболочки, по крайней мере; 3) ею вызывается и отчасти создается электрическое поле планеты и ее атмосферы; 4) свойства воды создают климат и определяют термодинамику атмосферы; 5) вода определяет всю химию земной коры и среду жизни; 6) природная вода охватывает и создает всю жизнь человека, так как едва ли есть какое-нибудь другое природное тело, которое бы до такой степени определяло его общественный уклад, быт, существование; 7) вода определяет и создает всю биосферу.

За каждым из приведенных высказываний глубочайшее научное обобщение многочисленных эмпирических фактов, величайшая, сконцентрированная в емкой фразе мысль, определяющая парадигму всего нашего знания о роли воды в развитии нашей планеты и ее особого положения среди всех других стихий. Особое положение воды по В.И. Вернадскому определяется ее необычными физико-химическими и термодинамическими свойствами, строением, многообразием видов и форм ее проявления на планете, единством всех ее типов, «всюдностью», геологически вечной подвижностью и т.д. Все эти и многие другие особенности, о которых написаны книги, делают воду совершенно уникальным соединением, непохожим ни на одно другое вещество (стихии) земли, которое обеспечило жизнь на нашей планете. Не зря же французский зоолог Рауль Дюбуа определил, что «жизнь – это одухотворенная вода» (l'eau animée), а его соотечественник, знаменитый писатель и путешественник Антуан Сент-Экзюпери подчеркнул, что вода не просто источник жизни, вода – это сама жизнь.

Вода сама по себе уникальный объект для фундаментальных исследований, но еще важнее механизмы ее взаимодействия с другими основными компонентами планеты. В этом плане опять же мы должны обратиться к В.И. Вернадскому, который показал, что взаимодействие воды с горными породами, газами и органическим веществом является главным механизмом формирования земной коры и всего окружающего мира. И что главным компонентом в этой системе опять же выступает вода. Как следует из законов термодинамики, химические элементы активны только в растворенном состоянии, поскольку активность твердых тел и самой воды равна 1, а растворенных соединений меняется в широких пределах. Поэтому состав воды выступает тем алгоритмом, который контролирует растворение и осаждение (образование) всех вторичных минеральных и

органических образований. А весь окружающий нас мир является вторичным, созданным водой из первичного камня.

Нашими исследованиями установлено, что подземная вода всегда находится в неравновесном состоянии с теми или иными минералами глубинного генезиса. Более того, со многими из них она никогда не может достигнуть равновесия, т.к. этому мешают геохимические барьеры и, в частности, вторичные минералы, образующиеся в процессе взаимодействия воды с глубинными минералами [2].

Оказалось, что система вода – горная порода в любой части земной коры является равновесно-неравновесной, т.е. вода всегда растворяет одни минералы и формирует другие, состав которых меняется по мере изменения состава водного раствора.

Из установления этого нового факта следует, что система вода – порода является внутренне противоречивой, способной к самопроизвольному, непрерывному, геологически длительному развитию с образованием принципиально новых минеральных фаз и геохимических типов воды [5]. Равновесно-неравновесное состояние – это не частный случай, а фундаментальное свойство системы вода-порода, которое отражает ее природные особенности, т.е. внутреннюю сущность и не зависит от каких-либо внешних факторов. Чрезвычайно важно при этом, что система развивается независимо ни от каких внешних факторов, только вследствие непрерывного вечного изменения состава воды, которое происходит в результате также постоянного растворения вмещающих горных пород.

Вода, взаимодействуя с эндогенной породой, создает принципиально иной окружающий мир, в корне отличный от существующего ранее. На первых этапах это выражается в образовании иного состава воды и новых минеральных продуктов, непохожих на растворимые водой эндогенные алюмосиликаты. Важно при этом, что вода формирует эти новые образования в согласии с ее составом, структурой, средой. Поэтому смело можно сказать, что окружающий нас мир создается водой в полной гармонии с законами изменения ее внутреннего содержания, внутренней энергии. Именно вода в силу своего необычного строения способна создавать новые более сложные продукты, новые ее геохимические типы, обеспечивая прогрессивную эволюцию в неживой, а позже и живой материи. Механизмы такой всеобъемлющей эволюции в настоящее время вырисовываются достаточно четко.

Чрезвычайно важно, что новый мир создается вдали от равновесия с глубинными (эндогенными) минералами, которое в соответствии с законами синергетики обеспечивает принципиально новые возможности развития с образованием новых самоорганизующихся диссипативных структур в понимании И.Р. Пригожина и Стенгерса [6].

Имеются все основания полагать, что принципиальная неравновесность подземных вод с горными породами является той движущей силой непрерывной эволюции и самоорганизации, которая, начавшись в неживой материи, постепенно усложнялась, обеспечила появление живого вещества и его дальнейшую эволюцию. При этом система вода – порода выработала механизмы аккумуляции необратимых потоков солнечной энергии и вещества горных пород, обеспечивших ее прогрессивно-поступательное развитие.

В последние годы становится совершенно очевидным, что система вода – горная порода является важнейшей, а может и единственной в косной материи, которая способна к самоорганизации и саморазвитию. В то же время ни одна наука не изучает эту единую систему. Горную породу изучают петрология, литология, минералогия и т.д., подземную воду – гидрогеология, гидрогеохимия и др. Связь между ними весьма призрачная: гидрогеология, изучающая подземную гидросферу, практически не интересуется составом вторичных минеральных образований, которые она и создает, науки, изучающие горные породы, в свою очередь, не интересуются составом воды, да и в целом гидрогеологией. Само собой, что эта странная ситуация, безусловно, не способствует прогрессу геологической науки.

Образовался своеобразный вакуум между водой и теми твердыми фазами, которые она создает. Кто его должен заполнить? На наш взгляд, конечно, гидрогеология, поскольку именно вода оказывается тем компонентом, который определяет ход, масштабы и направление развития системы вода-порода и именно гидрогеология подготовлена к этому наилучшим образом.

Изначально Ж.Б. Ламарк рассматривал гидрогеологию как науку о роли воды в становлении окружающего нас геологического мира [7]. К сожалению, развернувшаяся примерно в это время борьба непунистов и плутонистов закончилась поражением первых. Это и привело к тому, что учение о геологической роли воды, как объекта гидрогеологии, было забыто на многие годы. Гидрогеология, вопреки изначально базовому представлению, превратилась в науку только о подземных водах, и долгое время рассматривалась как часть гидрологии, изучающей подземную ветвь климатического круговорота. Так рассматривают гидрогеологию во многих Западных странах и сегодня.

Гидрогеология по своему внутреннему содержанию, как никакая другая из наук о воде (океанология, гидрология, гидрохимия, мерзлотоведение, гляциология, озероведение, учение о минеральных водах и т.д.), подготовлена не только для того, чтобы стать ведущей наукой о геологии воды, но и возглавить учение о природных водах в целом. Обусловлено это тем, что гидрогеология способна изучать не просто подземную воду, а ее взаимодействие с горными породами, газами и органическим веществом (живым и мертвым). Непрерывное же взаимодействие – первый признак систем, способных к прогрессивной эволюции. Тем самым гидрогеология потенциально подготовлена к изучению общих свойств и механизмов эволюционирующих водных систем.

Гидрогеология может и должна закрыть образовавшуюся нишу в изучении воды как важнейшей стихии планеты, в первую очередь подземной воды, которая, находясь постоянно в горных породах и с ними взаимодействуя, обеспечивает непрерывное усложнение состава воды и создает благоприятные условия для последовательных эволюционных преобразований вещества горных пород, формирования новых вторичных

продуктов – косных, биокосных и живых. Гидрогеология, как наука о воде, безусловно, будет трансформироваться в науку об эволюции всего окружающего мира. Мы уверены, что исследование гидрогеологией взаимодействия с горными породами, газами, органическим веществом резко расширит ее границы и выведет в число лидирующих среди всех геологических наук. Надеемся, что это произойдет в ближайшие 20–30 лет.

Литература

1. Пиннекер Е.В. (ред.) Основы гидрогеологии. В 6^{ти} томах. – Новосибирск: Наука, 1980 – 1984.
2. Шварцев С.Л. Общая гидрогеология // Изд. 2^е, перер. и доп. – М.: Альянс, 2012. – 601 с.
3. Данилов-Данильян В.И. Дефицит пресной воды и мировой рынок // Водные ресурсы. – 2005, том 32. – №5. – С. 625 – 633.
4. Вернадский В.И. История природных вод. – М.: Наука, 2003. – 751 с.
5. Шварцев С.Л. Внутренняя эволюция геологической системы вода-порода // Вестник РАН, 2012. – №3. – С. 242 – 251.
6. Пригожин И., Стенгерс И. Порядок из хаоса. Новый диалог человека с природой. Изд. 4^е, УРСС, 2003. – 312 с.
7. Шварцев С.Л. Двести десять лет гидрогеологии // Геоэкология, 2013. – №3. – С. 272 – 279.

ХИМИЧЕСКИЕ БАЛАНСЫ ВЕЩЕСТВА РЕЗЕРВУАРОВ ОЗЕРА БАЙКАЛ

О.Ю. Астраханцева

Институт геохимии им. А.П. Виноградова СО РАН, г. Иркутск, Россия

Открытая система “вещество вод оз. Байкал” связана с веществом потоков окружающей среды определенными коммуникациями, т.е. сетью внешней связей системы. Для установления внешних связей и описания механизмов взаимодействия в системе “вещество вод оз. Байкал – вещество потоков окружающей среды” необходимо исследование вещественного баланса каждого из пяти резервуаров озера. До сих пор химический баланс оз. Байкал рассчитывали как баланс однорезервуарной системы (П.Ф. Бочкарев (1955), К.К. Вотинцев (1961, 1978, 1982), К.К. Вотинцев и др. (1965, 1975), Н.В. Верболова и А.И. Мещерякова (1973), Анохин и др. (1991), Е.Н. Тарасова и А.И. Мещерякова (1992), Collender, Granina (1997), Leermakers et. al. (1996), В.И. Синокович и др. (1998)). При этом в статье “Приход” не учитывали пункты “Аэрозоль”, “Подземные воды”, “Термальные воды”, “Поток компонентов из донных отложений”, “Взвесь речных вод”, а в статье “Расход” пункт “Поток компонентов в донные отложения”.

Использу уравнение $m = C \cdot v$, (4) где m – полная масса элемента, C – средняя (базовая) концентрация, v – объем водной массы озера, рассчитано годовое содержание – полная масса каждого из 35 компонентов в 109 г/год в подсистемах (вещество поверхностных, прибрежных, глубинных, придонных вод) каждого полуавтономного резервуара оз. Байкал. Для расчета химического баланса вещества потоков необходимо знать составляющие приходной и расходной частей вещества каждого резервуара. Приходную часть составляют поступления элементов: – с речным стоком; – с подземным стоком (подземные воды, минеральные воды); – с атмосферными осадками; – с эоловым привносом; – с речной взвесью; – с притоком озерных вод из соседних резервуаров озера; – с внутренней нагрузкой – с потоком из донных отложений. Составляющие статью “Расход”: – вынос элемента со стоком озерных вод в соседние резервуары озера или в р. Ангару; – выведение из водной массы с взвешенным материалом, формирующим донные отложения, т.е. с потоком в донные отложения. Рассчитаны полные среднегодовые массы элементов в веществе каждого потока, втекающего и вытекающего из резервуаров оз. Байкал (внешняя нагрузка), а также внутренних потоков.

Кроме поступления элементов с водосборного бассейна (внешняя нагрузка), элементный режим определяют внутриводоемные процессы (внутренняя нагрузка). Элементами внутреннего баланса веществ являются аккумуляция поступивших с водосбора компонентов, седиментация их в составе взвешенного материала, поток из донных отложений в воду и как следствие этих процессов – накопление их на дне. Аккумуляция оценивается по разности внешнего прихода и внешнего расхода (сток в другие резервуары или р. Ангару). Поток компонентов из донных отложений в каждом резервуаре определяли по разности седиментации и аккумуляции. Данные о поставках вещества на дно оз. Байкал (в г/см²) получены из работы Ю.А. Богданова [1997]. В нашей работе рассчитано количество вещества, поступающее на дно каждого из пяти резервуаров оз. Байкал за год (табл.).

Таблица

Современные потоки химических веществ из водной толщи в донные осадки резервуаров оз. Байкал, г/год

Южный резервуар	Селенгинский	Средний	Ушканье-островский	Северный	Оз. Байкал
2.55x10 ¹²	1.46x10 ¹²	2.58x10 ¹²	5.65x10 ¹¹	5.42x10 ¹²	1.24x10 ¹³

Известно процентное содержание элементов в донных осадках [1]. Отсюда $N = C \cdot n / 100$, (5) где N – количество компонента (г/год) в потоке химических веществ из водной толщи в донные осадки резервуара; n – содержание компонента в 100 г сухого вещества донных осадков; C – абсолютные массы осадочного материала, накапливающиеся в донных осадках за год в каждом резервуаре (г/год). Кроме того, в [Богданов и др., 1997] даны потоки металлов в донные отложения оз. Байкал конкретно для SiO₂, Al₂O₃, Fe, Ti, Pb, Zn, Cu, Co, Cr, V,

Cd). Зная площади каждого из пяти резервуаров оз. Байкал, легко рассчитать поступление этих компонентов (г/год) в донные осадки резервуаров оз. Байкал.

Химические балансы вещества резервуаров озера позволяют установить организованность – сложное свойство вещества систем-резервуаров, заключающееся в наличии структуры и функционирования (поведения). Непременной принадлежностью систем являются их элементы (составные части) – в нашем случае это вещество подсистем вещества резервуаров озера – вещество поверхностных, прибрежных, глубинных, придонных вод, т.е. структурные образования, из которых состоит целое и без чего оно не возможно. Функциональность вещества резервуаров озера Байкал – это проявление определенных свойств (функций) при взаимодействии с веществом внешней среды (с веществом потоков). Назначение системы “вещество резервуаров озера Байкал – вещество потоков окружающей среды” в данном случае – движение материи и энергии в бассейне оз. Байкал, миграция, избирательный транзит и избирательная утилизация вещества, поступившего в озеро из внешней среды с веществом потоков. Структурность – это упорядоченность наиболее вероятного (равновесного по физико-химическим параметрам с веществом окружающей среды) состояния вещества подсистем в веществе резервуаров и вещества резервуаров в веществе мегасистемы, т.е. определенный набор и расположение состояний вещества подсистем в веществе резервуаров и состояний вещества резервуаров в веществе мегасистемы со связями между ними. В исследовании функции и структуры вещества систем-резервуаров оз. Байкал существует единство и взаимосвязь. Функциональность вещества каждого резервуара озера объясняется его структурой, т.е. наличием в веществе резервуара признаков пространственных равновесий, в соответствии с которыми вещество подсистем имеет определенное состояние (состояния), которое является для него предпочтительным. Функциональность мегасистемы “вещество резервуаров озера Байкал – вещество потоков окружающей среды” определяется характером реакции вещества подсистем резервуаров озера на внешние воздействия. Химические балансы вещества резервуаров позволяют установить устойчивые закономерности в характере реакции вещества подсистем, а, следовательно, и вещества резервуаров при взаимодействии с веществом потоков, выпадающих в резервуары, которые по природе своей действуют объективно, т.е. не зависят от того, желаем ли мы их проявления или нет. Таким образом, химические балансы вещества в резервуарах исследуемой мегасистемы “вещество резервуаров озера Байкал – вещество потоков окружающей среды” позволяют установить повторяемые из года в год устойчивые закономерности этих взаимодействий: источники поступления макро-, микрокомпонентов, биогенных элементов и органического вещества и пути их миграции в резервуаре, места их аккумуляции, позволяют выяснить, одинаковы ли эти взаимодействия или индивидуальны для каждого резервуара. Химические балансы резервуаров дают возможность рассмотреть системы-резервуары с позиции отношения их вещества как целого с лежащими вне их объектами – веществами химических потоков внешней среды, т.е. исследовать функции (поведение) вещества резервуаров – итоговое выражение разнообразия внутреннего содержания по составу, природе и всей совокупности протекающих в веществе резервуаров процессов. Анализ отношений взаимодействия вещества резервуаров оз. Байкал и вещества потоков раскрывает содержание законов их взаимодействия. Функциями вещества вод резервуаров оз. Байкал по отношению к компонентам, приносимым химическими потоками внешней среды (вещество потоков бассейна оз. Байкал и вещество потоков из донных отложений озера), являются: полный или частичный транзит одних элементов (HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- , K^+ , Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , B , Mo , Hg , Sr , Co , $\text{N}_{\text{орг}}$, $\text{S}_{\text{орг}}$) и аккумуляция других (части катионов основных компонентов, биогенных элементов, части органического вещества, микроэлементов) с последующей утилизацией в донных отложениях резервуара (в Селенгинском резервуаре) или включением аккумулярованных компонентов в химические круговороты компонентов вещества вод резервуаров озера (в остальных четырех резервуарах). Владелец самого малого количества вещества от вещества озера, Селенгинский резервуар получает самую большую нагрузку (вещество химических потоков внешней среды) и практически все вещество поставляется внешними источниками (реки, взвесь рек, приток озерных вод), а остальные резервуары, кроме внешних источников, большую часть вещества (биогенные элементы, часть катионов основных компонентов, целую группу микроэлементов и органическое вещество) получают из внутреннего источника – потока из донных отложений. Основное количество (по весу) поступившего с внешними источниками вещества уходит из резервуаров со стоком озерных вод, остальное вещество аккумулируется в резервуарах. Селенгинский резервуар аккумулирует треть вещества, пришедшего с общим приходом, из него половина элементов-компонообразователей захоранивается в донных отложениях. В остальных резервуарах аккумуляция поступившего в резервуар вещества с внешней нагрузкой составляет от двадцатой до пятой части, при этом от 20 % (Южный резервуар) до 70 % (Северный) вещества вступает в химический круговорот. От поступившего с внешними источниками вещества в резервуарах захоранивается от 1% (Ушканьеостровский резервуар) до 18% (Северный) и трети (Селенгинский резервуар). Кроме внешних нагрузок, во всех резервуарах озера, кроме Селенгинского, существуют мощные внутренние источники вещества – потоки из донных отложений – основные поставщики биогенных элементов, части катионов основных компонентов, целой группы микроэлементов и органического вещества. Внутренние и внешние нагрузки на протяжении озера резко различаются и зависят от морфологии озера. В плане сравнения внутренних нагрузок (поток из донных отложений, поток в донные отложения) в резервуарах, в Северном резервуаре ее можно характеризовать как мощную, в Южном, Среднем, Ушканьеостровском резервуарах – как большую и в Селенгинском резервуаре – как ничтожную.

Литература

1. Ветров В.А., Кузнецова А.И. Химический состав донных отложений озера Байкал: современное состояние и мониторинг // География и природные ресурсы, 1992. – №3. – С.93 – 102.
2. Вотинцев К.К. Гидрохимия оз. Байкал. – М.: АН СССР, 1961. – 311 с.
3. Выхристюк Л.А. Органическое вещество донных осадков Байкала. – Новосибирск: Наука, 1980. – 80 с.
4. Гвоздков А.Н. Геохимия современных донных осадков оз. Байкал. – Иркутск: Институт геохимии, 1998. – 209 с.
5. Ломоносов И.С., Пампура В.Д., Гапон А.Е. и др. Металлы в воде и донных отложениях Южного Байкала и его притоков // Мониторинг состояния озера Байкал.– Л.: Гидрометеиздат, 1991. – С. 76 – 94.
6. Пампура В.Д., Кузьмин М.И., Гвоздков А.Н. и др. Геохимия современной седиментации оз. Байкал // Геология и геофизика – 1993. – Т. 34. – № 10–11. – С. 52 – 67.
7. Тарасова Е.Н. Органическое вещество вод Южного Байкала. – Новосибирск: Наука, СО, 1975. – 147 с.
8. Тарасова Е.Н. Компоненты трофического статуса в водах оз. Байкал, Хубсугул и Телецкое // Сибирский экологический журнал. – 1998. – № 5. – С. 383 – 390.
9. Тарасова Е.Н., Мещерякова А.И. Современное состояние гидрохимического режима озера Байкал. – Новосибирск: Наука, 1992. – 142 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ “ВЕЩЕСТВО ВОД ОЗЕРА БАЙКАЛ – ВЕЩЕСТВО ПОТОКОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ”**О.Ю. Астраханцева***Институт геохимии им. А.П. Виноградова СО РАН, г. Иркутск, Россия*

Характеристика вещества вод оз. Байкал в ракурсе внутренне-структурного аспекта его организации и характера движения вещества, попадающего в вещество вод оз. Байкал из внешней среды – вот сфера научного интереса в данной работе. Предмет исследования – часть физического мира – система “вещество вод озера Байкал – вещество потоков окружающей среды (реки, взвесь рек, дождь+снег, аэрозоль, подземные воды, минеральные воды, приток озерных вод из других резервуаров озера, поток из донных отложений, поток в донные отложения, сток озерных вод в другие резервуары озера и в реку Ангару)” существует и развивается не произвольным способом, а подчиняется определенным законам природы – наблюдаемым устойчивостям некоторого образца, и закон является только описанием этой устойчивости. Необходимо понимание порядка, который лежит в основе структуры и организации движения вещества в этой системе. Накопленный большой эмпирический материал по оз. Байкал, успехи компьютерных технологий последних 10 – 20 лет делают возможным разработку в достаточной степени научно обоснованного подхода к исследованию состояния вод озера по физико-химическим параметрам и характеру геохимической среды методами физико-химического моделирования, а также создание функциональной (балансовой) модели сложной системы “вещество вод оз. Байкал – вещество потоков окружающей среды”.

Цель исследования – в системе “вещество вод оз. Байкал – вещество окружающей среды (потоки)” исследовать внешнюю (функциональную) и внутреннюю (структурную) иерархию вещества. Это достигается путем решения следующих задач: 1) в веществе вод оз. Байкал выделить пространственно локализованные зоны естественных физико-химических равновесий с веществом окружающей среды, со стабильными физико-химическими параметрами в масштабе исторического времени; 2) в выделенных зонах через внутренние физико-химические параметры рассчитать формы нахождения компонентов и характер геохимической среды (еН, Рн, минерализация); 3) рассчитать среднесуточные содержания макро-, микро-, биогенных элементов и органического вещества в мг/л в водах оз. Байкал и потоках, впадающих в озеро и вытекающих из него в отрезок времени, предшествующий активным антропогенным нагрузкам; 4) рассчитать водные балансы всех резервуаров и потоков оз. Байкал; 5) рассчитать химические балансы всех резервуаров и потоков мегасистемы “вещество вод оз. Байкал – вещество окружающей среды (потоки)”; установить пути миграции и места аккумуляции компонентов, поступающих в озеро с внешней и внутренней нагрузками.

Разработка метода выделения из сложного эволюционирующего и иерархического объекта – системы “вещество вод озера Байкал – вещество потоков окружающей среды” – систем термодинамического типа, введение составной системы (мегасистемы, когда рассматриваются состояния ограниченных равновесий и использованы представления локально-равновесной термодинамики, использование метода компьютерного моделирования равновесных (максимально вероятных) составов вещества вод оз. Байкал, разработка методов создания модели структуры вещества вод озера Байкал по состоянию геохимической среды, а так же функциональной модели химического взаимодействия вещества вод оз. Байкал с веществом потоков окружающей среды, позволили сделать следующие выводы.

Анализ целостности и однородности свойств изучаемого химического взаимодействия “вещество вод оз. Байкал – вещество потоков окружающей среды” зависит от однородности общего (физического, теплового, химического) взаимодействия вещества изучаемого объекта с веществом окружающей среды и подход к данному исследованию означает учет всех физико-химических характеристик системы как результата этих взаимодействий.

Неоднородность сил гравитации по акватории озера (различие градиента силы гравитации в резервуарах) из-за морфологических характеристик – резкой расчлененности дна, является тем фактором, который определяет структуру вещества озера как иерархическую – состоящую из неравновесных друг с другом пяти резервуаров с отличающимися физико-химическими состояниями, но равновесных с веществом окружающей среды, т.е. находящуюся в постоянстве своего состояния (стационарную систему).

Вещество прибрежных, поверхностных, глубинных, придонных вод имеет различный энергетический баланс и, соответственно, энергетический потенциал из-за различного (неоднородного по вертикали) воздействия на него массового и безмассового вещества окружающей среды.

Модель структуры состояния вещества вод оз. Байкал, равновесного по физико-химическим параметрам с веществом окружающей среды, представляет собой среднесуточные состояния геохимических сред, содержащих макро-, микрокомпоненты, биогенные элементы и органическое вещество, в подсистемах (вещество прибрежных, поверхностных, глубинных, придонных вод в веществе резервуаров оз. Байкал) пяти резервуаров (Южного, Селенгинского, Среднего, Ушканьеостровского, Северного), характеризуемые стабильными среднегодовыми параметрами: температурой, давлением, химическим составом, минерализацией и рассчитанными через эти параметры характеристиками кислотно-основных и окислительно-восстановительных состояний геохимических систем, формами существования элементов.

Установлено, в виде каких химических соединений компоненты присутствуют в веществе водных подсистем: все компоненты образуют ионные пары, причем в нескольких формах, только макрокомпоненты на 99% представлены в виде свободных незакомплексованных ионов. Доминирующая форма серы – SO_2^- , углерода – HCO_3^- . Хлор присутствует в виде иона Cl^- . У всех биогенных компонентов и микроэлементов, кроме Br, основные формы нахождения в водах Байкала – ионные комплексы. Причем у таких компонентов, как Al, Cu, Cr, Fe, As, P, Hg, U, V доминирующие формы нахождения в разных подсистемах различаются.

По всем подсистемам (прибрежные воды, поверхностные, глубинные, придонные воды, донные отложения) Южного, Селенгинского, Среднего, Ушканьеостровского, Северного резервуаров мегасистемы “вещество вод оз. Байкал – вещество потоков” и потокам (реки, взвесь речных вод, подземные воды, минеральные воды, дождь+снег, аэрозоль, р. Ангара) созданы базы данных среднесуточных содержаний химических компонентов: Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Al, Si, Mn^{2+} , $\text{Fe}_{\text{общ}}$, SO_4^{2-} , HCO_3^- , Cl^- , NO_3^- , PO_4^{3-} , H^+ , O_2 , As, B, Cr, Cu, Cd, Hg, Pb, Sr, Zn, Co, U, V, Br, Rb, Mo, $\text{C}_{\text{орг}}$, $\text{N}_{\text{орг}}$, $\text{P}_{\text{орг}}$, $\text{S}_{\text{орг}}$, CO_2 в мг/л.

Исследование структуры водного баланса оз. Байкал через его расчет в отдельных резервуарах озера позволяет оценить водообмен проточностью при рассредоточенном притоке и сосредоточенном стоке в р. Ангару. В приходной части водного баланса материковый сток является главной составляющей только для Северного и Селенгинского резервуаров, для остальных резервуаров первое место по вкладу в водный баланс занимает приток озерных вод из соседних резервуаров озера. Выявлено среднее значение постоянной времени обмена вод для каждого резервуара: в Северном резервуаре – около 386 лет; в Ушканьеостровском – около 129 лет; в Среднем – около 287 лет; в Селенгинском – около 25 лет; в Южном – около 96 лет.

Химическое взаимодействие вещества вод оз. Байкал и вещества потоков окружающей среды (система “вещество вод оз. Байкал – вещество окружающей среды (потоки)” по обмену веществом и энергией) иерархично и структура обмена упорядочена именно таким образом: поведение вещества вод озера при обмене веществом и энергией с веществом потоков окружающей среды индивидуализировано в веществе пяти резервуаров озера. Химические балансы вещества резервуаров озера позволили установить организованность – свойство вещества оз. Байкал, заключающееся в наличии структуры (вещества пяти резервуаров озера с индивидуальными физико-химическими характеристиками и состоянием геохимической среды), и свойство веществ систем–резервуаров, заключающееся в наличии индивидуального функционирования (индивидуального поведения). Вещество мегасистемы “вещество вод оз. Байкал – вещество потоков окружающей среды” иерархично – вещество каждого резервуара может рассматриваться как система, обладающая целостностью в отношении своих функций и определяемая в своих границах по физико-химическим параметрам.

Установленные функции систем “вещество резервуаров озера Байкал – вещество потоков окружающей среды” – специализированное движение материи и энергии в резервуарах озера: комплексообразование, миграция, избирательный транзит и избирательная утилизация или включение в химические круговороты компонентов, поступивших в резервуары озера из внешней среды с веществом потоков. Внешняя функциональная иерархия вещества вод резервуаров оз. Байкал проявляется в организации движения (миграции) компонентов и проценте их аккумуляции в донных отложениях резервуаров.

Сходство функций вещества резервуаров озера наблюдается в отношении их пропускной и аккумулирующей способностей относительно поступающих с внутренними и внешними потоками основных элементов, микроэлементов, биогенных элементов и органического вещества, заключающейся в открытости – способности частично или полностью пропускать (транзит) и обмениваться между резервуарами следующими компонентами: HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- , K^+ , Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , B, Mo, Hg, Sr, $\text{C}_{\text{орг}}$, $\text{N}_{\text{орг}}$, $\text{S}_{\text{орг}}$ и закрытости в отношении остальных компонентов (части катионов основных компонентов, биогенных элементов, части органического вещества, микроэлементов), которые связываются (вступают в комплексообразование) и остаются в резервуарах (захораниваются или вступают в химический круговорот). По этим компонентам резервуары полуавтономны, закрыты и не обмениваются с другими резервуарами. Различие функций резервуаров заключается в том, как расходуются аккумулированные компоненты: в Селенгинском резервуаре они захораниваются, в остальных небольшая их часть захоранивается, а большая часть вступает в химический круговорот.

Круг компонентов, совершающих химические круговороты, определен для каждого резервуара оз. Байкал: в Южном резервуаре это: Mg^{2+} , Al, Si, Mn^{2+} , $\text{Fe}_{\text{общ}}$, NO_3^- , PO_4^{3-} , As, Cr, Cu, Cd, Pb, Zn, Co, U, V, Rb, Ti, $\text{P}_{\text{орг}}$; в Среднем: K^+ , Na^+ , Mg^{2+} , Al, Mn^{2+} , Si, $\text{Fe}_{\text{общ}}$, NO_3^- , PO_4^{3-} , As, Cr, Cu, Cd, Pb, Co, B, Br, U, V, Rb, $\text{C}_{\text{орг}}$, $\text{N}_{\text{орг}}$, $\text{S}_{\text{орг}}$, $\text{P}_{\text{орг}}$, Ti; в Ушканьеостровском: K^+ , Na^+ , Mg^{2+} , Al, Si, Mn^{2+} , $\text{Fe}_{\text{общ}}$, NO_3^- , PO_4^{3-} , As, Cr, Cd, Zn, Cu, V, U, Mo, Co, Pb, Rb, $\text{P}_{\text{орг}}$, $\text{N}_{\text{орг}}$, Ti; в Северном резервуаре: K^+ , Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Al, Si, Mn^{2+} , $\text{Fe}_{\text{общ}}$, NO_3^- , PO_4^{3-} , As, Cr, Cu, Cd, Pb, Zn, Co, U, V, B, Br, Rb, $\text{C}_{\text{орг}}$, $\text{N}_{\text{орг}}$, $\text{S}_{\text{орг}}$, $\text{P}_{\text{орг}}$, Ti; в Селенгинском резервуаре: K^+ , Mn^{2+} , As, Cd, Co, U, V, Mo, Rb, Ti, PO_4^{3-} , $\text{Fe}_{\text{общ}}$, $\text{P}_{\text{орг}}$.

В оценке внешней и внутренней нагрузок на оз. Байкал важны, ценны и определяющие внешние и тем более внутренние источники вещества, причем для каждого из пяти резервуаров озера, т.к. каждый резервуар имеет свой набор ведущих источников вещества, а известные только для всего озера, усредненные, они дают смазанную, не соответствующую действительности картину.

В поставке биогенных элементов все резервуары, кроме Селенгинского, находятся на внутреннем обеспечении (потоки из донных отложений), и только Селенгинский резервуар питается внешним привносом. Внешняя и внутренняя нагрузки на протяжении озера, в зависимости от морфологии, резко меняются и индивидуальны в каждом резервуаре. Выявлены большие внутренние нагрузки – потоки из донных отложений в четырех резервуарах озера и незначительная в Селенгинском резервуаре. Установлена ведущая роль внутриводоемных процессов в поступлении и утилизации биогенных элементов, $R_{орг}$, основных компонентов – катионов и группы микроэлементов в резервуарах оз. Байкал.

Утилизация вещества в донные осадки оз. Байкал избирательна: с внутриводоемными потоками в донные отложения поступают биогенные элементы, $R_{орг}$, часть основных компонентов – катионов и группа микроэлементов. Установлено, что во всех резервуарах оз. Байкал, кроме Селенгинского, процент утилизации (захоронения) поступающего вещества очень низок вследствие того, что вещество, поступившее с потоком в донные отложения, за отсутствием малой части возвращается с потоком из донных отложений. В четырех резервуарах озера утилизация вещества ничтожна (около 10 %), при этом существуют мощные химические круговороты компонентов. В Селенгинском резервуаре захоранивается 85 % вещества, поступившего с потоком в донные отложения.

Оценка геохимической устойчивости, состоящая в определении подвижности компонентов, поступающих в резервуары и уходящих из них, оценке степени участия компонентов в химических круговоротах внутри резервуаров и установлении места накопления компонентов – в водах или донных отложениях, показала, что в Южном, Среднем, Ушканьеостровском и Северном резервуарах поступающие с потоками компоненты относятся к четырем группам экологической опасности, а в Селенгинском – ко второй, третьей и четвертой группам. Селенгинский резервуар отличается от других резервуаров озера типами и пунктами миграции компонентов. Каждый резервуар оз. Байкал индивидуален по набору компонентов в классах экологической опасности.

По всем системам пяти резервуаров оз. Байкал и потокам (внешняя и внутренняя нагрузки), поступающим в резервуары, созданы базы данных мерных количественных характеристик, позволяющие оперировать массами веществ, вступающих во взаимодействие в природной обстановке. Получен термодинамический параметр состояния отдельных систем оз. Байкал и впадающих в резервуары и вытекающих из них потоков – количества независимых компонентов в системах и потоках.

Создана основа для разработки нормативов допустимых воздействий на экосистемы оз. Байкал. Компоненты, поступающие в резервуары оз. Байкал с антропогенной нагрузкой, сгруппированы по классам экологической опасности. В “перечень особо опасных веществ” для резервуаров оз. Байкал необходимо включить вещества, изменяющие интенсивность внутренней нагрузки – потока из донных отложений и потока в донные отложения (элементы первого и второго класса экологической опасности).

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИДРОФИЛЬНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ В ПРОЦЕССЕ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

К.В. Ахмед-Оглы

Научный руководитель профессор О.Г. Савичев

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Загрязнение водных объектов является серьезной проблемой современности. Требуется как новые решения, так и оптимизация технологии очистки сточных вод. В частности, в рамках решения последней задачи целесообразно повышение эффективности биологической очистки смешанных стоков и уменьшение стоимости очистки в биопрудах с естественной аэрацией и гидрофильной растительностью, что определяет содержание рассматриваемой работы, обосновывая актуальность развития этого способа и расширения практики использования в Сибири [11 – 12].

В условиях Западной Сибири биологическая очистка при помощи пруда с торфяным субстратом и болотной растительностью является наиболее актуальной, т.к. являясь природными веществами, они не накапливаются в окружающей среде и легко утилизируются в ней. В таком биоценозе поллютанты усваиваются растениями, сорбируются торфяным субстратом и частично разлагаются [11]. В качестве такого биологического пруда выступает Обское (эвтрофное) болото. Оно находится в условиях антропогенного загрязнения и служит приемным резервуаром коммунально-бытовых сточных вод, сбрасываемых ЖКХ с. Мельниково [13].

Цель исследования – оценить эффективность снижения концентрации тяжелых металлов в сточных водах в процессе их биологической очистки с использованием гидрофильной растительности.

Влияние сброса сточных вод на растительный покров болот мало изучено. Растения поглощают элементы минерального питания, в том числе металлы, не пропорционально содержанию в субстрате, а избирательно. При этом растения накапливают в своих органах те или иные химические элементы.

Проследить влияние сточных вод на растительный покров можно на основании геоботанических критериев – растений, не характерных для болотного ландшафта, появляющихся под влиянием сброса сточных вод. В качестве геоботанических критериев могут использоваться тростник обыкновенный, осока, рогаз и др. [7].

Наиболее выгодной очисткой по простоте технологии и низкой стоимости является биологический метод очистки при помощи гидрофильной растительности, которая хорошо себя показала при очистке коммунально-бытовых сточных вод.

Установлено, эффективность очистки сточных вод зависит от видового состава водоема: чем шире видовой состав, тем эффективнее происходят процессы очищения. Отмечается, что наиболее результативным является совместное присутствие в водоеме различных полупогруженных или «земноводных» растений, в частности тростника и рогоза.

Согласно [5], рогоз обладает высокой аккумулярующей способностью по отношению к тяжелым металлам. Содержание тяжелых металлов в корнях рогоза, росшего на берегах шламонакопителей электростанций, составляла (мг/кг): меди – 3,4, марганца – 159,5, железа – 199,1, цинка – 16,6.

В результате проведенных исследований способности высшей водной растительности удалять азот и снижать БПК, установлено, что после очистки с помощью камыша, тростника и рогоза при средней концентрации аммония 24,7 мг/л в сточных водах его концентрация составляла (мг/л): для камыша – 1,4, для тростника – 5,3, для рогоза – 17,7. Очистительная способность камыша была также эффективна в экспериментах с БПК, ниже у тростника и рогоза. Помимо этого, установлена зависимость накопления растениями биогенных элементов от видовых особенностей растений, температуры и кислородного режима густоты биомассы, pH воды. Замечено, что чем больше концентрация в среде, тем интенсивнее происходит процесс их накопления. Интенсивность накопления увеличивается и под действием света [2, 8, 9, 14].

Химический состав растений зависит от элементного состава почвы. Поэтому избыточная аккумуляция тяжелых металлов растениями связана с их высоким содержанием в почвах или воде. В своей жизнедеятельности растения взаимодействуют только с доступными формами тяжелых металлов, количественное содержание которых, в свою очередь, тесно связано с буферностью.

Механизмы устойчивости растений к тяжелым металлам могут проявляться по-разному: некоторые растения способны проявлять толерантность к высоким концентрациям тяжелых металлов; другие используют свои барьерные функции. Наибольшее количество тяжелых металлов в растениях задерживается в корнях. Корни выступают первым барьерным уровнем на пути тяжелых металлов; следом идут – стебли и листья; последним барьером являются органы и части растений.

Наиболее распространенными в природе тяжелыми металлами являются свинец, медь, цинк, хром, никель, молибден, кадмий, олово, кобальт. Остальные тяжелые металлы практически не имеют концентрации опасные для организмов.

В исследуемых сточных водах из этого перечня встречаются: свинец, кадмий, цинк, медь.

По степени токсичности элементы разделяют на вещества II класса опасности (высокоопасные) – Pb и Cd, вещества III класса (умеренно опасные) – Zn, Cu.

Тяжелые металлы были выбраны в качестве объектов, т.к. они практически не утилизируются в ходе механической, физико-химической и биологической очистки в отличие от нефтепродуктов и соединений азота.

В данной работе рассмотрена эффективность очистки сточных вод при помощи гидрофильной растительности от загрязнения вод высокоопасным токсическим элементом – Pb.

Методика исследования

Методика работы заключалась в постановке опытов по трансформации химического состава сточных вод в резервуарах с образцами гидрофильных растений и анализе полученных результатов.

В качестве объекта исследования выбрано оз. Песчаное, расположенное в Томском районе в 5 км на юго-запад от города Томска.

Сточные воды отобраны на одном из выпусков ООО «Водоканал», т.к. они содержат весь перечень загрязняющих веществ, характерных для Западной Сибири.

Отбор растительности и сточных вод проводился одновременно: 24 июля 2013 г.

Растения рогоз широколистный (*Typhalatifolia*L.) и тростник обыкновенный (*Phragmitesaustralis*L.) были выбраны в качестве тестируемых объектов т.к. они имеют широкое распространение, имеют широкий диапазон экологической толерантности и доминируют среди других видов гидрофильных растений, а также они имеют большую площадь поверхности для поглощения.

Образцы водных растений отбирались в нескольких пунктах водоема. Вес пробы водных растений 50 г. Отбору проб подлежали нормальные по внешнему виду образцы продукции [10]. Образцы растительности (рогоз и тростник) вместе с корневой системой были помещены в полиэтиленовые емкости объемом 5 л, установленные на солнечной стороне с постоянным освещением во время всего светового дня в открытом помещении с температурой воздуха от 15°C в ночное время и до 30°C в дневное. В емкости были добавлены сточные воды объемом 0,5 и 1 л. Измерение концентрации тяжелых металлов проводилось через 5, 15, 25 суток.

Содержание указанного элемента определялось методом инверсионной вольтамперометрии (ИВА) в аккредитованной гидрогеохимической лаборатории Томского политехнического университета.

Результаты исследования и их обсуждение

Анализ полученных данных показал, что накопление макрофитами тяжелых металлов происходит неоднозначно. Поглощение тяжелых металлов растительностью происходит главным образом корневой системой, а также за счет поверхности соприкосновения растений с водой [4]. Они поглощают элементы выборочно. Накопление и распределение тяжелых металлов в растениях зависит от их вида, биодоступности, pH, растворенного кислорода, температуры и секреции корней [1].

Эффективность биологической очистки сточных вод гидрофильной растительностью представлена в таблице.

Таблица

Очистка сточных вод от свинца с помощью гидрофильной растительности

Растение	Объем пробы, мл	Время, дни	Концентрация, мг/л
Рогоз	500	0	0,0059
		5	0,0058
		15	0,00076
		25	0,0011
	1000	0	0,0059
		5	0,012
		15	0,0038
		25	0,0016
Тростник	500	0	0,0059
		5	0,0018
		15	0,0014
		25	0,0022
	1000	0	0,0059
		5	0,0052
		15	0,0024
		25	0,0026

Свинец, встречающийся в окружающей среде, является результатом деятельности человека, в большинстве случаев. Применение свинца в бензине приводит к тому, что он попадает в атмосферный воздух через выхлоп автомобилей, но часть его возвращается во время дождя. Из воздуха свинец попадает на растения непосредственно через осадки или косвенно, посредством внедрения из почвы.

Максимальное накопление свинца обнаружено в корнях. Листья также способны содержать свинец. Поры в листьях растений пропускают углекислый газ, необходимый для фотосинтеза, и выделяют кислород. Чрезмерное загрязнение свинцом покрывает поверхность листа и уменьшает количество света, достигающего его. Это приводит к остановке роста или гибели растений, уменьшая темп фотосинтеза, затрудняя дыхание, поощряя удлинение растительных клеток, влияющих на развитие корня, вызывая преждевременное старение [3].

В результате очистки сточных вод рогозом, при объеме 500 мл концентрация снизилась в 5 раз, при объеме 1000 мл – в 3,5 раза. При очистке с помощью тростника концентрация свинца снижается в 2,5 раза в обоих случаях. Во всех пробах на 15 день эксперимента, кроме рогоза при объеме 1000 мл, наблюдается максимальная степень очистки, после чего концентрации незначительно увеличиваются. Это говорит о том, что наивысшая поглотительная способность растениями свинца приходится на 15 день, после чего она уменьшается.

Заключение

В данной работе изложены современные научные взгляды и данные о роли высших водных растений в очистке сточных вод от тяжелых металлов. Освящены научные и практические основы очистки смешанных сточных вод с помощью гидрофильных растений.

Анализ проведенного опыта показал, что наибольшим эффектом очистки сточных вод в условиях Западной Сибири обладает рогоз, менее эффективным является тростник. Рогоз обладает большей способностью для поглощения тяжелых металлов. Он способен выдерживать достаточно высокие концентрации металлов без серьезного физиологического повреждения. Наибольшее содержание тяжелых металлов наблюдалось в корнях, меньше всего – в листьях [6]. Наилучший эффект очистки обнаружен при объеме сточных вод 1 л. Это объясняется большим объемом сточных вод и как следствие большей площадью соприкосновения растения со стоками, что и приводит к интенсивному процессу поглощения.

Литература

1. Cheng S. Heavy metals in plants and phytoremediation // *Environmental Science and Pollution Research*. – 2003. – № 10 (5). – P. 335 – 340.
2. Gersberg R.M., Elkins B.V., Lyon S.R., Goldman C.R. Role of Aquatic Plants in Wastewater Treatment by Artificial Wetlands // *Water Resources*. – 1986. – Vol. 20. – № 3. – P. 363 – 368.
3. Greene D. Effects of lead on the environment // *Lead Action News*. – 1993. – Vol. 1. – № 2.
4. Kibria M.G., Islam M., Alamgir M. Influence of waste water irrigation on heavy metal Accumulation in soil & plant // *International Journal of Applied and Natural Sciences*. – 2012. – Vol.1. – P. 43 – 54.
5. SamkaramUnni K., Philip S. Heavy metal uptake and accumulation by *Thyphaangustifolia* from wetlands around thermal power station // *International Journal of Ecology and Environmental Sciences*. – 1990. – Vol. 16. – N 2/3. – P. 133 – 144.
6. Sasmaz A., Obek E., Hasar H. The accumulation of heavy metals in *Typhalatifolia*L. Grown In a stream carrying secondary effluent // *Ecological engineering*. – 2008. – № 33. – P. 278 – 284.
7. Вода России. Социально-экологические водные проблемы / Под науч. ред. А. М. Черняева; ФГУП РосНИИВХ. – Екатеринбург: Издательство «АКВА-ПРЕСС», 2000. – 364 с.
8. Дикиева Д.М., Петрова И.А. Химический состав макрофитов и факторы, определяющие концентрацию минеральных веществ в высших водных растениях // *Гидробиологические процессы в водоемах / Под ред. И. М. Распопова*. – Л.: Наука, 1983. – С. 107 – 213.

9. Дмитриева Н.Г., Эйнон Л.О. Роль макрофитов в превращении фосфора в воде // Водные ресурсы. – 1985. – № 5. – С. 101 – 110.
10. Порядок отбора проб для выявления и идентификации наноматериалов в растениях. Методические указания – М.: Федеральный Центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2010. – 50 с.
11. Савичев О.Г. Биологическая очистка сточных вод с использованием болотных биогеоценозов // Известия Томского политехнического университета. – 2008. – Т. 312. – № 1. – С. 69 – 74.
12. Савичев О.Г., Базанов В.А., Ломакина Н. Ю. Анализ эффективности очистки коммунально-бытовых сточных вод в томской области // Вестник науки Сибири. – 2012. – № 1 (2). – С. 17 – 24.
13. Савичев О.Г., Гусева Н.В., Куприянов Е.А. и др. Химический состав вод обского болота (Западная Сибирь) и его пространственные изменения под влиянием сбросов загрязняющих веществ // Известия Томского политехнического университета. – 2013. – Т. 323. – № 1. – С. 168 – 172.
14. Смирнова Н.Н. Эколого-физиологические особенности корневой системы прибрежноводной растительности // Гидробиологический журнал. – 1980. – Т. 26. – № 3. – С. 60 – 69.

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ РЕКИ УШАЙКА В ПРЕДЕЛАХ ГОРОДА ТОМСКА В ОСЕННИЙ ПЕРИОД 2013 ГОДА

Ю.С. Березикова

Научный руководитель профессор О.Г. Савичев

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Исторически сложилось так, что г. Томск является старейшим в Сибири крупным образовательным, научным и инновационным центром, одним из мест, где сосредоточены различные отрасли промышленности (пищевая, фармацевтическая, машиностроительная и другие), отсюда и существенное последствие – ухудшение состояния окружающей среды. Одними из первых испытывают на себе это влияние промышленного потенциала водные ресурсы города.

Экологическое состояние водных объектов оценивается по различным показателям, направленных на изучение химического, гидрохимического, микробиологического загрязнения не только воды, но и донных отложений. Донные отложения – важный компонент водных экосистем. Они играют важную роль в формировании химического состава естественных вод, оказывают содействие самоочищению водной среды. Именно они служат надежным индикатором техногенного загрязнения, так как основная часть загрязняющих веществ в экосистемах из воды переходит в донные отложения, в результате чего они часто содержат высокие концентрации загрязняющих веществ.

Томск расположен на правом берегу реки Томь, одним из основных притоков которой является река Ушайка. Она берет свое начало в северных отрогах Кузнецкого Алатау, в районе остановочной площадки 41 км Томской ветви Транссиба, между деревнями Басандайка и Меженюновка. Длина реки 78 км, из них в пределах г. Томска – 22 км. Площадь водосбора – 744 км² [5].

Водосборный бассейн реки Ушайки почти полностью расположены в пределах Томского административного района (Томская область) и лишь участок нижнего течения – в границах г. Томска. Тем не менее, сильнейшее влияние индустриального комплекса г. Томска прослеживается как непосредственно (сбросы сточных вод и загрязняющих веществ, водозабор, изменение русла рек), так и косвенно (поступление загрязняющих веществ из атмосферного воздуха, изменение растительного покрова, гидрогеологических и других условий в водосборном бассейне) на всех стадиях формирования эколого-геохимического состояния речных вод Ушайки.

Расположение реки Ушайка в пределах Томска таково, что участок водосборного бассейна находится в центральной части города. Непосредственно на территории этого участка расположены многочисленные жилые здания и такой крупный промышленный объект, как ГРЭС-2, железнодорожная станция, а также ряд менее значительных объектов. Кроме того, в р. Ушайку поступают сточные воды ливневой канализации [1].

Целью работы является исследование химического состава донных отложений реки Ушайки в пределах города Томска в осенний период 2013 года.

Для выполнения работы был произведен отбор проб донных отложений в черте города Томска в 4 пунктах: №1 микрорайон Степановка (пер. Богдана Хмельницкого), №2 ул. Балтийская, №3 ул. Лермонтова, №4 ул. Набережная реки Ушайки (рис.). Пробы отбирались в меженный период 10 октября 2013 года при температуре воздуха +3°C в интервал времени 14:40 – 15:40 ч. В дальнейшем пробы были переданы для проведения анализа в аккредитованную гидрохимическую лабораторию НОЦ «Вода» Томского политехнического университета, где методом атомно-эмиссионной спектроскопии с ИСП в пробах донных отложений было определено содержание 31 элемента.

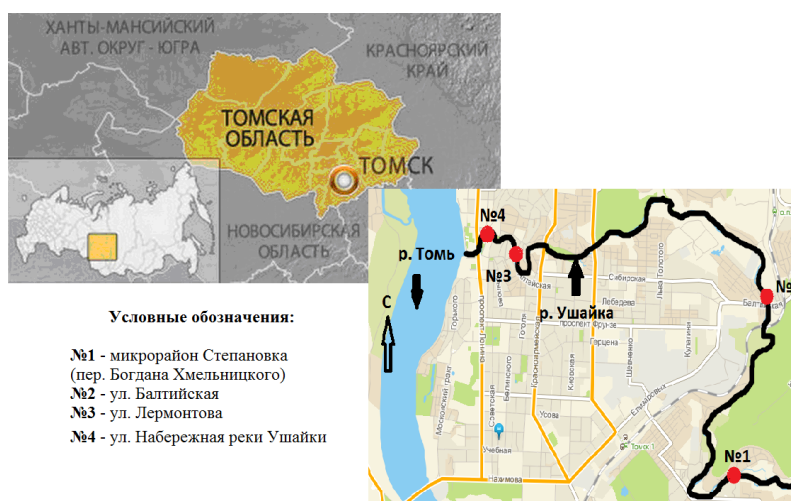


Рис. Схема расположения пунктов отбора проб донных отложений на р. Ушайка

Донные отложения р. Ушайки оценены как почва в соответствии СанПиН 2.1.7.1287-03 «Санитарно-эпидемиологические требования к качеству почвы» [4], ГН 2.1.7.2041–06 «Предельно-допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве» [2], так как предельно-допустимые концентрации (ПДК) для донных отложений отсутствуют. В данном исследовании был произведен анализ по следующим элементам, имеющим установленное значение предельно-допустимые концентрации (ПДК) в почве: As, Co, Cu, Mn, Ni, Pb, Sb, V, Zn (табл. 1).

Таблица 1

Химический состав донных отложений р. Ушайки по состоянию на осенний период 2013 года

Элемент	№1, мг/кг	№2, мг/кг	№3, мг/кг	№4, мг/кг	ПДК, мг/кг	A, мг/кг	Класс опасности	Лимитирующий показатель вредности
As	2,48	3,462	5,747	3,105	2	5,1	1	Транслокационный
Co	2,714	4,985	7,795	5,397	5	15,6	2	Общесанитарный
Cu	5,071	4,558	38,14	22,4	3	22,3	2	Общесанитарный
Mn	89,27	421,9	466,9	304,5	1500	839,7	3	Общесанитарный
Ni	4,463	10,56	20,15	12,08	4	35,9	2	Общесанитарный
Pb	2,004	5,24	35,74	11,02	32	9,9	1	Общесанитарный
Sb	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	4,5	-	2	Водно-миграционный
V	9,786	19,91	33,07	19,32	150	111,1	3	Общесанитарный
Zn	24,15	42,15	127,9	67,48	23	46,9	1	Транслокационный

Примечание: A – среднее арифметическое значение геохимических показателей донных отложений малых и средних рек Сибири зоны тайги [3].

В отечественной научной и нормативной литературе закреплен подход, в соответствии с которым в створе для группы из M веществ с одинаковым лимитирующим признаком вредности (ЛПВ) должно соблюдаться условие:

$$\sum_{i=1}^M \frac{C_i}{\text{ПДК}_i} \leq 1 \text{ [6].}$$

Таблица 2

Соотношение фактических и предельно допустимых концентраций микроэлементов в донных отложениях р. Ушайки в осенний период 2013 г

Лимитирующий показатель вредности	$\sum C_i / \text{ПДК}_i$			
	№1	№2	№3	№4
Общесанитарный	3,54	5,73	20,96	12,24
Транслокационный	2,29	3,56	8,43	4,49

Таким образом, содержание всех веществ, кроме V и Mn, в донных отложения реки Ушайки в черте города Томска приближено к среднему арифметическому значению геохимических показателей донных отложений малых и средних рек Сибири зоны тайги. Содержание As, Cu, Ni, Zn в донных отложениях в пунктах №1 и №2 превышает значение предельно-допустимой концентрации (ПДК) химических веществ в почве, содержание As, Cu, Ni, Zn, Co, Pb больше ПДК в пункте №3, содержание As, Cu, Ni, Zn, Co – в пункте №4. Условие $\sum C_i / \text{ПДК}_i \leq 1$ не соблюдается ни в одном из пунктов отбора проб как для веществ с общесанитарным лимитирующим признаком вредности, так и с транслокационным.

Литература

1. Оценка эколого-геохимического состояния малых рек Ушайки и Басандайки (Томская область) и анализ условий его формирования: отчет: рук. С.Л. Шварцев; исполн. О.Г. Савичев [и др.]. – Томск: ТФ ИГНГ СО РАН, 2000. – 78 с.
2. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве. Гигиенические нормативы. ГН 2.1.7.2041–06 [Электронный ресурс]. — Режим доступа: URL: http://www.tehlit.ru/1lib_norma_doc/46/46714/ (дата обращения: 17.01.14).
3. Савичев О.Г., Фунг Тхай Зыонг. Зональные закономерности изменения химического состава речных донных отложений Сибири и условия его формирования // Известия Томского политехнического университета серия "Науки о Земле". – Томск, 2013. – № 1. – С. 157 – 161.
4. Санитарно-эпидемиологические требования к качеству почвы. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. СанПиН 2.1.7.1287–03 [Электронный ресурс]. — Режим доступа: URL: <http://files.stroyinf.ru/Data1/11/11782/> (дата обращения: 17.01.14).
5. УШАЙКА [Электронный ресурс]. — Режим доступа: URL: <http://gorod.tomsk.ru/index-1264770013.php> (дата обращения: 17.01.14).
6. Экологическое нормирование: методы расчета допустимых сбросов загрязняющих веществ в поверхностные водные объекты суши: учебное пособие. Часть 1 / О.Г. Савичев, К.И. Кузеванов, А.А. Хвощевская, В.В. Янковский; Национальный исследовательский Томский политехнический университет. – 3-е изд. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010. – 108 с.

**ИНТЕРПРЕТАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ГИДРОГЕОХИМИЧЕСКОГО ОПРОБОВАНИЯ ПРИ
ПОИСКАХ РОССЫПНОГО ЗОЛОТА В БАССЕЙНЕ Р.ЧУГУНА**

А.А. Винокурова

Научный руководитель профессор Е.М. Дутова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

ООО «Надежда» с 2006г. занимается поисками, разведкой и разработкой россыпного золота в бассейне р. Чугуна – притока р. Лебедь. Район исследований, площадью 21,1 км² находится в северо-восточной части Алтая, для которой характерна металлогеническая специализация на золото, медь, железо и платину.

Территория Северо-Восточного Алтая в геологометаллогеническом и геоморфологическом отношении является продолжением золотоносных венд-нижнекембрийских геоструктур Кузнецкого Алатау, которые прослеживаются до низовий р. Катунь и объединены в один Горношорский геоморфологический россыпной район [1].

При разработке методики поисков и оценки россыпей в бассейне р. Чугуна ООО «Надежда» были использованы материалы по исследованиям золотоносности россыпной Горношорского района. Для рационального использования дорогостоящих горных работ, без которых невозможно провести оценку территории в условиях таежной местности, поиски на россыпное золото были проведены в следующей последовательности: гидрогеохимическое опробование – геоморфологическое картирование – поисковые маршруты со шлиховым опробованием – комплексный анализ факторов россыпеобразования – горные работы.

Для первоначальной оценки перспективности долин 13 притоков р. Чугуна на золото был применен гидрохимический метод поисков. В работах Г.В. Нестеренко и Б.А. Воротникова доказано, что концентрация золота в водах, дренирующих золотоносные отложения закономерно меняется по простиранию россыпи – нарастая либо наоборот убывая от головной части к хвостовой [2]. Исходя из этой позиции большая часть водотоков были опробованы в устье и верхнем течении и только из двух притоков было отобрано по одной пробе в среднем течении (рис.). Масс-спектрометрическим методом с индуктивно-связанной плазмой в ООО «ХАЦ «Плазма», г. Томск на 64 элемента было проанализировано 28 проб поверхностных вод.

Для интерпретации полученных результатов химического состава поверхностных вод опробованных 11 водотоков необходимо было определить их фоновые характеристики. Многочисленными исследованиями установлено, что в целом содержания золота в поверхностных водах близки или несколько выше содержаний в подземных водах и характеризуются значительным разбросом средних содержаний в различных регионах. Среднее содержание золота в водах, промывающих золотоносный аллювий повышенное. Вихтер Б.Я в своей работе для бассейна р. Оби приводит следующие содержания золота в поверхностных водах (нг/л): реки – от 1,4 до 52 среднее – 9,5; то же без аномальных содержаний – от 1,4 до 8, среднее - 4,0; ручьи россыпных провинций выше россыпей – от 2 до 18, среднее – 7,6; для вод промывающих золотоносный аллювий по россыпям Алтая: от 2 до 8, среднее – 5,0 [2].

В исследованном районе в гидрохимических пробах золото выявлено в 6 пробах из 28, при этом содержание золота значительно выше, чем среднее по опубликованным данным для россыпных районов Алтая [3]. На первоначальном этапе гидрохимического исследования для поверхностных вод бассейна р. Чугуна автором все значимые содержания золота условно рассматриваются как аномальные.

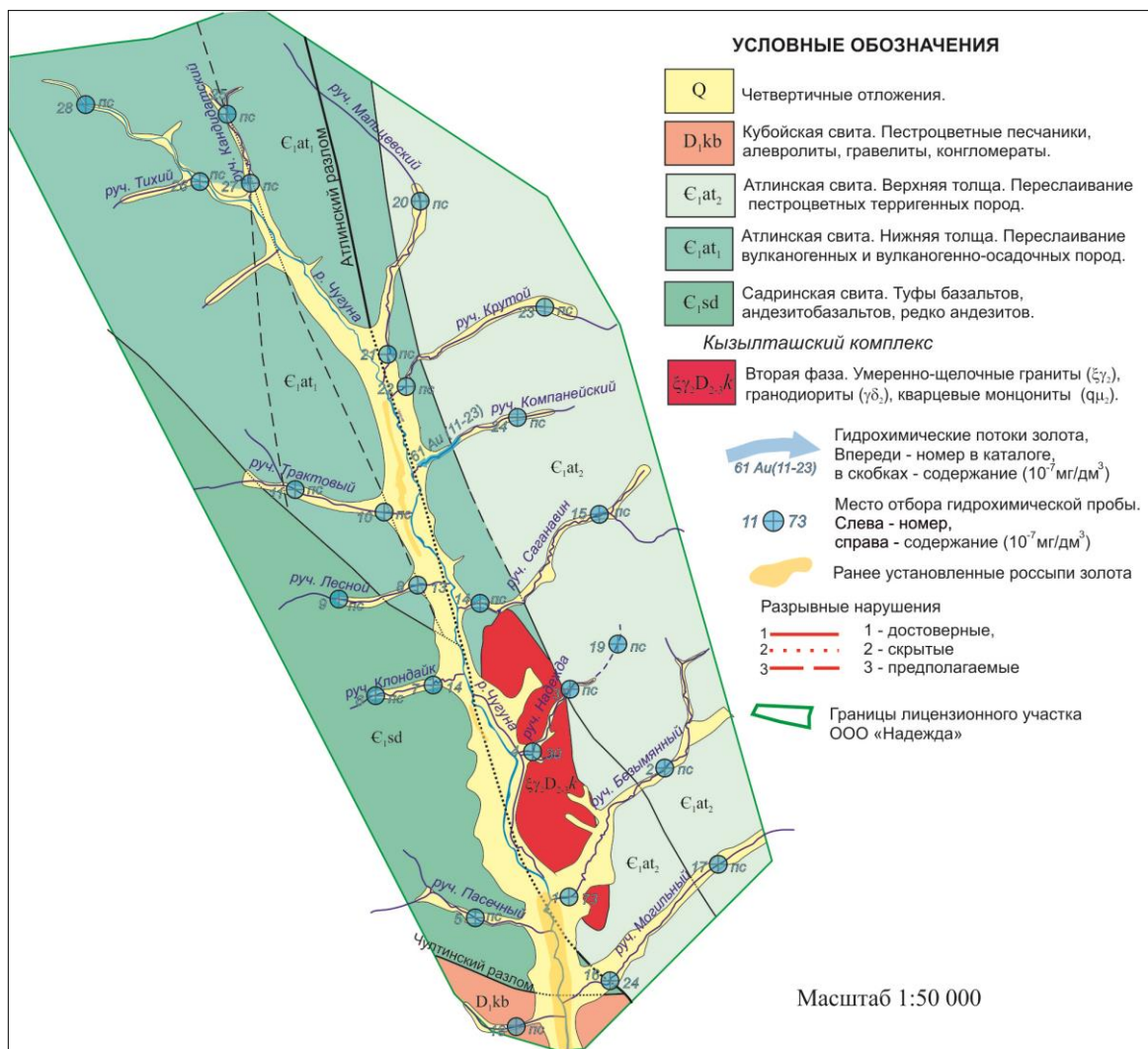


Рис. Геологическая схема участка работ

Гидрохимическое опробование руч. Могильного и руч. Клондайк с достоверно установленной предшественниками россыпной золотоносностью показало наличие в их водах гидрохимических аномалий золота с содержанием до 24×10^{-7} мг/дм³. Из 8 притоков с неочеченной золотоносностью выявлен 1 поток и 3 точечных гидрохимические аномалии золота:

руч. Компанейский – поток протяженностью 0,6 км с содержаниями $11-23 \times 10^{-7}$ мг/дм³;

руч. Безымянный – аномалия с содержанием 73×10^{-7} мг/дм³;

руч. Надежда – аномалия с содержанием 30×10^{-7} мг/дм³;

руч. Лесной – аномалия с содержанием 13×10^{-7} мг/дм³.

В водных потоках кроме золота было изучено поведение элементов-спутников, перечень которых был рекомендован для россыпных месторождений юга Западной Сибири Будилиным Ю.С. и др. в отчете «Методическое руководство по разведке и оценке аллювиальных россыпей золота Кузнецкого Алатау и Салаира» (1991). В отчете о результатах тематических работ ЦНИГРИ и Западно-Сибирского геологического управления проведен анализ геологических, геохимических материалов и карт распределения известных россыпных месторождений. Установлено, что каждой из трех геологических обстановок (вмещающие породы, зоны контактов и интрузивные породы), а внутри них каждой группе пород присущи свои элементы индикаторы, сопровождающие развитие коренных источников россыпей. Россыпные месторождения располагаются внутри контура аномалии, либо в непосредственной близости от него (не более 1 км).

Для исследуемого бассейна р. Чугуна следуя рекомендациям выше указанной методики использованы следующие элементы индикаторы россыпей. Для терригенных пород (верхняя толща атлинской свиты) – ртуть, олово, а в зонах их контактов с интрузиями – ртуть, олово, марганец. Для эффузивных пород (садринская свита) – свинец, олово; в зоне контактов метаморфизованных эффузивов с интрузиями – марганец. Для осадочно-эффузивных образования (нижняя толща атлинской свиты) – иттрий, к которому в контактовых зонах добавляются вольфрам и молибден. Для площадей интрузивных пород (кызылташский граносиенит-гранит-лейкогранитовый комплекс) – свинец, цинк, олово; для коры выветривания интрузий – вольфрам и титан (только

для щелочных интрузий). В результате гидрохимического обследования по элементам спутникам выявлены 2 перспективных на золото участка.

1. Контрастные аномалии вольфрама и молибдена по ручьям Саганавин (W 5 нг/дм³), Надежда (W 6,8 – 8,6 нг/дм³; Mo 157 – 953 нг/дм³), Безымянный (W 5,5 нг/дм³; Mo 54 – 151 нг/дм³) приурочены к контактам гранитной интрузии с терригенно-вулканогенными отложениями нижней толщи атлинской свиты.

На руч. Могильный, мелкая россыпь которого известна с 1935 г. выявленные аномалии вольфрама (5,4 нг/дм³) и молибдена (104 – 120 нг/дм³), связаны с той же интрузией. Контрастная аномалия цинка (2440 нг/дм³) указывает на более широкое распространение в долине руч. Могильный, гранитов, вскрытых отдельными шурфами на правом борту

2. Повышенное содержание ртути отмечено в верховьях основного русла р. Чугуна и ее ближайших притоков – Мальцевский (0,58 нг/дм³) и Кандидатский (0,46 нг/дм³). Аномалии ртути в поле развития осадочно-эффузивных образований нижней толщи атлинской свиты, выявленные впервые, представляют большой интерес, т.к. позволяют выделить новые перспективные участки.

После выявления гидрохимических потоков и аномалий золота для успешного продолжения поисков россыпей по отдельным водотокам необходимо было определить с чем связано повышение геохимического поля – с золоторудным объектом либо с золотоносной россыпью. Традиционно гидрогеохимические поиски применяются для поисков рудного золота. В среднем и верхнем течении р. Лебедь при наличии известных богатых большей частью отработанных россыпей (Албас, Пушта, Чулта, и др.) коренные источники их питания пока не обнаружены. Шлиховое опробование современного аллювия рек и ручьев с промышленными россыпями зачастую дает отрицательные результаты.

Интерпретация результатов гидрохимического опробования притоков р. Чугуна проведена с учетом геоморфологического строения долин. При наличии условий, благоприятных для концентрации россыпного золота, гидрохимические аномалии золота были связаны с предполагаемыми россыпями, поиски которых были продолжены с применением горных выработок. В случае крайне неблагоприятных условий для россыпеобразования гидрохимические аномалии увязали с коренными рудными телами. Изучение данных не перспективных на россыпи объектов было временно остановлено, т.к. ООО «Надежда» располагает лицензией на геологическое изучение р. Чугуна на россыпное золото, а на рудное золото необходимо оформление новой лицензии.

Закономерность размещения золотоносных россыпей обусловлена геологическими, геоморфологическими и палеогеографическими факторами. Для оценки изученной территории была принята классификация геолого-геоморфологических факторов с оценкой «благоприятности» образования россыпных месторождений по относительной балльной шкале от 0 до 128, предложенная для россыпных районов юга Западной Сибири В.В. Бутвиловским [1].

В результате детального геоморфологического картирования по 11 притокам р. Чугуна были определены параметры долин, описаны формы микрорельефа, установлены границы и взаимоотношения рыхлых отложений различного генезиса, выявлены техногенные формы рельефа. В ходе поисковых маршрутов проведено шлиховое опробование современных рыхлых отложений, геологическое картирование с опробованием перспективных на минерализацию зон тектонических и вторичных гидротермальных, метасоматических изменений. Результаты геолого-геоморфологического картирования с балльной оценкой благоприятности на накопление россыпей приведены в таблице (табл. 1). Из 4-х ручьев с аномалиями золота, на которых ранее не были известны россыпи, по условиям благоприятности 2 ручья - Лесной с оценкой баллом 347 и Безымянный – 269 отнесен к перспективным и рекомендован к изучению горными работами с целью поисков россыпи. Ручьи Надежда -174 и Компанейский – 187 баллов рекомендованы к поискам рудного золота.

Для заверки установленных гидрохимических аномалий золота в 2012 г. были пройдены поисковые линии шурфов по притокам р. Чугуна. Результаты промывки аллювиальных отложений подтвердили предварительные выводы о причинах аномалий. В благоприятных для россыпеобразования долинах ручьев Лесной и Безымянный впервые выявлены весовые содержания золота, соответствующие по районным кондициям 2002 г. непромышленным россыпям для открытой раздельной разработки. В отложениях руч. Надежда выявлены единичные мелкие знаки шлихового золота, а в руч. Компанейский россыпное золото не обнаружено, что свидетельствует о вероятной связи гидрохимических аномалий с коренным золоторудным источником.

Таким образом, гидрохимические аномалии золота и его спутников служат поисковым признаком россыпей золота только при наличии на данном участке условий благоприятных для россыпеобразования. Всего в долине р. Чугуна в границах лицензионной площади ООО «Надежда» по учетным данным с 1883 по 1950 гг. было намыто 190 кг. ООО «Надежда» добыло 146 кг, остаток разведанных запасов составляет 35 кг. Установленные ООО «Надежда» и предшественниками в верхнем р. Чугуна разрозненные пункты минерализации и единственное мелкое проявления золота не могли дать более 400 кг россыпного золота. В данном районе гидрохимическое опробование позволяет выявить погребенные россыпи золота, не дающие шлиховые потоки и источники питания которых возможно полностью эродированы.

Литература

1. Бутвиловский В.В., Аввакумов А.Е., Гутак О.Я. Россыпная золотоносность гор юга Западной Сибири: историко-геологический обзор и оценка возможностей. – Новокузнецк: Кузбасская государственная педагогическая академия, 2011. – 241 с.

2. Вихтер Б.Я. Золото в современных геологических процессах. – М.: Недра, 1993. – 106 с.
3. Нестеренко Г.В., Воротников Б.А., Николаева Н.М. и др. Новообразования минералов золота в зоне окисления сульфидных месторождений Центрального Казахстана // ЗВМО, 1985. – Ч.114, В. 5, – С. 555–568.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТОКСИЧНОСТИ БОЛОТНЫХ ВОД МЕТОДОМ БИОТЕСТИРОВАНИЯ Д.А. Воробьева, В.И. Нефёдова, О.И. Парафейникова

Научный руководитель доцент Н.В. Гусева

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В связи с возрастающим антропогенным загрязнением воды на Земле возникает необходимость решения целого ряда важных проблем, в том числе и достоверной оценке качества вод, а также экспресс-анализе. В настоящее время оценку качества воды, включающую содержание физиологически вредных примесей, принято контролировать дифференцированными химическими анализами, а пригодность – сравнением с существующими нормативами. Однако количественное определение отдельных токсикантов, из-за различного характера их взаимодействия не дает возможности в полной мере дать оценку биологической опасности экосистемам, что делает систему биологического тестирования более привлекательной [2]. Предоставляя мало информации о природе токсического агента, биотестирование дает возможность с большой достоверностью определять степень общей токсичности объекта исследований. Методы биотестирования отличаются высокой чувствительностью и позволяют определять токсические вещества в концентрации до 10 – 8 %. Объектом исследований может быть любой объекты внешней среды (вода, почва), отходы промышленного производства и т.д.

Целью исследований в данной работе является определение токсичности природных болотных вод методом биотестирования для оценки их качества и биологической безопасности. Под токсичностью понимают способность веществ оказывать негативное влияние на живые организмы, вызывающее нарушения их физиологических функций, что, впоследствии, приводит к интоксикации и гибели организма [2, 3].

Объектом исследований являлись природные воды Васюганского болота на участке в 12,1 км на восток – юго-восток от с. Полянника, Томская область. Отбор проб производился 06.12.2014. Опробование проводилось по мере смены внутриболотных экосистем. Всего отобрано шесть проб воды (табл. 1).

Таблица 1

Характеристик пунктов отбора проб воды

№ пробы	Место отбора
1	Грядово-мочажинный комплекс (мочажина)
2	Грядово-мочажинный комплекс (гряда)
3	Топь верховая
4	Верховое сосново-сфагново-кустарниковое болото (с сосной 4 – 6 м)
5	Верховое сосново-сфагново-кустарниковое болото (с сосной 2 – 1 м)
6	Переходное болото

Исследование химического состава и токсичности вод выполнялось в аккредитованной проблемной научно-исследовательской лаборатории гидрогеохимии НОЦ «Вода» ИПР ТПУ. Исследование химического состава производилось методами титриметрии, фотокалориметрии, потенциометрии, ионной хроматографии и атомно эмиссионным методом. Определение токсичности производилось экспресс-методом с применением прибора «БИОТЕСТЕР» непосредственно авторами статьи. В качестве тест-объекта использовался *Paramecium caudatum* – инфузория туфелька. Метод биотестирования является достаточно простым, доступным и наиболее чувствительным. Суть метода заключается в том, что на культуру инфузорий в оптической кювете наслаивают исследуемый субстрат в жидкой фазе. Инфузории, обладая высокой подвижностью, могут свободно мигрировать из одной фазы в другую, но присутствие в верхней фазе токсических веществ сдерживает этот процесс (отрицательный хемотаксис). Через некоторое время устанавливается равновесие по концентрации инфузорий между верхней и нижней фазой, причем концентрация их в верхней фазе зависит от концентрации в ней токсического вещества. Через тридцать минут концентрацию инфузорий в верхней фазе измеряют прибором БИОТЕСТЕР и сравнивают с концентрацией в контроле (водопроводная вода). Результат выражается в виде безразмерной величины – индекса токсичности по разнице концентраций инфузорий в верхних фазах опыта и контроля [5].

Индекс токсичности определяется по формуле (1).

$$T = (I_{ср.к.} - I_{ср.а.}) / I_{ср.к.}, \quad (1)$$

где $I_{ср.к.}$, $I_{ср.а.}$ – средние показания прибора для контрольных и анализируемых проб соответственно.

По величине индекса анализируемые пробы классифицируются по степени их токсичности на 3 группы [5]: I) допустимая степень токсичности ($0,00 < T < 0,40$); II) умеренная степень токсичности ($0,41 < T < 0,70$); III) высокая степень токсичности ($T > 0,71$).

Рассматриваемые болотные воды кислые с pH 3,66 – 3,8. Воды – ультрапресные, минерализация вод изменяется от 30 до 45 мг/л. В химическом составе среди анионов преобладает сульфат-ион. Необходимо отметить, что при столь низкой величине pH преобладающей неорганической формой углерода является

угольная кислота, продуктом диссоциации которой CO_2 . Концентрация последней в рассматриваемых водах составляет от 54 до 62 мг/л. В микрокомпонентном составе отмечаются высокие концентрации алюминия (до 1 мг/л), цинка (до 0,1 мг/л), для накопления которых в водах кислая среда является весьма благоприятной [4].

Исследование токсичности вод методом биотестирования было проведено в несколько этапов: сразу после отбора проб, через два месяца после отбора пробы и после фильтрации. Необходимо отметить, что при определении токсичности сразу после отбора проб потребовалось их разбавление более чем в 3 раза, что уже свидетельствовало о наличии токсичности вод. Результаты исследования токсичности рассматриваемых вод сразу после отбора представлены в табл. 2.

Таблица 2

Результаты биотестирования вод природных поверхностных

№ пробы	Индекс токсичности (Т)*, у.е.	Степень токсичности	Группа токсичности	Результат токсикологического анализа
1	1,2	Высокая	III	Наличие
2	1,44	Высокая	III	Наличие
3	1,1	Высокая	III	Наличие
4	1,1	Высокая	III	Наличие
5	1,36	Высокая	III	Наличие
6	0,7	Умеренная	II	Наличие

Согласно данным анализа, приведенным в табл. 2 все рассматриваемые воды характеризуются высокой степенью токсичности. Это позволяет нам сделать вывод о присутствии в исследуемых объектах токсичных для водной биоты химических элементов. Основным токсикантом, на наш взгляд является алюминий, концентрации которого в водах как было показано выше весьма высоки. Исключением является вода, отобранная из переходного болота (проба №6), здесь степень токсичности – умеренная. Стоит отметить, что в этой пробе минимальное среди рассматриваемых вод содержание алюминия – 0,4 мг/л.

Следующим этапом исследований явилось измерение токсичности проб после длительного хранения. Спустя два месяца после отбора пробы воды было проведено повторное определение токсичности вод, результаты которого представлены в табл. 3.

Таблица 3

Результаты биотестирования болотных вод после хранения и после фильтрации

№ пробы	Индекс токсичности (Т)*, у.е.	Степень токсичности	Группа токсичности	Результат токсикологического анализа
после хранения				
1	0,28	Допустимая	I	Наличие
2	0,88	Высокая	III	Наличие
3	0,68	Умеренная	II	Наличие
4	0,48	Умеренная	II	Наличие
5	0,44	Умеренная	II	Наличие
6	0,28	Допустимая	I	Наличие

Спустя 2 месяца после отбора токсичность вод уменьшилась. Степень токсичности стала умеренной и даже допустимой. Однако в пробе №2, отобранной в болоте грядово-мочажинного комплекса степень токсичности так и осталась высокой. В этих водах было обнаружено максимальное содержание алюминия 1 мг/л. Вероятно, именно этим определяется высокая токсичность этих вод. Хотя степень токсичности этих вод осталась высокой, отмечается все же уменьшение индекса токсичности с 1,44 до 0,88.

Известно [1], что кроме концентрации элементов-токсикантов и их комбинаторности большое влияние на степень токсичности вод могут оказывать формы миграции химических элементов. В растворе элементы могут находиться во взвешенной, коллоидной и истинно растворенных формах, последние могут быть виде ионов и комплексных соединений. Вероятно, в процессе хранения проб воды происходит переход токсических элементов из одной физико-химической формы в другую менее токсичную.

Таким образом, исследование токсичности болотных вод методом биотестирования показало, что рассматриваемые воды Васюганского болота на участке в 12,1 км на восток – юго-восток от с. Польшанка, опробованные 06.12.2013 г. в целом характеризуются высокой степенью токсичности. Согласно исследованию химического состава вод возможными причинами высокой токсичности вод могут быть высокие концентрации алюминия и цинка в водах. Однако на основании имеющейся информации пока не представляется возможным однозначно установить перечень веществ, определяющих токсичность данных вод.

Выполнено при финансовой поддержке Госзадания "Наука" ТПУ.

Литература

1. Водная экотоксикология. / Под ред. Моисеенко Т.И. – М.: Наука, 2009. – 400 с.

2. Вишневецкий В.Ю., Булавкова Н.Г., Ледяева В.С. Принципы построения биотестовой системы//Известия Южного федерального университета. Технические науки. Тематический выпуск. – Таганрог, 2011. – С. 12 – 17.
3. Крайнюкова А.Н. Биотестирование в системе оценки и контроля источников токсического загрязнения водной среды: Автореферат. Доктор биологических наук. – Харьков, 1991.
4. Лыготин В.А., Савичев О.Г. Эколого-геохимическое состояние ненарушенных болотных систем территории Томской области // Известия Томского политехнического университета. – Томск, 2008. – №1. – С. 92 – 97.
5. ФР. 1. 31. 2005. 01881 Методика определения токсичности проб вод (природных, хозяйственно – питьевых, промышленных сточных) экспресс-методом с применением прибора «Биотестер».

СОЗДАНИЕ КАРТЫ-СХЕМЫ ВОДОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ И ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ РЕКИ УШАЙКИ (В ПРЕДЕЛАХ Г. ТОМСКА)

А.С. Гейвус

Научные руководители доцент Е.Ю. Пасечник, старший преподаватель А.Н. Никитенков
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Аннотация. Статья посвящена созданию геоинформационной системы, направленной на изучение и мониторинг геоэкологического состояния и водохозяйственной деятельности в прибрежной зоне реки Ушайки в пределах г. Томска. В ходе выполнения работы была создана геоинформационная система, содержащая шесть слоев и позволяющая в наглядной картографической форме проанализировать пространственное положение предприятий, которые находятся в водоохранной зоне реки Ушайки и создавать карты, наглядно демонстрирующие превышения ПДК за счет представления анализов в виде диаграмм количественных химических показателей по отдельным компонентам, а также анализировать и определять источники загрязнения природных вод на местах отбора проб воды из реки.

Введение

Проблема загрязнения вод поверхностных водных объектов в пределах населенных пунктов во всем мире стоит достаточно остро, т.к. загрязнение негативно влияет на рекреационный потенциал территории и на общее состояние природных вод. Река Ушайка, протекающая в пределах территории г. Томска также находится под сильным антропогенным влиянием, негативно сказывающемся на ее экологическом состоянии. Одним из наиболее эффективных подходов к анализу подобного рода ситуаций является использование ГИС, которые позволяют оперативно анализировать и наглядно демонстрировать результаты. В связи с этим целью работы являлось создание геоинформационной системы на основе готовой растровой карты, а также изучение территории реки Ушайки. Для достижения поставленной цели необходимо решить ряд задач, среди которых: нанесение на карту участков благоустроенных береговых зон, указание мест отбора проб и затем построение диаграмм по химическим компонентам, нанесение на карту предприятий, которые сбрасывают сточные воды в реку. Подготовительными этапами являлась оцифровка пространственных данных, а также создание атрибутивных таблиц новых слоев. В ходе выполнения работы был проведен анализ пространственного положения предприятий, которые находятся в водоохранной зоне реки Ушайки и создание диаграмм количественных химических показателей на местах отбора проб воды из реки для того чтобы наглядно показать превышение отдельных компонентов и определить причины загрязнения воды.

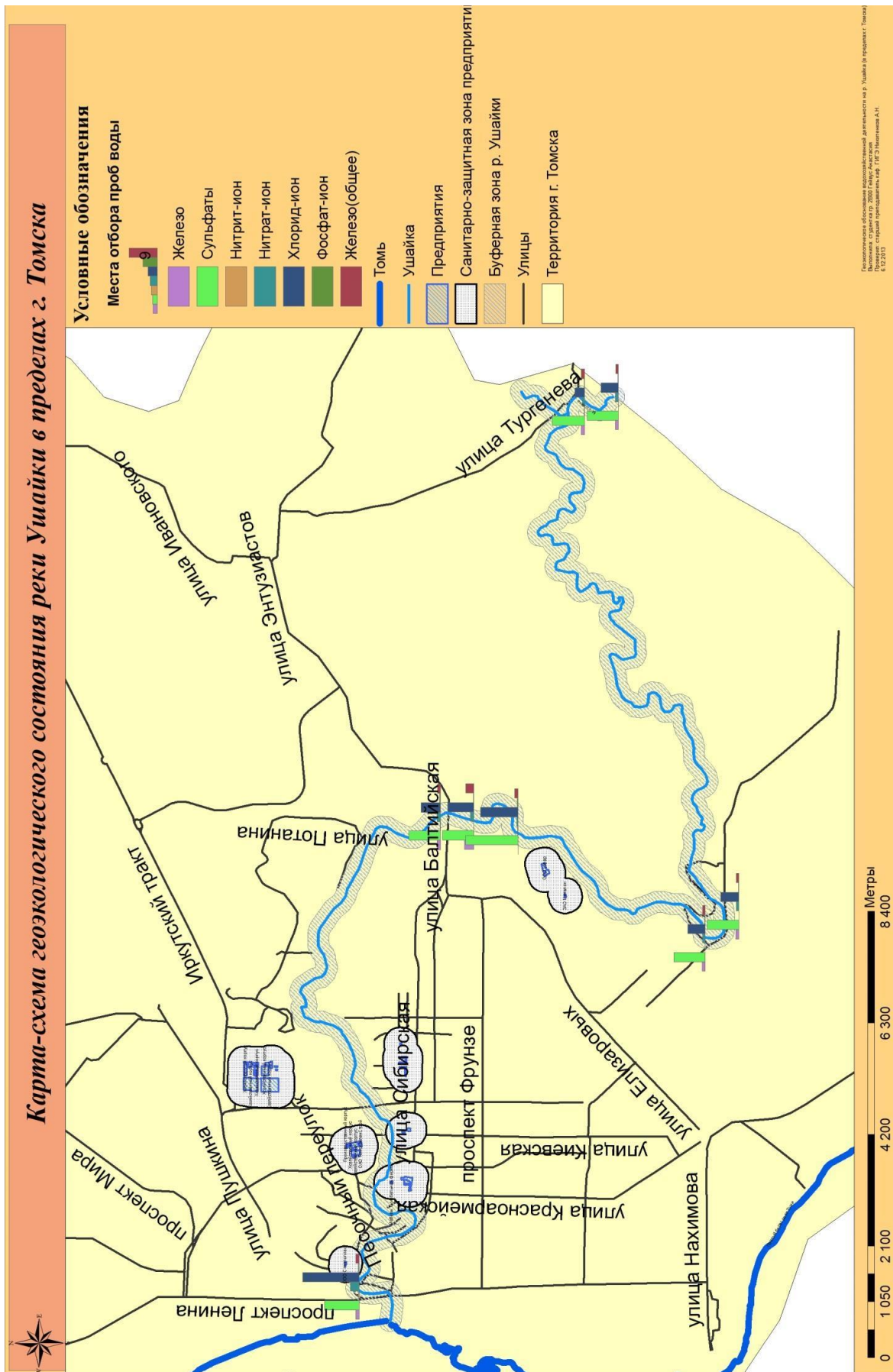
Методика исследований

Геоинформационная система создавалась с помощью программного продукта компании ESRI – ArcGIS. ArcGIS позволил визуализировать (представить в виде цифровой карты) большие объемы статистической информации, имеющей географическую привязку. ГИС включает в себя возможности систем управления базами данных, редакторов растровой и векторной графики и применяется в различных областях, как в России, так и за рубежом [6]. Наибольшее распространение в России имеют программные продукты ArcGIS и ArcView компании ESRI, семейство продуктов GeoMedia корпорации Intergraph и MapInfo Professional компании Pitney Bowes MapInfo [7, 8].

Фактическим материалом для создания геоинформационной системы являлись материалы по территории города Томска, представленные в приложении «2ГИС» [5]. В ходе работы по созданию геоинформационной системы были поэтапно оцифрованы классы пространственных данных (полилинии, полигоны, точки и др.). Тем самым на карту были нанесены слои рек Томь и Ушайка, места отбора проб воды, объекты на территории города Томска, включая основные улицы, предприятия (осуществляющие сброс сточных вод в реку Ушайку), а также благоустроенные участки, которые вошли в программу комплексного водоохранного обустройства реки Ушайки и ее прибрежных защитных территорий в черте Томска на 2008 – 2009 годы.

Отдельным этапом работы являлось создание базы данных по каждому пространственному объекту. Так, при оцифровке каждого слоя в атрибутивную таблицу вносились изменения: добавлялись поля, в которых потом указывалось имя объектов, также было выполнено присоединение таблицы Excel к атрибутивной таблице слоя «Места отбора проб» с целью построения диаграмм по химическим компонентам. Таблица Excel содержит номер пробы, химический показатель, место отбора проб, ПДК компонентов, а также концентрацию вредного

Карта-схема геоэкологического состояния реки Ушайки в пределах г. Томска



Составлено по материалам геоэкологической диагностики на р. Ушайка в пределах г. Томска. Выполнил студент гр. 2007 Казаров Е.А. Издание 01.2013. Старший преподаватель кафедры ГИЗ УИИТТомска А.И.

вещества. Указанные данные были представлены в виде столбчатых диаграмм, наглядно отражающих соотношения анализируемых компонентов для рассматриваемых проб [3].

В ходе выполнения работы был создан слой, содержащий в себе буферные зоны р. Ушайки – 100 м от реки и обозначение санитарно-защитной зоны предприятий – 300 м (в соответствии с Санитарно-эпидемиологическими правилами и нормативами СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 "Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов") [2]. Для этого использовалась функция геообработки – графическая модель в ModelBuilder. Модели автоматизируют процесс выполнения последовательности операций геообработки данных в построении карт. С помощью этой модели можно менять значения параметров и получать различные результаты.

Санитарно-защитная зона (СЗЗ) отделяет территорию промышленной площадки от жилой застройки, ландшафтно-рекреационной зоны, зоны отдыха, курорта с обязательным обозначением границ специальными информационными знаками. Ширина санитарно-защитной зоны устанавливается с учетом санитарной классификации, результатов расчетов ожидаемого загрязнения атмосферного воздуха и уровней физических воздействий, а для действующих предприятий и природных исследований [2].

Санитарно-защитная зона в 300 м была выбрана исходя из анализа производств выбранных предприятий. Предприятия можно отнести к третьему классу опасности (производство металлических электродов (с использованием марганца), производство железобетонных изделий (ЖБК, ЖБИ), сборка мебели с лакировкой и окраской, производство вакцин и сыворонок).

Также с использованием средств моделирования ArcGIS было произведено наложение буферных зон реки и предприятий для анализа расположения предприятий относительно ландшафтно-рекреационной зоны р. Ушайки. На основе результатов проведенного анализа можно сказать, что некоторыми предприятиями не соблюдены требования расположения зданий относительно реки, но это, скорее всего, обусловлено историческим фактором. Что касается шинмонтажа и автомоечных комплексов (рис.), нужно отметить, что постройка их в пределах водоохранной зоны разрешена, но при этом должны соблюдаться требования, заключающиеся в том, что предприятие должно быть оснащено очистными сооружениями, а также достаточно укреплено от затопления [1, 2]. На практике данные требования соблюдаются далеко не всегда, в связи с чем данные объекты в ряде случаев являются одними из основных источников загрязнения природных вод и нуждаются в постоянном мониторинге их состояния.

Результаты

Одним из практических результатов создания описываемой геоинформационной системы являлось создание карты-постера для представления результатов проведенного анализа и демонстрации возможностей созданной геоинформационной системы.

Созданная в ходе данной работы геоинформационная система позволила проанализировать геоэкологическое состояние реки, а также изучить основное влияние промышленных производств на реку Ушайку. В перспективе созданную геоинформационную систему планируется дополнять новыми данными и использовать для более эффективного анализа антропогенного воздействия на реку Ушайку, что должно позволить более точно локализовать источники загрязнений и выработать рекомендации по уменьшению негативного влияния на поверхностные воды.

Литература

1. Водный кодекс Российской Федерации (ВК РФ) N 74-ФЗ от 03.06.2006.
2. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 "Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов".
3. ArcGIS 9. ArcMap Руководство пользователя. 2000-2004 ESRI.
4. Википедия [Электронный ресурс]: URL: <http://ru.wikipedia.org/wiki/ArcGIS>, свободный. Дата обращения: 20.02.2014.
5. ДубльГИС Томск [Электронный ресурс]: URL: <http://tomsk.2gis.ru>, свободный. Дата обращения: 20.02.2014.
6. Esri – GIS Mapping Software, Solutions, Services, Map Apps, and Data <http://www.esri.com> [Электронный ресурс]: URL: <http://www.esri.com>, свободный. Дата обращения: 20.02.2014.
7. Intergraph Solutions [Электронный ресурс]: URL: <http://www.intergraph.com>, свободный. Дата обращения: 20.02.2014.
8. Home | MapInfo.com [Электронный ресурс]: URL: <http://www.mapinfo.com>, свободный. Дата обращения: 20.02.2014.
9. Sodeinde O. R., Software for Landuse Management: Modelling with GIS, Nigeria.
10. Christine Fürst, Katrin Pietzsch, Carsten Lorz and Franz Makeschin, Integration of Environmental Processes into Land-use Management Decisions.
11. Jacek Malczewski, GIS-based land-use suitability analysis: a critical overview, London.

ИССЛЕДОВАНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПОДЗЕМНЫХ ВОД ОЛОВОРУДНЫХ
МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПРИМОРЬЯ

Е.В. Горобейко, Е.В. Оводова

Научный руководитель старший преподаватель Е.В. Оводова
Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток, Россия

Горнодобывающая промышленность является одним из наиболее мощных факторов антропогенного преобразования окружающей среды. В настоящее время прекращена эксплуатация большинства горнопромышленных объектов в Приморье, но это не означает прекращения их воздействия на окружающую среду. Оно продолжается в результате гипергенной переработки сульфидов, вскрытых горными выработками. В отработанных горных пространствах происходят процессы трансформации сульфидсодержащих литосубстратов, вследствие чего подземные воды, попадающие в отработанное горное пространство, приобретают повышенную минерализацию и специфический химический состав. Минерализованные воды выносят на поверхность высокотоксичные элементы, которые являются источниками загрязнения водных артерий, дренирующих как территорию месторождений, так и прилегающих к горнорудным районам территорий.

Таким образом, изучение химического состава рудничных вод на основе всестороннего анализа геологических и гидрогеохимических особенностей и условий их формирования является актуальным и практически значимым.

Объектом исследований являлись рудничные воды штолен, расположенных в пределах законсервированных месторождений Дубровского, Хрустального, Высокогорского, Верхнего Кавалеровского рудного района. Также изучен химический состав вод, формирующихся в пределах разведочной штольни в пос. Фабричный.

Кавалеровский рудный район, общая площадь которого около 1300 км² [3], расположен в центральной части Сихотэ-Алинской аккреционно-складчатой системы в пределах Таухинского и Журавлевского террейнов.

Основным элементом, определяющим рудно-металлогенический и, следовательно, геохимический профиль района, является олово. Оловянная минерализация в Кавалеровском рудном районе представлена рудами касситерит-сульфидной, касситерит-силикатно-сульфидной и касситерит-кварцевой формаций. По ведущим минералам здесь выделяются турмалиновый, хлоритовый, колчеданный и мусковитовый (грейзеновый) типы руд касситерит-силикатно-сульфидной формации. Основными геолого-промышленными являются турмалиновый и хлоритовый [6].

Кавалеровский рудный район входит в восточную часть Сихотэ-Алинского гидрогеологического массива [1].

На исследуемой территории преимущественно распространены поровые грунтовые воды четвертичных аллювиальных отложений и верхнемеловые трещинно-грунтовые воды зоны выветривания различных литологических комплексов пород при значительном участии грунтовых поровых и трещинно-жилных вод.

Сравнительно небольшая мощность зоны эффективной трещиноватости пород, не превышающая 80 – 100 м, при глубине эрозионного вреза до 300 – 700 м, обуславливает интенсивный дренаж подземных вод и формирование сравнительно маломощных водоносных горизонтов, отдельные крупные вершины могут быть полностью безводными.

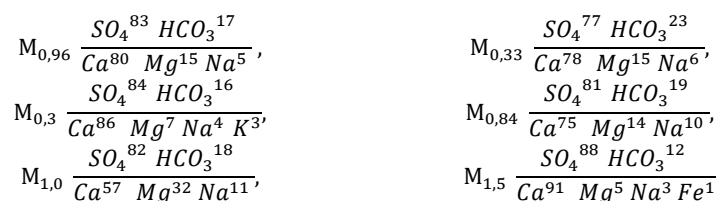
Через устья рассматриваемых штолен подземные воды выходят небольшими потоками с расходом от 0,5 до 10 л/с.

В результате данных исследований и инженерно-экологических изысканий, проведенных ранее, в других районах Приморского края [4, 5] установлено, что природные подземные воды в крае имеют преимущественно гидрокарбонатный кальциевый состав, формулы которых представлены ниже:



Минерализация природных вод варьируется от 0,04 до 0,07 г/дм³, общая жесткость не превышает 1 мг-экв/л. По водородному показателю воды нейтральные (рН 7,20 – 7,26).

В рудничных водах минерализация увеличивается до 1 – 1,5 г/дм³, воды становятся солоноватыми, гидрокарбонатно-сульфатными и сульфатными, преимущественно кальциевыми (рис.).



Для рудничных вод Кавалеровского рудного района характерны высокие значения жесткости, обусловленные высокими содержаниями таких ионов как Mg²⁺ и Ca²⁺ (от 3,98 до 17,86 мг-экв/л). При этом величина жесткости воды, вытекающей из штолен более 10 мг-экв/л (очень жесткая) и не соответствует ГН 2.1.5.689–98 (<7,0 мг-экв/л) [2]. По водородному показателю рудничные воды – нейтральные (рН 7,3 – 7,63).

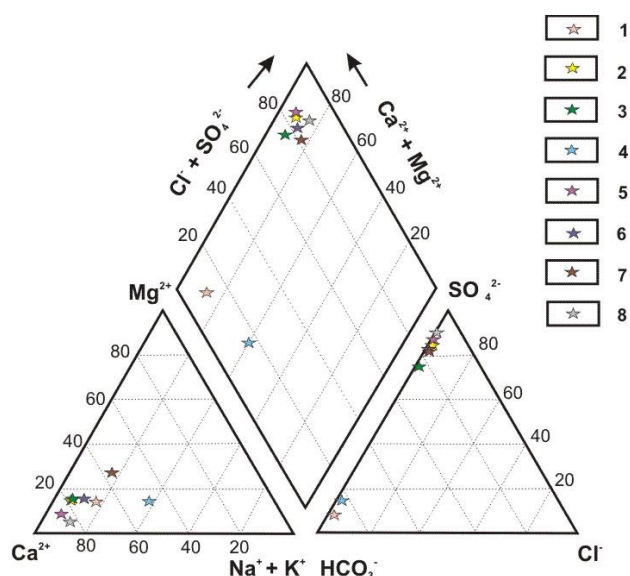


Рис. Соотношение основных катионов и анионов в подземных водах, отобранных в штольнях месторождений Кавалеровского рудного района:

1 – Дубровское (фон), 2 – Дубровское (шт.1), 3 – Дубровское (ниже на 500 м), 4 – Высокогорское (фон), 5 – Высокогорское (шт.2), 6 – Хрустальное (шт.3), 7 – Фабричный (шт.4), 8 – Верхнее (шт.5)

В гидрохимических пробах исследуемого района наблюдается превышение ПДК по следующим компонентам: SO_4^{2-} (1,16 – 1,92 ПДК), $\text{Fe}_{\text{общ}}$ (3 – 9,9 ПДК), Si (до 1,18 ПДК), Mn (1,29 – 2,49 ПДК), Li (7,3 – 15,19).

На основании интерпретации результатов проведенного исследования можно сделать следующие выводы.

На исследуемой территории развиты поровые грунтовые воды четвертичных аллювиальных отложений и верхнемеловые трещинно-грунтовые воды зоны выветривания различных литологических комплексов пород при значительном участии грунтовых поровых и трещинно-жильных вод.

Минерализация подземных вод Кавалеровского района изменяется от 0,04 до 1,5 г/дм³. По жесткости (от 1 мг-экв/л до 17,86 мг-экв/л) рассматриваемые воды варьируются от мягких до очень жестких. По водородному показателю воды нейтральные.

С увеличением общей минерализации происходит изменение химического состава подземных вод от пресных гидрокарбонатных кальциевых к солоноватым гидрокарбонатно-сульфатным, сульфатным магниевокальциевым и кальциевым. Наблюдается повышение таких ионов, как Ca^{2+} , Mg^{2+} , HCO_3^- , SO_4^{2-} , причем в рудничных водах последний заметно преобладает.

Для рудничных вод характерно превышение предельно-допустимых концентраций по $\text{Fe}_{\text{общ}}$ (3 – 9,9 ПДК), Si (до 1,18 ПДК), Mn (1,29 – 2,49 ПДК) и Li (7,3 – 15,19 ПДК);

Геохимический тип подземных вод формируется под воздействием техногенных факторов и зависит от минерального состава руд и вмещающих пород, слагающих оловорудные месторождения Кавалеровского района.

Литература

1. Гидрогеология СССР. Т. 25. Приморский край. – М.: Недра, 1974. – 520 с.
2. ГН 2.1.5.689–98 Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования.
3. Гоневчук В.Г. Оловоносные системы Дальнего Востока: магматизм и рудогенез. – Владивосток: Дальнаука, 2002. – 295 с.
4. Тарасенко И.А., Зиньков А.В., Оводова Е.В. Инженерно-экологические изыскания при оценке последствий ликвидации шахт в Раздольненском каменноугольном бассейне Приморского края // Инженерные изыскания. – Москва, 2013. – №3. – С. 28 – 37.
5. Тарасенко И.А., Зиньков А.В. Экологические последствия минералого-геохимических преобразований хвостов обогащения Sn-Ag-Pb-Zn руд (Приморье, Дальнегорский район). – Владивосток: Дальнаука, 2001. – 194 с.
6. Финашин В.К. Оловорудные месторождения Приморья. – Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1986. – 174 с.

ЭКОГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ОПОЛЗНЕВОГО МАССИВА ГОРОДА БАРНАУЛА

Ю.В. Девятаева

Научный руководитель профессор Е.М. Дутова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Оползневая зона приурочена к восточной окраине Иртыш-Обского артезианского бассейна, входящего в состав Западно-Сибирского сложного бассейна пластовых вод. В разрезе бассейна выделяется более 10 водоносных горизонтов и комплексов. На формирование оползней оказывают влияние лишь воды четвертичных отложений. Подземные воды нижележащих водоносных горизонтов залегают ниже плоскости скольжения оползней, изолированы от вод четвертичных отложений выдержанными водоупорами и, соответственно, практически никакого влияния на образование оползней не оказывают. Характерной особенностью подземных вод является то, что горизонты не выдержаны по простиранию и по мощности, в основном имеют низкую водообильность и плохие фильтрационные свойства, наблюдается их гидравлическая взаимосвязь. Степень обводненности оползневого склона различна в вертикальном и горизонтальном направлениях, что зависит от рельефа местности, литологии пород, области питания и др.. Водопроявления на склоне представлены родниками, пластовыми выходами, мочажинами, заболоченностями. Основными источниками питания грунтовых вод являются атмосферные осадки, а также утечки из водопроводов и других водонесущих коммуникаций. Для грунтовых вод пойменных отложений основным источником питания являются речные воды.

Водоносный голоценовый аллювиальный горизонт (aQ_{IV}) имеет распространение в пойме р. Обь. Водовмещающими породами являются пески от тонкозернистых иловатых до мелко-среднезернистых, иногда гравелистых, илы, реже супеси и суглинки. Местами в разрезе наблюдается переслаивание песков, супесей и суглинков, при преобладании песков. Мощность обводнённой толщи варьирует от 0,7 до 31 м. Коэффициенты фильтрации песчаных разностей изменяются от 0,5 до 27,8 м/сут, водопроницаемость составляет 10 – 115 м²/сут. Воды в основном безнапорные и лишь там, где в кровле залегают суглинки и супеси, имеют местный напор до 0,1 – 1,0 м. Статические уровни устанавливаются близ поверхности земли на глубинах от 0 до 5 м, преимущественно до 2 м. Режим грунтовых вод определяется исключительно режимом поверхностных вод р. Оби. Амплитуда годовых колебаний уровней варьирует в пределах 3,2 – 5,5 м. Водообильность горизонта различна, что определяется как литологическим составом, так и мощностью водовмещающих пород. Дебиты скважин изменяются от 0,003 до 2,9 л/с, удельные дебиты – соответственно от 0,0004 до 1,2 л/с.

Относительно водоносный голоценовый аллювиальный и техногенный горизонт ($a+tQ_{IV}$). Грунтовые воды залегают на небольшой глубине и захватывают насыпные грунты. Абсолютные отметки поверхности грунтовых вод 130 – 145 м. Статические уровни устанавливаются на глубинах 0,2 – 1,5 м. Водовмещающими породами являются пески от тонко-мелкозернистых, иловатых до среднезернистых, супеси и суглинки, в кровле насыпные грунты, представленные строительным мусором, отходами производства, шлаком. Мощность обводнённой толщи составляет 0,5 – 6,0 м. Обычно опробована нижняя часть водоносного горизонта. Дебиты скважин составляют десятые доли л/с. Коэффициенты фильтрации 0,1 – 1,0 м/сут, реже до 5 м/сут. По минерализации воды пресных (0,4 – 1,0 г/л) до слабосоленых (1,1 – 8 г/л). Формирование подземных вод аналогично, как и для современных аллювиальных отложений. Следует лишь отметить, что, поскольку на площадях развития горизонта проложены различные инженерные коммуникации, имеются отстойники, а также хвостохранилища, значительным источником питания подземных вод служат утечки из коммуникаций и сбрасываемые протокки в отстойники.

Относительно водоносный голоценовый делювиально-коллювиальный и делювиально-пролювиальный горизонт ($dc+dpQ_{IV}$). Отложения обводнены не повсеместно и неодинаково. Постоянный водоносный горизонт можно лишь выделять в средней и нижней частях склона и в приподошвенной части поймы долины р. Оби. То есть непосредственно на контакте и ниже водоносного горизонта отложений краснодубровской свиты, где происходит разгрузка последнего. Постоянным водоносным горизонтом можно считать эти отложения и на участках с круглогодичными утечками из различного рода водонесущих коммуникаций в зонах промпредприятий. Здесь отложения наиболее обводнены, что заметно по мочажинам, заболоченности, высачиванию родников. В верхней части склона и на отдельных участках средней и нижней частей склона отложения могут быть обводнены кратковременно в период весеннего таяния снега и выпадения ливневых осадков. Обычно для делювиально-пролювиальных и делювиально-коллювиальных отложений характерно наличие одного водоносного горизонта или пласта. Водовмещающие породы представлены песками, суглинками и супесями, иногда с примесью насыпных грунтов. Пески от пылеватых, тонкозернистых до мелко- и среднезернистых с дресвой. Выдержанных однородных пластов нет. Мощность обводнённой толщи изменяется в пределах от 0,1 до 14 м, преимущественно составляет 1 – 3 м. Определения фильтрационных свойств пород в отдельных точках проводились экспресс-методом и полученные следующие значения коэффициентов фильтрации (м/сут): пески – 0,3 – 5,8; супеси – 0,0045 – 1,7; суглинки – 0,0017 – 0,1. Воды в основном безнапорные и слабонапорные. Статические уровни устанавливаются на глубинах 0 – 13 м, наиболее часто – 1 – 2 м от поверхности земли. Режим грунтовых вод определяется условиями питания. Водообильность горизонта крайне низкая. Химический состав подземных вод различен, и в основном также определяется условиями формирования, т.е. какие по химическому составу воды инфильтруются в делювиально-пролювиальные и делювиально-коллювиальные отложения. Минерализация изменяется от 0,3 до 1,9 г/л. По анионному составу воды от гидрокарбонатных до смешанных, по катионному составу от кальциевых до кальциево-магниевого и смешанных. Основным источником питания горизонта являются подземные воды краснодубровского горизонта,

разгружающиеся на склоне в виде пластовых выходов или родников. В период весеннего снеготаяния и ливневых дождей инфильтрация атмосферных осадков служит дополнительным источником питания. Разгрузка подземных вод горизонта происходит в нижележащий по рельефу горизонт голоценовых аллювиальных отложений, а также путём испарения в атмосферу.

Относительно водоносный нижне-среднеплейстоценовый полигенетический горизонт (pgQ_{1-II}). Отложения краснодубровской свиты имеют повсеместное распространение на Приобском плато и склонах левого борта долины р. Обь. В разрезе водоносного горизонта обычно выделяется до 2 – 3 водоносных песчаных пластов. Первый водоносный пласт вскрывается на глубинах 41 – 50 м. Водовмещающими породами служат пески, супеси и суглинки при преобладании первых. Пески имеют тонко-, мелко-, средне- и разномерный состав с преобладанием мелко-среднезернистых разностей. Мощность водоносного горизонта достигает 24 м, чаще составляя 5 – 15 м. Коэффициенты фильтрации песков варьируют от 0,1 до 2,4 м/сут. Супеси имеют коэффициент фильтрации 0,05 – 1,0 м/сут, суглинки – 0,014 – 0,025 м/сут. Водообильность комплекса низкая, дебиты скважин составляют десятые и сотые доли л/с, что, по-видимому, объясняется не только низкими статическими уровнями, но и совершенством оборудования и опробования скважин. Подземные воды носят в основном безнапорный, редко слабонапорный характер. Пьезометрическая поверхность погружается к долине р. Обь от 195 до 140 абс.м. Гидравлические уклоны на плато составляют 0,017 – 0,05, на склонах возрастают до 0,2. Статические уровни устанавливаются на плато на глубинах 40 – 70 м, на склонах (в нижней части) левого борта долины р.Обь подземные воды выходят на поверхность в виде пластовых выходов и многочисленных родников. Суммарный расход 107 родников, закартированных в III – IV оползневых районах, составил 37,5 л/с или 3240 м³/сут. Для второго от поверхности водоносного горизонта характерен стабильный режим с колебаниями около отметки 149,5 абс.м и 152,5 абс.м. Амплитуда годовых колебаний составила 0,2 – 0,5 м. Режим первого от поверхности водоносного горизонта характеризуется большой амплитудой 0,5 – 1,0 м. Минерализация подземных вод варьирует от 0,5 до 2,1 г/л при преобладании слабосоленых и соленых вод с минерализацией более 1 г/л. Это также объясняется условиями питания. Утечки минерализованных проток приводит к повышению минерализации природных вод. Химический состав природных вод разнообразен – от гидрокарбонатно-сульфатного по анионному составу и от натриевого и кальциево-натриевого до смешанного по катионному составу. Основным источником питания подземных вод в оползневой зоне является инфильтрация атмосферных осадков и утечки из водонесущих коммуникаций. Для выдержанных водоносных пластов, имеющие значительные площади распространения, имеет место подток со стороны с более высоко расположенных участков плато. Горизонт не эксплуатируется. Разгрузка подземных вод горизонта происходит на склонах левого борта долины р. Оби, в бортах оврагов, врезанных в плато, в виде пластовых выходов и родников.

Водоносный эоплейстоценовый аллювиальный горизонт (aQ_E) имеет повсеместное распространение и сложен преимущественно мелко-среднезернистыми песками. А встречаются и пылеватые, тонкозернистые разности. В разрезе горизонта прослеживается до 2 – 3 пластов песков. Описывается только верхний пласт. Кровля первого пласта вскрывается на глубинах 33,6 – 136,6 м, в долине р. Оби – а глубинах 1,2 – 29 м. Вскрытая мощность первого пласта варьирует от 0,6 до 28 м. От вышележащих горизонтов он изолирован пачкой суглинков краснодубровской и кочковской свит мощностью от 0,5 до 30 м. Местами горизонты кочковской свиты и голоценовых аллювиальных отложений представляют единое целое без разделяющих водоупоров. По результатам опробования скважин оползневой станции коэффициент фильтрации варьирует от 1,1 до 8,1 м/сут, по данным эксплуатационной разведки он достигает 15 м/сут. Горизонт напорный – величина напора изменяется от 0,5 до 48 м. статический уровень подземных вод устанавливается от +1,1 м в пойме до 101,6 м на плато. Пьезометрическая поверхность погружается с плато (155,2 – 151 абс.м) к руслу р. Оби (127,8 абс.м). Она ниже пьезометрической поверхности водоносного горизонта краснодубровских отложений. Таким образом, может наблюдаться на плато только нисходящая инфильтрация из краснодубровского горизонта в кочковский горизонт. Эоплейстоценовый горизонт через «окна» в водоупорах гидравлически связан с водами р. Обь и режим подземных вод определяется исключительно режимом р. Оби. Амплитуда годовых колебаний уровня варьирует от 2 до 5 м в зависимости от режима реки и удалённости скважины от реки Обь. Водообильность первого опробованного пласта различная и изменяется от 4 до 160 м²/сут, а водопроницаемость водоносного горизонта в целом по результатам опытов на водозаборах, расположенных в оползневой зоне, варьирует от 156 до 346 м²/сут. Подземные воды повсеместно пресные с минерализацией 0,2 – 0,7 г/л. По анионному составу воды преимущественно гидрокарбонатные и гидрокарбонатно-сульфатные, по катионному – смешанные. Питание горизонта как инфильтрационное на водораздельных пространствах плато, так и за счёт поверхностных вод р. Оби в весенне-летний паводок. Разгрузка происходит в долине р. Оби. Водоотбор компенсируется питанием со стороны р. Обь в паводковый период. Как видно из характеристики гидрогеологических условий, на формирование оползней на левобережном склоне в долине р. Обь оказывает существенное влияние деятельность подземных вод относительно водоносного горизонта верхне-среднеплейстоценовых отложений краснодубровской свиты. В результате круглогодичной суффозии практически ежегодно происходят оползни самых разных масштабов.

Литература

1. Бородавко В.Г. Сводный отчет оползневой станции по стационарным наблюдениям за оползневыми процессами в г. Барнауле за 1974-1984гг. – Книга 1. – 430 с.

- Информационный бюллетень о состоянии геологической среды территории Алтайского края за 2005-2013гг. Сост. В.В. Девятаева, М.Ф. Гареев и др., 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012. Выпуск 8,9,10,11,12,13,14.
- Ломтадзе В.Д. Инженерная геология. Специальная инженерная геология. – Л.: Недра, 1978. – 496 с.

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ СОЛЕННЫХ ОЗЕР КУЛУНДИНСКОЙ РАВНИНЫ

В.И. Евграфова

Научный руководитель ассистент М.Н. Колпакова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Кулундинская равнина представляет собой предгорную депрессию, расположенную между горным массивом Алтая на юге, Салаира на северо-востоке и востоке и выступом Кольвань-Томской складчатости на севере. Данная территория является степной частью Алтайского края, где сосредоточены сложные системы соленых озер. Несмотря на большую изученность [1 – 4], озера Алтайского края издавна представляют интерес не только в качестве минерально-сырьевой базы нерудных минералов, но и как замкнутые системы озер для выяснения закономерностей, связанных с изменением состава вод. В данной статье рассмотрена лишь небольшая часть соленых озер Алтайского края, однако именно они являются наиболее интересными объектами для изучения поставленной нами цели, а именно рассмотрению закономерностей поведения химических элементов в зависимости от общей минерализации и от таких параметров озерной воды, как pH и Eh.

На территории Алтайского края, находящейся в аридной зоне с резко континентальным климатом, широко распространены соленые озера, характеризующиеся высокими значениями pH и минерализации. Высокое содержание солей в озерах обусловлено испарительным режимом вод, преобладающим над осадками. Температура июля изменяется от +17 до +21 °С, температура января – от -23 до -16 °С. Среднегодовая температура – положительная. Годовые суммы осадков варьируют от 237 до 319 мм, при испаряемости свыше 600 мм [5].

Пробы отбирались в летний месяц, карта-схема точек опробования приведена на рис. 1. В полевых условиях были проанализированы такие быстроменяющиеся компоненты как pH, Eh, HCO_3^- , CO_3^{2-} , CO_2 св. Последующий полный химический анализ проводился в ПНИЛ гидрогеохимии НОЦ «Вода» ИПР ТПУ. Температура воздуха в период отбора проб изменялась от +19 °С до +28 °С. Температура воды находилась в пределах от +16 °С до +22 °С.

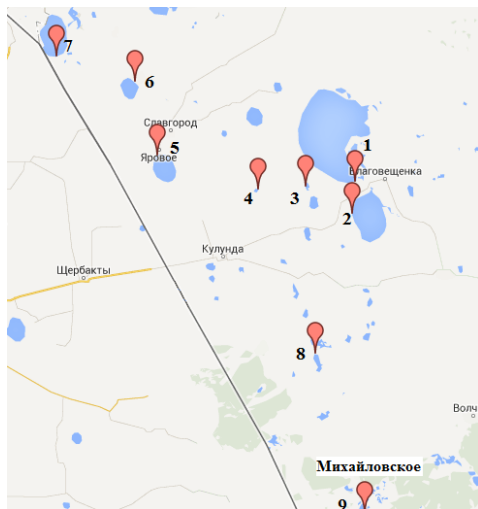


Рис.1 Карта-схема точек опробования

Минерализация озер изменяется в пределах от 3 до 329 г/л. Среди опробованных озер можно выделить следующие типы: умеренно солоноватые (от 3 до 10 г/л) – оз. Шошкалы, слабосоленые (от 10 до 30 г/л) – оз. Большое Топольное, сильносоленые (от 30 до 50 г/л) – оз. Джемансор, слабые рассолы (от 50 до 100 г/л) – оз. Куричье, крепкие рассолы (от 100 до 320 г/л) – оз. Большое Яровое, оз. Кулундинское, оз. Бурлинское, сверхкрепкие рассолы (от 320 до 500 г/л) – оз. Кучукское, оз. Малиновое.

Значения окислительно-восстановительного потенциала фиксировались в пределах от 94 до 220 мВ. Значения величины pH воды в озерах изменялись от 7,5 до 9,7. Так по величине pH можно выделить: слабощелочные (от 7,5 до 8,5) – оз. Кучукское, оз. Бурлинское, оз. Большое Яровое, оз. Малиновое, оз. Куричье, щелочные (от 8,5 до 10) – оз. Кулундинское, оз. Шошкалы, оз. Джемансор и оз. Большое Топольное. Необходимо отметить, что значение величины pH уменьшается по мере увеличения общей минерализации озер (рис.2 а), в то же время с возрастанием в растворе суммы карбонат- и гидрокарбонат-ионов его значения увеличиваются (рис.2 б).

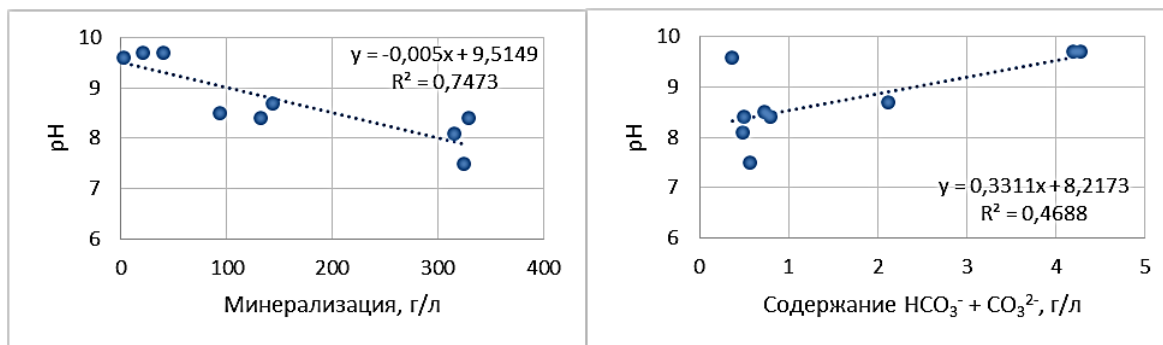


Рис.2 Зависимость pH от минерализации (а) и от содержания $\text{HCO}_3^- + \text{CO}_3^{2-}$.

Таблица 1.

Макрокомпонентный состав, pH, Eh и общая минерализация соленых озер Кулундинской равнины

№	Название озера	pH	Eh мВ	CO ₃	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	M*	Si
1	Кулундинское	8,7	121	228	1891	27972	63900	50	6436	43050	262	144	1,10
2	Кучукское	7,5	141	н.о.	570	51750	157250	145	14552	99000	503	324	1,42
3	Шошкалы	9,6	94	108	257	591	600	16	171	775	21	3	0,20
4	Джемансор	9,7	126	744	3538	12485	10380	11	228	13690	42	40	1,94
5	Б. Яровое	8,4	208	180	610	4978	80250	500	8967	37000	80	132	2,12
6	Бурлинское	8,1	195	н.о.	488	32767	169000	213	14817	97080	203	315	2,01
7	Б. Топольное	9,7	145	1140	3050	5330	6200	н.о.	970	5580	121	21	1,67
8	Куричье	8,5	220	120	610	17784	43500	33	4982	27260	164	94	0,59
9	Малиновое	8,4	205	н.о.	494	32354	173000	176	5748	116500	415	329	2,28

Примечание: н.о. – не обнаружено; M* – общая минерализация.

Максимальные содержания большинства макрокомпонентов, обуславливающие высокую соленость озер, обнаружены в оз. Малиновое и оз. Кучукское. Преобладающим анионом в большинстве озер является хлор, его содержания изменяются от 0,6 до 173 г/л. На втором месте находится сульфат-ион (от 0,6 до 51,7 г/л). Содержание карбонат-ионов варьируют от 0,1 до 1,1 г/л. Зависимость, представленная на рис. 3 а, показывает, что по мере увеличения общей минерализации озер растет содержание сульфатов и хлоридов, а вот в содержаниях гидрокарбонатов наблюдается незначительный рост, составляющий 3 г/л, его значения изменяются от 0,3 до 3,5 г/л.

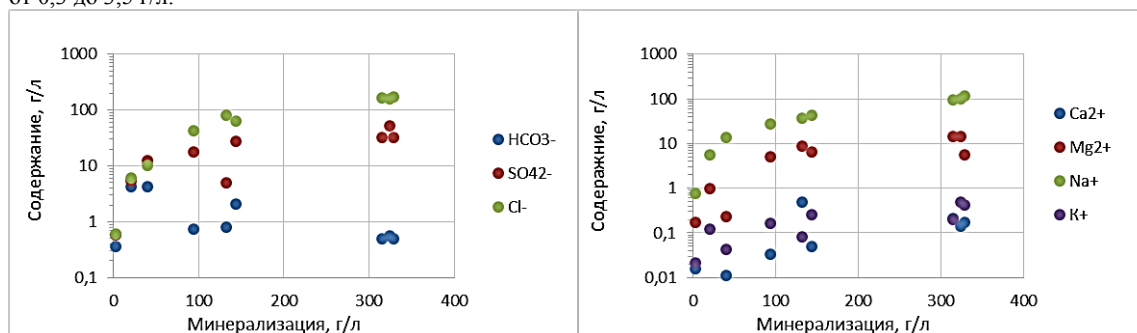


Рис.3 Зависимость содержаний анионов (а) и катионов (б) от общей минерализации

Среди катионов резко преобладает натрий. Среднее его содержание составляет 48,9 г/л, при этом они могут достигать значений 116 г/л. Наименьшие содержания характерны для кальция (от 0,01 до 0,5 г/л) и калия (от 0,02 до 0,5 г/л). Содержание магния в некоторых озерах может достигать 14,8 г/л, при среднем значении – 6,3 г/л. Зависимость, представленная на рис.3 б, показывает, что по мере увеличения общей минерализации озер растет содержание натрия и магния, содержание же калия и кальция остается сравнительно неизменным, в среднем для калия – 0,2 г/л, для кальция – 0,1 г/л.

Таким образом, озера Кулундинской равнины отличаются большим разнообразием химического состава. В связи с чем, в ходе дальнейших исследований нами планируется определить химические типы представленных в работе озер, а также изучить закономерности распределения и поведения в них некоторых макрокомпонентов.

Литература

1. Абрамович Д.И. «Воды Кулундинской степи»
2. Никольская Ю.П. «Процессы солеобразования в озерах и водах Кулундинской степи»
3. Леонова Г.А., В.А. Бобров, А.А. Богуш «Геохимическая характеристика современного состояния соляных озер Алтайского края».
4. Зарубина Е.Ю., Дурникин Д.А. «Флора соленых озер Кулундинской равнины».
5. Гидрогеология СССР. Том 17. Кемеровская область и Алтайский край. – М.:Недра, 1972. – 399 с.

**ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ РЕКИ МЗЫМТА В РАМКАХ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ
ЭКОСИСТЕМ НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА СОЧИ КАК ГОРНОКЛИМАТИЧЕСКОГО КУОРТА**

Е.В. Зиппа

Научный руководитель доцент В.В. Янковский

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Перспективы мировой строительной индустрии включают в себя объекты строительства, которые сочетают масштабные и сложные здания и сооружения с уникальными, а также с особо охраняемыми природными территориями. Примером такого строительства являются Олимпийские сооружения, возведенные в связи с организацией, подготовкой и проведением XXII Олимпийских зимних игр и XI Паралимпийских зимних игр 2014 года в городе Сочи.

Месторасположение объектов Олимпийского строительства на прибрежном и на горном кластерах, а также характерные природные особенности районов размещения объектов и города Сочи в целом, рассматривались нами ранее. Особое внимание было уделено строительству объектов в долине реки Мзымта, которая относится к водоемам высшей рыбохозяйственной категории, где обеспечивается воспроизводство, нагул и зимовка лососевых рыб, а также развитие форелевого хозяйства в пойме реки. Также был отмечен немаловажный факт расположения Олимпийских объектов на территории Сочинского национального парка, вблизи Кавказского государственного природного биосферного заповедника, имеющего международное значение и объявленного объектом всемирного наследия UNESCO [1].

В данной работе мы сконцентрируем Ваше внимание непосредственно на реке Мзымта и в связи с этим рассмотрим несколько вопросов, которые и будут олицетворять цели и задачи нашего научного исследования:

Общая характеристика р. Мзымта;

Деятельность, осуществляемая в долине р. Мзымта;

Концепция устойчивого развития и отчетная деятельность в область устойчивого развития в соответствии с международным стандартом GRI «Глобальной инициативы по отчетности» (Global Reporting Initiative).

Река Мзымта является самой крупной из рек Главного Кавказского хребта и самой длинной рекой, впадающей в Черное море, на территории Краснодарского края. Истоком реки является озеро Кардывач на южном склоне Главного Кавказского хребта, находящийся на высоте 2980 м над уровнем моря [3].

По данным Государственного водного реестра р. Мзымта относится к рекам бассейна Черного моря, и длина ее составляет 89,7 км, площадь водосбора 885 км². Основными притоками являются реки являются Ачипсе, Лаура, Пслух, Чвижепсе, Кепша, Тихая. В основном все перечисленные притоки впадают в Мзымту с правого берега, за исключением реки Тихая, которая впадает с левого берега на тринадцатом километре от истока [3].

Русло реки имеет извилистый, слабоветвистый характер. Долина в верховьях реки V-образная. Крутизна склонов 30–35°, местами увеличивается до 40–50°. Берега сложены из темно-серых сланцев и очень твердых и плотных известняков юрского возраста. [3]

В бассейне Мзымты в основном преобладают бурые горно-лесные почвы. У истоков – почвы горно-луговые, а в низовьях – бурые лесные почвы и желтоземы [3].

Питание реки Мзымты смешанное. Для неё характерны весенне-летнее половодье и дождевые паводки. Средний годовой расход воды – 45,6 м³/с (наибольший достигает 764 м³/с). В бассейне реки Мзымты находится три ледника. Их общая площадь 2,58 км², это 0,32 % от всей площади бассейна реки.

Как было упомянуто ранее, р. Мзымта относится к водоемам высшей рыбохозяйственной категории, где обитают ценные виды рыб, например, форель и кумжа, которые живут и заходят на нерест.

Федеральным агентством водных ресурсов осуществляется мониторинг состояния поверхностных вод. Результаты мониторинга оформляются в виде ежемесячных отчетов о гидрохимических наблюдениях за состоянием поверхностных вод рек, расположенных в зоне строительства Олимпийского комплекса г. Сочи.

Также, в сотрудничестве с Автономной некоммерческой организацией «Оргкомитет «Сочи 2014» (далее Оргкомитет «Сочи 2014») нами были отобраны пробы воды р. Мзымта на пяти пунктах наблюдений в полевой сезон 2013 года, гидрохимический анализ которой, в свою очередь, был проделан аккредитованной проблемной научно-исследовательской лабораторией гидрогеохимии Научно-образовательного центра «Вода».

Данные ежемесячных отчетов о гидрохимических наблюдениях за состоянием поверхностных вод рек, расположенных в зоне строительства Олимпийского комплекса г. Сочи, и результаты гидрохимического анализа Научно-образовательного центра «Вода» свидетельствуют о том, что доминирующим, загрязняющим веществом является Fe_{общ.}, содержание которого по некоторым пунктам наблюдений превышает в 2 – 4 раза значения ПДК, принятых для водоемов рыбохозяйственного значения. Также загрязняющими веществами являются нефтепродукты и фенолы.

Следует отметить, что река имеет рекреационное значение, и подтверждение этого является расположенный на правом берегу поселок Красная Поляна, известный в России горнолыжный курорт Краснодарского края, где также располагается горная группа Олимпийских объектов.

С момента объявления г. Сочи столицей XXII Олимпийских зимних игр и XI Паралимпийских зимних игр 2014 года п. Красная Поляна и верховья долины р. Мзымта стали объектами особого внимания.

Основным объектом воздействия Олимпийского строительства, оказывающим наибольшее влияние, как на гидрохимические показатели, так и на долину реки, является Совмещенная (автомобильная и железная) дорога Адлер – горноклиматический курорт «Альпика-Сервис».

В ходе строительства частично или полностью были трансформированы экосистемы, а именно изменено русло реки, осуществлялась вырубка лесов в левобережье реки, сокращение ареалов и гибель редких и исчезающих видов растений, занесенных в Красную книгу РФ и Красную книгу Краснодарского края.

Максимально снизить негативное воздействие и восполнить причиненный вред окружающей природной среде позволяет реализация принципов Устойчивого развития, понятие которого было сформулировано ООН в 1987 году, как развитие, которое удовлетворяет потребности настоящего времени и при этом не ставит под угрозу способность будущих поколений удовлетворять свои собственные потребности. Устойчивое развитие предполагает принятие сбалансированных решений с учетом последствий их реализации в трех взаимозависимых сферах: экономике, социальной сфере, экологии [5].

Оргкомитет «Сочи 2014» видит свою цель в максимальном использовании возможностей, создаваемых Олимпийским проектом для обеспечения долгосрочного устойчивого развития и процветания города Сочи, Краснодарского края и России. Оргкомитет «Сочи 2014» при подготовке и проведении Игр под устойчивым развитием понимает создание долгосрочных позитивных изменений в социальной, экономической и экологической сферах на основе эффективного использования ресурсного потенциала [5].

Также для реализации поставленных задач и на основе Федерального закона от 01.12.2007 N 310-ФЗ «Об организации и о проведении XXII Олимпийских зимних игр и XI Паралимпийских зимних игр 2014 года в городе Сочи, развитии города Сочи как горноклиматического курорта и внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» Оргкомитет «Сочи 2014» разработал Положение о политике в области устойчивого развития. Положение о политике в области устойчивого развития «Сочи 2014» отражает обязательство Оргкомитета следовать принципам устойчивого развития, определяет основные направления деятельности в этой сфере, а также механизм внедрения принципов устойчивого развития в процесс подготовки и проведения Игр. Политика закрепляет Повестку по устойчивому развитию «Сочи 2014», в которой зафиксированы 6 основных направлений деятельности в области устойчивого развития в рамках подготовки и проведения Игр 2014 г.: здоровый образ жизни; гармония с природой; мир без барьеров; экономическое процветание; современные технологии; культура и национальные ценности [5].

Оргкомитет «Сочи 2014» в целях выполнения обязательств перед Международным Олимпийским комитетом обеспечивает подготовку отчетов о деятельности в области устойчивого развития в рамках подготовки и проведения Игр в соответствии с международным стандартом Глобальной инициативы по отчетности (GRI - Global Reporting Initiative).

Отчеты об устойчивом развитии отражают результаты деятельности в данном направлении Оргкомитета «Сочи 2014», ГК «Олимпстрой», администрации города Сочи и администрации Краснодарского края. Главной целью этих отчетов является обеспечение доступности и прозрачности для всех заинтересованных сторон информации об инициативах и проектах ключевых участников подготовки и проведения Игр.

Для сохранения уникальных природных условий Сочи национальный партнер Сочи 2014 компания ОАО «Российские железные дороги» (далее ОАО «РЖД») предпринимает значительные меры и придерживается одним из ключевых принципов при подготовке к XXII Олимпийским зимним играм и XI Паралимпийским зимним играм 2014 года в Сочи, принципу «Игры в гармонии с природой» [4].

С этой целью был разработан комплекс природоохранных мер, который включает в себя: охрану подземных и поверхностных вод; охрану почв, воздуха и защиту от шума; утилизацию отходов; рекультивацию территорий; мониторинг; меры, компенсирующие воздействие стройки на окружающую среду [4].

В целях защиты окружающей среды применяются новейшие технологии. Например, замкнутый цикл использования воды на строительных площадках ОАО «РЖД» позволяет исключить попадание сточных вод в окружающую среду [4].

Своевременно была проведена рекультивация земель долины р. Мзымта. Проводилось укрепление берегов, противоселевые и противооползневые мероприятия, восстановление русла ливневых стоков. В связи с подготовкой к XXII Олимпийским зимним играм и XI Паралимпийским зимним играм в городе Сочи в 2014 году были модернизированы системы водоснабжения, введены в эксплуатацию очистительные сооружения [4].

Все эти мероприятия проводятся в рамках Программы мероприятий по экологическому сопровождению подготовки и проведения XXII Олимпийских и XI Паралимпийских игр 2014 года в г. Сочи [4].

Резюмируя, можно смело назвать строительство Совмещенной дороги Адлер – горноклиматический курорт «Альпика-Сервис», и в целом строительство Олимпийских объектов в городе Сочи, примером гармоничного сочетания столь масштабных сооружений с уникальными природными особенностями территории, возведение которых учитывает принципы устойчивого развития, «зеленого» строительства и Международной стандартизации.

Литература

1. Зиппа Е.В. Экологическое состояние района города Сочи в связи со строительством и эксплуатацией Олимпийских объектов // Проблемы геологии и освоения недр: Труды XVII Международного симпозиума студ., аспирантов и молодых ученых. – Томск, 2013. – Т.1. – С. 531 – 532.
2. Зиппа Е.В. Экологическое состояние района города Сочи в связи со строительством и эксплуатацией Олимпийских объектов на примере р.Мзымта // IX Международная школа наук о Земле им. профессора Л.Л. Перчука: Тезисы докладов. – Одесса, 2013. – С. 68 – 74.
3. <http://vsereki.ru/atlanticheskij-ocean/bassejn-chyornogo-morya/mzy%CC%81mta>
4. rzd.ru
5. sochi2014.com

ГЕОХИМИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РАДОНОВЫХ ВОД РОДНИКОВ ЗАПАДНОЙ ТУВЫ

К.Ю. Иванова

Научный руководитель доцент А.А. Хващевская

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Республика Тува богата природными водными лечебными ресурсами. На сегодняшний день в Туве насчитывается более 100 водных источников и водоемов, обладающих в той или иной степени целебными свойствами. Ежегодно на источниках стихийно лечатся до нескольких десятков тысяч человек.

Лечебные источники на тувинском языке называются аржаанами. Слово «аржаан» означает – «святая» или «целебная вода». Феномен «аржаанного лечения», являющийся составной частью культуры и традиций тувинского народа с древнейших времен, представляет собой уникальное явление, сохранившееся в масштабном плане на российском и стран СНГ пространстве практически только в Туве [1, 2].

Изучение геохимических особенностей подземных вод Тувы, начатое в 60-е годы Е.В. Пиннекером, и в настоящее время сохраняет свою актуальность в связи с возросшим интересом к подземным водам как бальнеоресурсам. Появление новых аналитических методик и приборов позволяет получить новые данные о составе вод различного геохимического типа и минерализации. В этой связи в настоящее время сотрудниками Тувинского государственного университета, ООО «Лаборатория аржаанологии и туризма» города Кызыл совместно с проблемной научно-исследовательской лабораторией гидрогеохимии (ПНИЛ гидрогеохимии) НОЦ «Вода» ИПР ТПУ проводятся работы по изучению особенной химического состава подземных вод источников в рамках исследовательских программ Тувинского Государственного Университета (ТувГУ).

В основу работы положены материалы исследований (полевых и лабораторных) подземных вод Западной Тувы проведенных летом 2013 года сотрудниками ТувГУ (с участием студентов), медицинских центров Тувы, ПНИЛ гидрогеохимии ТПУ, общественной организации «Сохранение Аржаанов Республики Тува» и «Лабораторией аржаанологии и туризма» с участием автора.

Полевые работы, включали в себя отбор проб воды (с соблюдением всех процедур пробоотбора), их консервация, а также проведение полевых анализов вод с определением их физико-химических параметров (температура, pH, Eh, теплопроводность) с использованием полевого прибора Water-test, а также содержания быстромениющихся компонентов, таких как pH, карбонат-ион и свободная угольная кислота. На каждой точке отбора проводилось описание источника подземных вод и оценка радиационной обстановки, которая проводилась руководителем экспедиции Аракчаа Кара-кыс Донгаковны, учёным секретарем ГБУ «НИИ медико-социальных проблем и управления Республики Тува», к.х.н., научным руководителем НИР по изучению природных вод лечебных ресурсов Республики Тува. Одновременно велись наблюдения за содержанием радона в исследуемых водах.

В процессе полевых работ проводилось опробование ранее недостаточно изученных родников республики Тува для изучения их общего химического и микрокомпонентного состава. Всего на территории Центральной и Западной части республики Тува было исследовано 30 родников. Важной особенностью исследованных подземных вод является присутствие в водах радона. При этом по химическому составу подземные воды, содержащие радон весьма разнообразны.

Как следует из данных таблицы, по величине минерализации на исследуемой территории представлены как ультрапресные воды с минерализацией 0,1 г/л так и слабосолоноватые с минерализацией 1,9 г/л. По величине pH распространены подземные воды преимущественно слабощелочные либо щелочные с pH от 7,7 до 9,5 единиц.

Воды источника Шивилиг умеренно пресные (M=0,4 г/л), слабощелочные (pH=8,3), гидрокарбонатные натриево-кальциево-магниевые по составу.

Воды источника Устуу – Доргун (Шаараш) ультрапресные (M=0,1 г/л), слабощелочные (pH=7,8), гидрокарбонатные, кальциево-натриевые по составу.

Воды источника Улаатай (горный), (выход №1) слабосолоноватые (M=1,9 г/л), слабощелочные (pH=7,8), гидрокарбонатные, сульфатные, магниевые по составу.

Воды источника Сенек, верхний (выход №2) умеренно пресные (M=0,4 г/л), щелочные (pH=9,5), гидрокарбонатные, хлоридные, кальциево-натриевые по составу.

Воды источника Улаатай (речной) умеренно пресные (M=0,4 г/л), слабощелочные (pH=7,7), гидрокарбонатные, сульфатные, кальциево-натриевые по составу.

По составу, воды источника Час – Адыр пресные (M=0,7 г/л), слабощелочные (pH=8), гидрокарбонатные, натриево-магниевые.

Воды источника Галдыг – Чарык слабосолоноватые (M=1,9 г/л), слабощелочные (pH=7,8), гидрокарбонатные, сульфатные, магниевые по составу.

Как было отмечено ранее, Тува является одним из уникальных регионов, где широкое распространение получили радоновые минеральные воды. Радон представляет собой продукт радиоактивного распада радия [4]. Это газ без цвета, вкуса и запаха. Его биологическое воздействие определяется радиоактивностью, которая при ряде заболеваний благотворно влияет на процесс лечения. Радоновые холодные воды Тувы формируются в приповерхностной части кристаллических пород. Одной из важных особенностей подземных вод Центральной и Западной части республики Тува является присутствие в них радона в количестве от 50 эм до 238 эм.

Таблица 1

Химический состав подземных вод Западной Тувы

Название источника (аржаана)	Радон, эм	Содержание, мг/л													
		T, °C	pH, ед. pH	$\Sigma \mu S$	Eh, мВ	CO ₂	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Мин мг/л
Шивилиг, источник №5 (верхний)	238	13,6	8,3	297	149	4,4	30	1,12	0,89	1,315	5	1,22	4,65	0,36	44,5
Устуу – Доргун (Шаараш)	102	9,2	7,8	276	126	8,8	97,6	2,42	3,5	3,55	19	6,1	9,5	0,65	142,32
Улаатай, источник Дагаржааны (горный), основной (выход №1)	103	13,9	7,8	1615	146	57,2	1038,2	509,2	17,7	0,426	136	254	12	11,14	1978,6
Сенек, верхний (выход №2)	55,1	9,9	9,5	350	115	8,8	232	17,7	53,2	2,83	72	7,3	34,3	2,46	421,79
Улаатай, источник Хемаржааны (речной)	192	10,3	7,7	1135	124	88	220	65,2	2,24	4,18	70	12,2	25,85	1,42	401,09
Час – Адыр	60,4	11	8	315	148	0	380	85,5	81,6	3,8	54	48,8	84,8	2,6	741,1
Талдыг – Чарык	50	12,3	7,9	420	129	17,6	1161,4	393	11,2	0	120	256	9,2	10,86	1961,6

Как следует из таблицы, самое высокое содержание радона выявлено на источниках «Шивилиг» (238 эм) и «Улаатай» (речной) (192 эм). Анализ химического состава вод показывает, что геохимические особенности радоновых вод данных источников определяются исключительно низкой минерализацией (менее 0,5 г/л). Это самые низкоминерализованные воды по сравнению с другими исследуемыми источниками.

Литература

1. Слово об аржаанах Тувы // К.Д. Аракчаа. – М.: Поликом, 1995. – 23 с.
2. Лечебные воды Монгун-Тайги. Общая характеристика и перспективы освоения // К. Д. Аракчаа – К.: РИО ТувГУ, 2013. – 66 с.
3. Минеральные воды Тувы // Е.В. Пиннекер. – К.: Тувинское кн. изд., 1968. – 105 с.
4. Гидрогеохимия зоны гипергенеза // С.Л. Шварцев. – М.: Недра, 1998. – 336 с.

ОСОБЕННОСТИ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОГО СОСТАВА ТЕРМАЛЬНЫХ ВОД «ГОРЯЧИЙ КЛЮЧ», ПРИМОРЬЕ

Е.Г. Калитина, Г.А. Челноков, С.А. Зорин

Научный руководитель заведующая лабораторией Н.А. Харитонов

Дальневосточный геологический институт Дальневосточного отделения Российской академии наук, г. Владивосток, Россия

Термальные воды «Горячий ключ» принадлежат к провинции азотных термальных вод молодых тектонических движений, распространенных в пределах гранитных массивов. Тектонический фактор контролирует, прежде всего, расположение позднемеловых гранитных массивов, циркуляция вод в которых осуществляется по нарушениям сколового и трещинного характера.

Известно, что исследования геохимического состава термальных источников проводились Приморской гидрогеологической экспедицией с 50-х годов. Первые обширные региональные химические исследования вод были проведены Е.П. Юшакиным (1968) [4] и затем дополнялись другими исследователями [1]. Одной из крупных работ, посвященной геохимии термальных вод Сихотэ-Алиния была работа сотрудников Чудаевой и Чудаева [3]. Однако, до настоящего времени не изучен микробиологический состав термальных вод «Горячий ключ». По литературным данным известно, что функционирование любой экосистемы, включая термальные воды, как части биосферы, невозможно без микроорганизмов, являющихся участниками геохимических циклов элементов. К настоящему времени достаточно изучен вопрос значения различных физиологических групп бактерий в процессах формирования химического состава минеральных вод. Одна из главных функций микроорганизмов подземных вод – превращение и деструкция различных органических и минеральных веществ [2]. Биогенное происхождение в подземных водах могут иметь: сульфаты, нитриты, нитраты, углекислота, метан,

азот, сероводород. В связи с этим, целью работы было изучить особенности сезонного распределения и динамики численности микроорганизмов в термальных водах «Горячий ключ», расположенных в Приморском крае.

Объектами исследования являлись термальные воды «Горячий ключ», расположенные в 10 км от поселка Беневское в Лазовском районе Приморского края. Исследуемые термальные воды относились к самоизливающимся источникам подземных вод. Исследования проводили в течение года по сезонам: лето (июль), осень (октябрь), весна (апрель). Пробы воды для микробиологического анализа отбирали в стерильных условиях в стеклянные бутылки и анализировали пробы сразу же после доставки их в лабораторию. В термальных водах определяли численность микроорганизмов, способных принимать участие в геохимических циклах углерода, азота, серы, железа и марганца. Для культивирования микроорганизмов различных эколого-трофических групп использовали специально подобранные селективные среды. Численность микроорганизмов определяли с использованием метода предельных разведений. Основные гидрохимические параметры подземных вод были определены на месте отбора проб, остальные химические компоненты были определены в аналитическом центре Дальневосточного геологического института. Гидрохимическое опробование проводилось по стандартной методике. Нестабильные параметры вод измерялись на месте отбора, пробы фильтровались через мембранные фильтры 0,45 мкм. Основные катионы и анионы определялись методом жидкостной ионной хроматографии (HPLC-10AVp, SHIMADZU).

Результаты исследования показали, что характерными особенностями термальных вод «Горячий ключ» являлась температура источников +27,1 – +31,80 С, уровень pH 6,5 – 9,3, преимущественно восстановительные условия среды и низкая минерализация (100 – 200 мг/л). За календарный год средняя температура воды составила +31,2°С. По основному ионному составу подземные термальные воды источника Горячий ключ относятся к гидрокарбонатным, карбонатно-гидрокарбонатным (CO_3^{2-} – 22 – 28; HCO_3^- – 51 – 76 % мг-экв/дм³) натриевым (Na^+ – 74 – 89 % мг-экв/дм³) водам низкой минерализации 0,12 – 0,18 г/дм³, с повышенным содержанием кремния и фтора. Доля сульфат-иона не превышает 17 %-экв. Содержание кремния 17,85 – 23,24 мг/дм³, фтора 3,50 – 6,65 мг/дм³. Воды являются слабогазирующими, в газовой составляющей наблюдается преобладание азота до 72,5 – 97,2 %.

Проведенные микробиологические исследования показали, что микроорганизмы были широко распространены в термальных водах «Горячий ключ» и играли важную роль в геохимических циклах элементов. В течение года (лето – осень – весна) с участием микроорганизмов в термальных водах наиболее активно протекали процессы цикла углерода и азота (рис.). В цикле углерода основное участие принимали микроорганизмы сапрофиты-олиготрофы (олиготрофы) и сапрофиты-копиотрофы (копиотрофы), которые разлагали органическое вещество термальных вод до углекислого газа и воды, внося тем самым вклад в общее содержание CO_2 в источнике. Численность копиотрофов в термальных водах в течение года варьировала от $4,0 \times 10^2$ до $1,2 \times 10^3$ кл/мл и в среднем была относительно невысока, что может быть связано с пониженным содержанием органического углерода в воде (рис.). Низкая концентрация в термальных водах органических веществ отразилась на присутствии в воде более высокого в сравнении с копиотрофами количества олиготрофов. Численность олиготрофов была в целом стабильна в течение года и ее средние значения составляли $1,8 \times 10^3$ кл/мл. В составе биоценоза термальных вод присутствовали как аэробные, так и анаэробные формы сапрофитов, при этом содержание анаэробных форм бактерий было в 2,5 раза выше. В цикле азота в термальных водах «Горячий ключ» принимали участие все исследуемые физиологические группы бактерий, но их численность значительно варьировала в разные сезоны года от 0 до $1,4 \times 10^4$ кл/мл, при этом наибольшее количество бактерий в среднем было отмечено в летний сезон, наименьшее в весенний период, что возможно связано с подавлением микробных ценозов бактериями группы кишечной палочки, обнаруженными в высоких титрах в весенний сезон (рис.). Микроорганизмы, участвующие в превращениях соединений серы были менее развиты в термальных водах «Горячий ключ». Наличие щелочной среды термальных вод способствовало преимущественному развитию в водах тионовых бактерий, процесс метаболизма которых связан с образованием сульфатов. Численность тионовых бактерий в источнике варьировала от $0,9 \times 10^1$ до $0,9 \times 10^2$ кл/мл, при этом наибольшие количества бактерий были отмечены в осенний сезон. Сульфатредуцирующих бактерий, восстанавливающих сульфаты до сероводорода, обнаружено не было. Таким образом, тионовые бактерии вносят свой вклад в общее количество сульфатов (8,66 – 11,7 мг/дм³), содержащихся в термальных водах «Горячий ключ». Минимальные средние значения численности бактерий в исследуемый период в термальных водах Горячий ключ были отмечены для микроорганизмов цикла железа и марганца, что связано с низкими концентрациями этих элементов в источнике (Fe – 0,1 мг/дм³; Mn – 0,0008 – 0,001 мг/дм³).

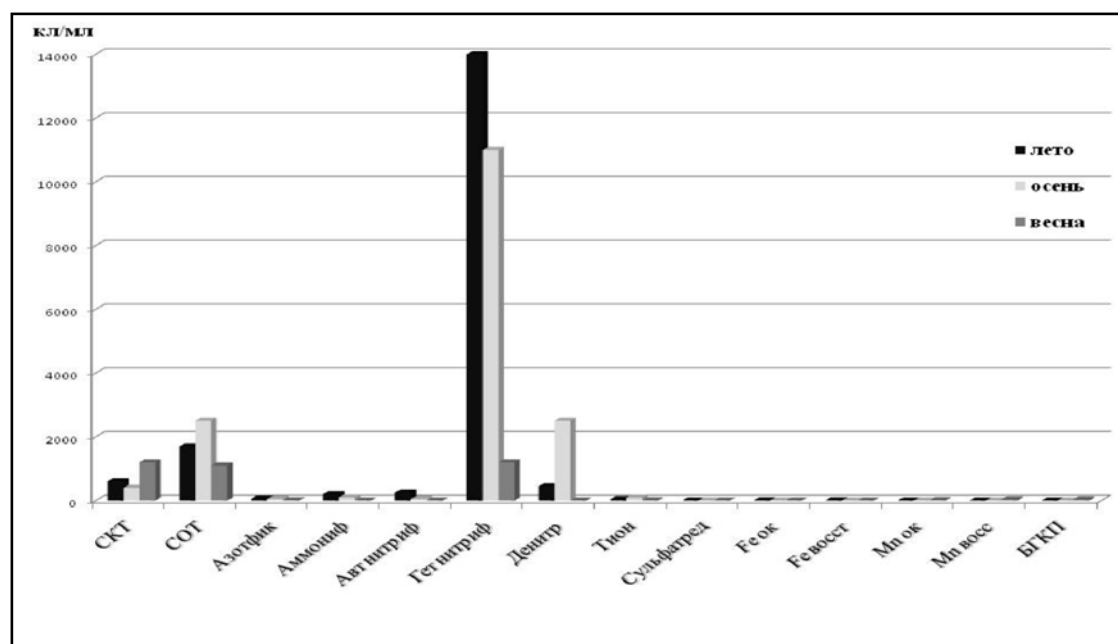


Рис. Динамика численности функциональных групп бактерий в термальных водах «Горячий ключ» в течение года

Примечание: СКТ – сапрофиты-копиотрофы, СОТ – сапрофиты-олиготрофы, Азотфик – азотфиксаторы, Аммониф – аммонификаторы, Авт нитриф – автотрофные нитрификаторы, Гет нитриф – гетеротрофные нитрификаторы, денитр – денитрификаторы, тион – тионовые, сульфатред – сульфатредукция, Fe ок – железоокисляющие, Fe восст – железовосстанавливающие, Mn ок – марганцеокисляющие, Mn восст – марганцевосстанавливающие.

Таким образом, особенности химического состава, низкое содержание органики, наличие восстановительной обстановки в термальных водах Горячий ключ влияет на развитие разнообразных функциональных групп бактерий, что в целом создает в них специфический микробиологический пейзаж. В результате выполнения исследования были выделены накопительные и чистые культуры микроорганизмов различных функциональных групп, способных расти в щелочных условиях среды (рН 8,0 – 9,0) при температурах (28 – 30°C). Показано, что среди микрофлоры, распространенной в термальных водах Горячий ключ, доминировали непигментированные подвижные грамотрицательные бактерии. Они составляли 91 % выделенных штаммов. По типу метаболизма 76,6 % из них относились к факультативно анаэробным бактериям, 33,3 % которых сбраживали глюкозу, 16,6 % – сахарозу, 6,6 % – лактозу, 13,3 % выделяли газ при брожении, 16,6 % синтезировали уреазу, 13,6 % из исследованных штаммов образовывали H₂S. Выделенные бактериальные культуры представляют интерес для биотехнологии как активные ремедиаторы среды, устойчивые к высоким значениям температуры и рН.

Литература

1. Авдеева А.Б. Основные типы минеральных вод юга Дальнего Востока (Приморский, Хабаровский края) и их ресурсы // Вопросы изучения лечебных минеральных вод, грязей и климата: Труды ЦНИИ курортологии и физиотерапии. – М., 1976. – Т. 31. – С. 19 – 30.
2. Белькова В.В., Парфенова М.Ю., Суслова Н.Л. и др. Биоразнообразие и активность микробного сообщества термального источника Котельниковский (оз. Байкал) // Известия РАН: серия биологическая. – М., 2005. – № 6. – С. 664 – 671.
3. Чудаева В.А., Чудаев О.В. Качество природных вод Дальнего Востока // Вестник ДВО РАН. – Владивосток, 2001. – № 2. – С. 28 – 36.
4. Юшакин Е.П. Отчет об исследовании минеральных источников Приморского края // Рукопись Приморского геологического управления. – Владивосток, 1968. – 298 с.

ВЫБОР МЕТОДА ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОЕДИНЕНИЙ КРЕМНИЯ В ВОДАХ РАЗЛИЧНОГО СОСТАВА

М.Г. Камбалина

Научный руководитель доцент Н.В. Гусева

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Кремний является одним из самых важных элементов в природных водах. Его роль весьма велика как в аспектах оценки качества вод для питьевых и бальнеологических целей, так и с геохимических позиций. Кремний является главным породообразующим элементом, а алюмосиликатные горные породы, следовательно, основным его источником в природных водах. Однако распространенность кремния в природных водах весьма различна и определяется многими факторами: масштабами обогащения, условиями водной миграции и удаления из раствора. При отсутствии достоверных знаний о концентрации кремния в природных водах невозможно подойти к решению важных геохимических задач, таких, например, как обоснование механизмов формирования химического состава природных вод.

Целью исследования является сопоставление возможностей применения спектрофотометрического (СФ) и атомно-абсорбционного (ААС) методов для определения уровня концентрации кремния в природных водах разного состава.

Объектами исследований являлись природные подземные и поверхностные воды разного состава, опробованные сотрудниками НОЦ «Вода» в мае – августе 2013 г. Опробовались подземные воды в скважинах, расположенных в Кемеровской области, а также в родниках в Хакасии, там же отбирались пробы поверхностных, речных и озерных вод. Выбор объектов исследования обусловлен необходимостью изучения распространенности кремния в водах с различными геохимическими характеристиками.

Результаты исследования химического состава вод приведены в табл. 1. Рассматриваемые воды от околонефтральных до щелочных с минерализацией от 82 до 90568 мг/дм³. Самую высокую минерализацию среди рассматриваемых имеют воды двух озер Хакасии – Ши́ра и Тус. Среди подземных вод минерализация редко превышает 1 г/дм³. Исключением являются два родника, которые располагаются около упомянутых выше озер. Их минерализация составляет 1,9 г/дм³ в роднике около озера Ши́ра и 5,8 г/дм³ в роднике около оз. Тус. Также воды различаются по соотношению основных ионов. Пресные воды преимущественно гидрокарбонатные кальциевые. Лишь в скважине 2 и роднике в г. Ужур воды гидрокарбонатно-хлоридные кальциевые и сульфатно-гидрокарбонатные магниевые-кальциевые соответственно. С ростом минерализации увеличивается доля в анионном составе сульфат-иона и хлорид-иона. Воды оз. Тус, имеющие максимальную минерализацию, сульфатно-хлоридные магниевые-натриевые.

Таблица 1

Химический состав вод

Привязка	Мин, мг/дм ³	рН	Концентрация, мг/дм ³								Тип воды
			HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	ОЖ*	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	
Скв. №1	82	7,5	71	18	7	3	14	5	7,8	1	HCO ₃ -Ca
Скв. №2	88	7,1	49	27	63	3	16	4	5	5	HCO ₃ -Cl-Ca
Скв. №3	416	7,0	233	15	25	5	100	18	18	1	HCO ₃ -Ca
родник в г. Ужур	482	6,9	342	150	2	7	80	40	37	2	SO ₄ -HCO ₃ -Mg-Ca
р. Сон	509	7,9	415	107	16	8	96	42	38	2	HCO ₃ -Mg-Ca
Скв. №2а	554	7,2	449	65	4	6	152	28	19,4	2	HCO ₃ -Ca
Скв. №16	620	7,6	567	88	7	7	88	27	105	3	HCO ₃ -Ca-Na
родник около оз. Ши́ра	1930	7,3	451	985	91	16	128	117	377	6	SO ₄ -Mg-Na
родник около оз. Тус	5852	7,6	1434	2438	875	66	232	664	908	18	Cl-SO ₄ -Na-Mg
оз. Ши́ра	15637	8,8	833	8450	1970	97	60	1147	3547	46	Cl - SO ₄ -Mg-Na
оз. Тус	90568	8,3	1388	3230	2980	820	240	9857	17292	285	SO ₄ - Cl -Mg-Na

Исследование распространенности кремния в рассматриваемых водах проводилось двумя методами: спектрофотометрическим (СФ) и методом атомно-абсорбционной спектроскопии (ААС). Метод ААС, предлагаемый нами, является приоритетным для исследователей, поскольку позволяет определить все формы кремния без предварительной пробоподготовки, в то время как СФ дает аналитическую информацию только о концентрации мономерно-димерных форм кремниевой кислоты [1]. Результаты определения концентраций кремния разными методами приведены в табл. 2.

Концентрация кремния в рассматриваемых водах изменяется от 1,3 до 18,8 мг/дм³. Минимальная концентрация кремния отмечается в пресных водах с минерализацией до 100 мг/дм³, а также в водах с максимальной минерализацией 15 и 90 г/дм³. Согласно утверждениям Шварцева С.Л. [4], определяющими в формировании состава природных вод являются процессы взаимодействия в системе вода – порода. Воды с минерализацией до 100 мг/дм³ характеризуются малым временем взаимодействия с горными породами, ввиду чего кремний просто не успевает накапливаться в растворе. В водах с минерализацией от 10 г/дм³ до 100 г/дм³

малые концентрации кремния обусловлены процессами вторичного минералообразования, которые сопровождаются удалением этого элемента из раствора с формирующейся вторичной фазой. Соответственно масштабы обогащения вод кремнием значительно ниже масштабов его удаления из раствора. Кроме этого, важно отметить, что удаление кремния из вод озер может быть связано с его связыванием простейшими водными организмами [3].

Таблица 2

Результаты определения концентрации кремния разными методами и их сопоставительный анализ

Привязка	рН	Мин, мг/дм ³	Концентрация, мг/дм ³		$ \bar{X}_1 - \bar{X}_2 $, мг/дм ³	K	Проверка условия приемлемости $ \bar{X}_1 - \bar{X}_2 \leq K$	Вывод о приемлемости результатов
			СФ	ААС				
Скв. № 1	7,5	82	1,02±0,17	1,96±0,20	0,94	0,26	0,94≥0,26	неприемлемы
Скв. № 2	7,1	88	1,21±0,18	1,83±0,18	0,62	0,28	0,62≥0,28	неприемлемы
Скв. № 3	7,0	416	15,30±1,38	18,84±1,88	3,54	3,21	3,54≥3,21	неприемлемы
родник в г. Ужур	6,9	482	4,89±0,50	6,71±0,67	1,82	1,07	1,82≥1,07	неприемлемы
р. Сон	7,9	509	7,29±0,70	8,20±0,82	1,11	0,97	1,11≥0,97	неприемлемы
Скв. № 2а	7,2	554	8,27±0,78	12,21±1,22	3,94	1,86	3,94≥1,86	неприемлемы
Скв. № 16	7,6	620	11,64±1,07	14,93±1,49	3,29	2,48	3,29≥2,48	неприемлемы
родник около оз. Шира	7,3	1930	5,51±0,55	5,41±0,54	0,10	1,08	0,10 ≤ 1,08	приемлемы
родник около оз. Тус	7,6	5852	17,30±1,55	17,73±1,77	0,43	3,43	0,43 ≤ 3,43	приемлемы
оз. Шира	8,8	15637	2,11±0,26	2,26±0,23	0,15	0,42	0,15 ≤ 0,42	приемлемы
оз. Тус	8,3	90568	1,52±0,21	1,32±0,13	0,20	0,29	0,2 ≤ 0,29	приемлемы

Поскольку одной из задач данного исследования являлось сопоставление различных методов анализа кремния в водах и выбор оптимального, проведен контроль приемлемости полученных данных, сравнивая расхождение между результатами анализов, полученных методом СФ и методом ААС, с нормативом контроля погрешности K [2].

Согласно результатам сопоставительного анализа определения концентрации кремния в щелочных слабосоленых и соленых водах могут использоваться оба метода, поскольку в области щелочных рН преобладает мономерная форма кремния [1]. Для околонейтральных и слабощелочных вод с минерализацией до 1 г/дм³ целесообразнее использовать метод ААС.

Данные, полученные при сопоставительном анализе результатов определения концентрации кремния разными методами в подземных водах из скважин неприемлемы. Это может быть связано с тем, что помимо мономерной формы, в водах присутствуют полимерные формы кремния, идентификация которых методом СФ невозможна.

Выводы:

Рассмотрены современные методы анализа для определения концентрации кремния в природных водах: атомно-абсорбционный и спектрофотометрический;

Проведен сопоставительный анализ полученных результатов по РМГ 76-2004;

Показано, что метод атомно-абсорбционной спектроскопии является наиболее приоритетным для исследований, поскольку позволяет определить общую концентрацию соединений кремния, в то время как метод спектрофотометрии дает информацию только о концентрации мономерно-димерных форм кремнекислоты.

Установлено, что в пресных околонейтральных водах следует использовать метод атомно-абсорбционной спектроскопии; для щелочных соленых и соленых вод – как спектрофотометрический, так и атомно-абсорбционный методы анализа.

Выполнено при финансовой поддержке Госзадания «Наука» ТПУ

Литература

1. Камбалова М.Г., Скворцова Л.Н., Мазурова И.С., Гусева Н.В. К вопросу о методах определения растворимых соединений кремния в воде и способах ее обескремнивания//Известия Томского политехнического университета серия «Химия». – Томск, 2013. – № 3. – С. 18 – 22.
2. РМГ 76-2004. Государственная система обеспечения единства измерений. Внутренний контроль качества результатов количественного химического анализа. – М.: Стандартинформ, 2005. – 86 с.
3. Страхов И.М. Геохимия кремнезема. – М.: Наука, 1966. – 30 с.
4. Шварцев С.Л. Гидрогеохимия зоны гипергенеза. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Недра, 1998. – 366 с.

ВОЗМОЖНОСТИ МЕТОДА ИОННОЙ ХРОМАТОГРАФИИ ПРИ АНАЛИЗЕ ВОД РАЗЛИЧНОЙ СТЕПЕНИ МИНЕРАЛИЗАЦИИ

Е.Ю. Каричева

Научный руководитель доцент А.А. Хващевская

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Аналитическая химия как прикладная наука создает количественную основу для фундаментальных исследований и практических разработок в геологии, гидрогеологии, гидрогеохимии и других прикладных науках. Ее данные обеспечивают современный уровень геологического картирования, прогноз, поиски и разведку месторождений полезных ископаемых; оценку экологического состояния окружающей среды; мониторинг состояния и изменения качества окружающей среды. Современный парк аналитического оборудования значительно расширился и это позволяет получать новую информацию об уровнях содержаний компонентов вод различного состава и степени минерализации.

Цель работы – показать возможности метода ионной хроматографии для одновременного определения основных катионов и анионов в водах различной степени минерализации, уровень содержаний которых и их природное соотношение в водах изменяется от 1 до 400 000 раз.

Сложность изучения состава воды определяется одновременным наличием в ней большого числа химических элементов, различным их количеством, а так же разнообразием форм каждого из них, что и вносит трудности в аналитическое определение компонентов вод. Достаточно вспомнить, что минерализация природных вод изменяется от тысячных долей до 650 г/л, т.е. в пределах шести порядков. С изменением минерализации изменяются состав вод и соотношение главных содержащихся в них компонентов. В ультрапресных водах обычно преобладают соли кремневых кислот, в пресных – угольной, а в соленых – серной и соляной, в рассолах – соляной. Так же закономерно изменяется катионный состав природных вод – от преобладания солей натрия и кальция в сверхпресных водах и кальция в пресных к постепенному росту роли натрия в рассолах [1].

Согласно литературных данных процентное соотношение основных компонентов вод Мирового океана, как главного планетарного водного резервуара, содержащего 94 % гравитационных вод Земли, имеет следующий характер: катионы – калий 1 %, кальций 3 %, магний 18 %, нитрий 78% и анионы – гидрокарбонат 0,4 %, бромид 0,14%, сульфат – 9,28%, хлорид 90,20 % [2].

В настоящее время широкое распространение при анализе вод различной степени минерализации получил метод ионной хроматографии, позволяющий проводить одновременное определение до 6 катионов (кальций, магний, натрий, калий, аммоний, литий) и 8 анионов: фторид-, хлорид-, бромид-, иодид-, нитрат-, нитрит-, сульфат-, фосфат-ионов в природных водах. Метод основан на хроматографическом разделении ионов вследствие их различной подвижности в процессе миграции по хроматографической колонке и кондуктометрическом детектировании. В качестве средства измерения используется хроматограф ионный фирмы Dionex (США). Время анализа одной пробы колеблется от 15 до 50 мин в зависимости от условий хроматографирования и требований методики определения компонентов [3].

Преимуществом метода является отсутствие процедуры водоподготовки, что предотвращает внесение дополнительной погрешности в результат анализа, малый объем пробы для анализа (от 2 мкл до 10 мл). Метод позволяет без предварительной пробоподготовки проводить анализ вод с минерализацией до 8 г/л. При более высокой минерализации анализируемых вод проводится их соответствующее разбавление. Автосамплер модели ICS-5000 позволяет производить автоматическое разбавление проб, что значительно уменьшает погрешность, вносимую оператором при разбавлении вручную. Также возможно автоматическое разбавление проб элюентом, что уменьшает эффект водного пика в начале хроматограммы. Использование автосамплера позволяет проводить анализ заданной последовательности образцов без участия оператора. Для ультрапресных вод в автосамплере может быть задан метод, используемый для определения следовых количеств, включающий автоматическое промывание иглы, шприца и жидкостных линий до и после инъекции, что устраняет влияние предыдущей пробы в последовательности анализа.

Результаты определения катионного и анионного состава природных вод с минерализацией от 10 до 160 000 мг/л на хроматографе ICS-5000 представлены в табл. В ультрапресных и пресных водах соотношение анионов различается до пяти порядков (1 (Br): 400000 (Cl)), но при этом сохраняется возможность их совместного определения без устранения мешающего влияния хлора. В то время как в соленых водах и рассолах соотношение ниже на порядок, но при содержании хлора около 100 000 мг/л возникают трудности в обработке его хроматографического пика. Экспериментально установлено, что для хроматографического анализа вод кратность разбавления может достигать 1000 раз для вод с минерализацией до 200 г/л. Однако возможность одновременного определения сохраняется лишь для хлорид-, сульфат – ионов, иногда фторид - иона, а также ионов натрия, кальция и магния. При определении ионов брома, калия, нитрит- и нитрат-ионов разбавление не используется. В этой связи предварительно проводится анализ неразбавленного образца для сохранения чувствительности по компонентам, имеющим низкое содержание в водах, а затем после установления минерализации вод (по удельной электрической проводимости) проводится соответствующее разбавление вод для определения содержания преобладающих в них компонентов.

Таблица

Результаты определения содержания анионов и катионов в природных водах различной минерализации методом ионной хроматографии

Тип водного объекта		ММ*, мг/л	Катионы						Анионы			
			F ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Br ⁻	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na+	K+
Ультрапресные воды												
Атмосф. осадки	содержание	10	0,1	0,16	1,2	0,003	0,02	1,22	1,2	0,04	1,9	0,3
	соотношение		33	53	400	1	6	406	30	1	48	8
Поверхностная вода (озера)	содержание	50	0,08	7	0,5	0,0005	0,02	0,5	3,5	0,2	5	1
	соотношение		160	14000	1000	1	40	1000	18	1	25	5
Пресные воды												
Поверхностная вода (озера)	содержание	230	0,4	80	1,2	0,0004	0,0002	0,07	12	12	40	1,5
	соотношение		2000	400000	6000	2	1	350	8	8	27	1
Соленые воды												
Подземная вода (скв.)	содержание	28000	2,6	17000	17	58	–	0,3	2500	43	8100	120
	соотношение		9	58600	59	200	–	1	58	1	188	3
Рассолы												
Подземная вода (скв.)	содержание	160000	2,3	97000	1600	252	–	1,52	7600	1700	50800	1600
	соотношение		2	63800	1050	166	–	1	5	1	32	1

М* – минерализация вод;

Таким образом, метод ионной хроматографии является весьма перспективным для анализа вод различного химического типа при анализе как ультрапресных вод, в частности атмосферных осадков, так и крепких рассолов с минерализацией до 300 г/л.

Литература

1. Кирюхин В.А., Короткова А.И., Шварцев С.Л. Гидрогеохимия: Учеб. для вузов. – М.: Недра, 1993. – 384 с.
2. Шварцев С.Л. Гидрогеохимия зоны гипергенеза. – 2-е изд., исправл. и доп. – М.: Недра, 1998. – 366 с.
3. ПНД Ф 14.2:4.176-2000 Методика выполнения измерений массовых концентраций анионов (хлоридов, сульфатов, нитратов, бромидов и йодидов) в природных и питьевых водах методом ионной хроматографии.

ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД ВАХСКОГО НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (НИЖНЕВАРТОВСКИЙ РАЙОН ХМАО)

К.И. Ковалева

Научный руководитель доцент М.В. Решетько

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Широкомасштабное освоение территории Ханты-Мансийского автономного округа, и в частности рассматриваемого в данной работе Вахского лицензионного участка (ЛУ), неизбежно сопровождается интенсивным техногенным воздействием на окружающую среду. К одним из основных факторов воздействия относятся загрязнение разнообразными химическими веществами, особенно нефтью и сопутствующими продуктами. Негативное воздействие проявляется на различных стадиях строительства и эксплуатации промысла, а также при аварийных ситуациях; наносимый ими ущерб во многом зависит от свойств самой природной среды [4].

Эксплуатация многочисленных месторождений нефти ставит задачу контроля и прогноза экологической обстановки в регионе в разряд наиболее актуальных. Серьезную экологическую угрозу представляют импактные загрязнения, связанные с утечкой жидкостей из устьев скважин, миграцией химвеществ и нефти из шламовых амбаров, разливами нефти и минерализованных вод при испытании скважин, поступлением бытовых отходов с производственных объектов, не имеющих эффективных очистных сооружений. В результате освоения новых и эксплуатации уже действующих нефтяных месторождений состояние окружающей природной среды претерпевает значительные изменения [6].

Целью исследований является оценка эколого-геохимического состояния поверхностных вод Вахского нефтяного месторождения.

Вахское месторождение открыто в 1964 г., введено в разработку в 1976 г., расположено в Нижневартовском районе Ханты-Мансийского автономного округа Тюменской области в 113 км восточнее г. Нижневартовска и в 80 км от г. Стрежевого. Территория лицензионного участка находится в среднем течении рек Вах и Трайгородская. Площадь составляет 768 км² [3].

Поверхностные водные объекты ВахЛУ представлены речной сетью крупных (р. Вах, р. Ратьканьёган, р. Ершовая Речка, ручьи без названия, протоки Никулинский Пасил, Большой и Малый Урей, р. Трайгородская и др.) и мелких (р. Максимкина и др.) водотоков, верховым болотом, озерами. На территории ЛУ находится 32

километровый участок реки Вах с 654,7 по 686,7 км от истока. По типу водного режима, климатических условий, источников питания, рельефа, условий формирования годового стока и его внутригодового распределения реки рассматриваемой территории относятся к лесной зоне равнинного района [3]. По характеру водного режима водотоки рассматриваемой территории относятся к рекам с весенне-летним половодьем и паводками в теплое время года. Согласно классификации водных объектов единого водного фонда р. Вах относится к классу I, подкласс Б, малые реки рассматриваемой территории относятся к классу III, подкласс А.

С 2006 г. ОАО «ТомскНИПИнефть» проводит регулярные измерения химического состава поверхностных вод территории ВахЛУ. Для оценки воздействия объектов нефтепромысла установлены фоновые и контрольные пункты наблюдения, где осуществляют отбор проб воды и донных отложений. Сравнение качества воды в фоновом и контрольном створе и одновременное сравнение с нормами ПДК позволит судить о характере и степени влияния источников загрязнения на водные объекты ВахЛУ.

Периодичность отбора проб воды составляет 3 раза в год, в основные фазы водного режима (начало половодья, летне-осенняя межень, перед ледоставом), на крупных реках (р. Вах) отбор дополнительно проводится отбор проб в зимнюю межень. В целях предупреждения загрязнения водотоков и водоемов нефтепродуктами и хлоридами необходимо определять концентрацию этих показателей ежемесячно в контрольных пунктах наблюдения. Периодичность отбора проб донных отложений – 1 раз в год, в период летне-осенней межени. Проведение работ по мониторингу поверхностных вод регламентировано Положением о ведении государственного мониторинга водных объектов.

Материалом исследования послужили данные экологического мониторинга, полученные во время прохождения научно-исследовательской производственной практики в 2013 г. в ОАО «ТомскНИПИнефть», на основе которых была создана база данных химического анализа поверхностных вод по 12 точкам отбора проб за период с 2006 по 2012 гг.

Для оценки эколого-геохимического состояния поверхностных вод Вахского ЛУ построены схемы пространственного распределения средних значений концентраций меди, цинка, нефтепродуктов, марганца, железа общего и ионов аммония в водных объектах. В качестве экологических нормативов использованы нормативы предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения [2].

В течение периода наблюдений наибольшее число превышений ПДК рыбохозяйственного выявлено для цинка, железа, меди, марганца, ионов аммония и нефтепродуктов. Содержание АПАВ, никеля, свинца, хрома не превышало нижних пределов обнаружения методов определения. В рассматриваемых водоемах повешенной концентрации хлоридов не обнаружено, содержание хлоридов находится на постоянном низком уровне (фоновый и контрольный пункт) и принимает значения намного ниже ПДК, что характерно для пресных рек и озер [3].

Средние значения концентраций цинка колеблются от 0,005 мг/дм³ до 0,025 мг/дм³. В весеннее половодье максимальные концентрации из средних наблюдаются в центральной части лицензионного участка, а именно в точках отбора проб №9 – протока Ленкзурей, 750 м на СЗ от КП №44 (при впадении в р. Максимкина) и №10 – протока Большой Урей, 500 м на З от КП №51 (при впадении в р. Вах), возможно, это связано с тем, что данные пункты отбора проб расположены на участках, подверженных влиянию факелов сжигания. Цинк является одним из индикаторных элементов техногенеза и попадает в атмосферу с промышленными выбросами, при коррозии металлических частей инженерных сооружений, а также при сжигании жидкого топлива.

Максимальные кратности превышения ПДК для железа наблюдались в 2008 г. (5 – 109 ПДК), причем наибольшие в период перед ледоставом и 2009 г. (5 – 104 ПДК) – в летне-осеннюю межень. Подобные концентрации значительно превышают среднемировой уровень, составляющий 0,04 мг/дм³, однако для рек таежной зоны концентрации железа до 10 мг/дм³ являются нормой и связаны с природными ландшафтно-геохимическими условиями (высокой подвижностью железа в условиях кислой среды и контрастных окислительно-восстановительных условиях таежных почв) [1]. Высокая степень заболоченности площади водосбора обуславливает повышенное содержание железа в поверхностных водах рассматриваемой территории. Как правило, железо поверхностных вод встречается в составе комплексов с солями гуминовых кислот (гуматы). Естественно, что его повышенное содержание наблюдается в болотных или торфянистых водах, где концентрация гумусовых веществ велика [4].

Для меди максимальные кратности превышения ПДК наблюдались в 2009 г. (8 – 102 ПДК) в период весеннего половодья и летне-осеннюю межень. Фоновым уровнем содержания меди в реках Обь-Иртышского бассейна считается концентрация 0,003 мг/дм³ [1]. Источником загрязнения поверхностных вод медью в соответствии с РД 52.24.354–94 являются буровые и эксплуатационные скважины, путем поступления распределенного стока с прилегающих территорий.

В 2009 г. максимальные кратности превышения ПДК (5,9 – 260 ПДК) для марганца наблюдались перед ледоставом и в 2012 г. в летне-осеннюю межень (2 – 350 ПДК). Главная форма миграции соединений марганца в поверхностных водах – взвеси, состав которых определяется, в свою очередь, составом пород, дренируемых водами. Обладая высокой миграционной способностью, марганец, в условиях ландшафтов кислого глеевого класса с грунтовыми водами в больших количествах попадает в реки. В соответствии с РД 52.24.354–94 антропогенным источником поступления марганца в поверхностные воды районов нефтегазодобычи являются газоперерабатывающие заводы по переработке сырья с повышенным содержанием серы путем воздушного переноса загрязняющих веществ, содержащихся в выбросах заводов.

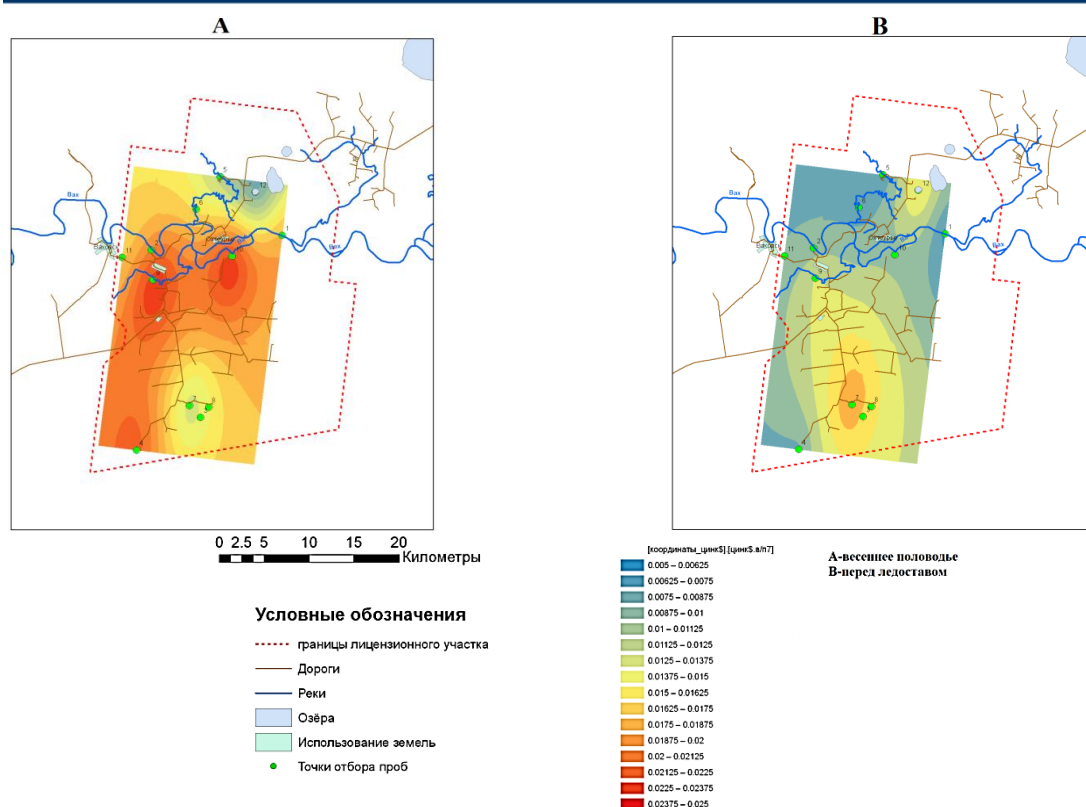


Рис. Схема пространственного распределения средних значений концентраций цинка в поверхностных водах в период весеннего половодья и перед ледоставом

Наибольшую экологическую опасность из веществ биогенной природы для водных экосистем на рассматриваемой территории представляет аммонийный азот. Согласно результатам мониторинговых работ ОАО «ТомскНИПИнефть», средняя концентрация ионов аммония в поверхностных водах Вахского ЛУ изменяется от 0,41 до 4,4 мг/дм³. В летне-осеннюю межень и перед ледоставом в 2012 г. наблюдались максимальные кратности превышения ПДК для ионов аммония (0,78 – 5,64 ПДК). Высокие концентрации аммонийного азота связаны с природными условиями, определяющими большое количество органики в речных водах. Однако велик и вклад антропогенной составляющей. Характерно, что в р. Оби концентрация аммонийного азота многократно выросла в период активного освоения нефтяных месторождений [5]. На нефтяных месторождениях содержание аммонийного азота близко к фоновому уровню, однако в населенных пунктах наблюдается значительное увеличение концентраций.

Важным индикатором загрязнения является содержание в воде нефтепродуктов. Среднее содержание нефтепродуктов, при отсутствии следов прямого загрязнения, в воде рек северных районов ХМАО оценивается, по разным источникам, на уровне 0,1 – 0,2 мг/дм³ [4]. Максимальные кратности превышения ПДК для нефтепродуктов наблюдались в 2008 г. (0,8 – 186 ПДК) перед ледоставом. В фоновых пунктах было определено высокое содержание углеводов природного происхождения, что определяется трофическим статусом водного объекта и, в целом, характерно для поверхностных вод региона [3]. В соответствии с РД 52.24.354–94 при добыче, подготовке и транспортировке нефти значительное количество последней поступает в окружающую среду. Значительная часть нефти первоначально поступает в почву, откуда после определенной метаморфизации смывается поверхностным и подземным стоком в ближайшие водные объекты. С поступлением нефти в почву начинается процесс ее естественного фракционирования и разложения.

Превышение ПДК, наблюдаемое повсеместно для таких компонентов как цинк, железо, медь, марганец, ионы аммония и нефтепродукты определяется гидрогеохимическими особенностями и является повсеместным для Вах-Трайгородского междуречья, который можно рассматривать как часть железо-марганцево-органо-аммонийной гидрогеохимической провинции. Кроме ряда природных факторов, вызывающих естественное «загрязнение» поверхностных вод Вахского ЛУ (питание болотными водами, содержащими большое количество органики, на окисление которой уходит весь кислород воды; небольшие скорости рек и замедленный сброс паводочных вод из притоков; климатические факторы, определяющие пониженную самоочищающую способность вод), следует отметить отрицательное влияние техногенного воздействия на состоянии поверхностных вод [4].

Литература

1. Московченко Д.В, Пуртов В.А, Завьялова И.В. Гидрохимическая характеристика водосборных бассейнов ХМАО // Вестн. экологии, лесоведения и ландшафтоведения. – Тюмень, 2008. – №8. – С. 141 – 148.
2. Ходжаева Г.К. Геоэкологическая оценка воздействия аварийных ситуаций нефтепроводов на окружающую природную среду (на примере Нижневартовского района): Автореферат. Дис. ... канд. геогр. наук. – Томск, 2013. – 158 с.
3. Приказ Росрыболовства от 18.01.2010 № 20 «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения». – М.: 2010. – 214 с.
4. Проект локального экологического мониторинга территории Вахского лицензионного участка. – Томск: ТомскНИПИнефть, 2012 – 96 с.
5. Тигеев А.А. Качество водной среды бассейна р. Тромъеган в районах добычи углеводородного сырья // Вестник экологии, лесоведения и ландшафтоведения. – Тюмень, 2012. – №2. – С. 137 – 142.
6. Уварова В.И. Современное состояние качества воды р. Оби в пределах Тюменской области / /Вестник экологии, лесоведения и ландшафтоведения. – Тюмень, 2000. – №1. – С. 18 – 26.
7. Ходжаева Г.К. Геоэкологическая оценка воздействия аварийных ситуаций нефтепроводов на окружающую природную среду (на примере Нижневартовского района): Автореферат. Дис. ... канд. геогр. наук. – Томск, 2013г. – 158 с.

ГИДРОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА БЕЛОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Ю.А. Кононова

Научный руководитель доцент О.Г. Токаренко

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В последнее время возрастает интерес к качеству воды, которая используется не только для хозяйственно-питьевого водоснабжения и промышленности, но и для рыбохозяйственных и рекреационных целей. Большое значение в вопросе качества воды имеет техногенное воздействие на естественную природную среду, так как это вызывает порой весьма негативные последствия. Водные ресурсы Беловского водохранилища и его береговая зона используются комплексно для водоснабжения населения и промпредприятий пос. Инской и г. Белово, при поливах прилегающих сельскохозяйственных угодий, рыбохозяйственных и рекреационных целях. Ранее изучением данного вопроса занимались А.В. Дьяченко, В.В. Кирилов, Д.В. Черных, С.П. Казьмин, О.В. Климов, Ю.В. Матвеева и др. [1, 2].

Цель данной работы сводится к изучению химического состава поверхностных вод Беловского водохранилища, а также оценке изменения качественных характеристик во времени.

В основу исследования положены данные отчета производственной практики, пройденной на Беловской Государственной районной электростанции (БГРЭС), фондовые источники, материалы опубликованной научной литературы, а также результаты собственных исследований автора.

В административном положении водосборный бассейн водохранилища полностью расположен в пределах Беловского района Кемеровской области.

Основным источником питания Беловского водохранилища является р. Иня. Это типично равнинная, свободно меандрирующая река с четко выраженными излучинами, в вершинах которых берег подвержен интенсивному размыву. Начало весеннего половодья для бассейна р. Иня приходится на середину первой декады апреля. Летняя межень наблюдается в июле – августе. Осенние дождевые паводки дают увеличение водности в сентябре – октябре. Минимальные расходы наблюдаются перед ледоставом в конце октября – начале ноября. Наименьший расход воды в году наблюдается в период зимней межени – декабрь – март [5].

Гидрохимические исследования проводились по данным режимных наблюдений за изменением состава вод реки Иня и Беловского водохранилища за период 2002 – 2008 гг., предоставленным Беловской государственной районной электростанцией. Отбор проб сотрудниками предприятия проводился ежемесячно в течение года на трех пунктах пробоотбора. Первый расположен выше устья р. Иня, перед ее впадением в водохранилище (точка №1, рис. 1), второй – в средней части верхнего бьефа водохранилища (точка №2) и третий – в нижнем бьефе (точка №3). Всего в работе рассмотрено 338 химических анализов по 21 показателю качества вод: рН, температура, прозрачность, содержание взвешенных веществ, сухой остаток, содержание растворенного кислорода, биохимическое и химическое потребление кислорода, сульфат-, хлорид-ионы, азотсодержащие соединения (NO_3^- , NO_2^- , NH_4^+), фосфаты, нефтепродукты, фенолы, формальдегид, тяжелые металлы (Cu^{2+} , Al^{3+} , Zn , $\text{Fe}_{\text{общ}}$) [3].

Относительно нормативов качества воды водных объектов, а именно нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектах рыбохозяйственного значения, утвержденных приказом Росрыболовства от 18.01.2010 №30 (ПДК_{рх}) [4], выявлены превышения практически по всем исследуемым компонентам. Превышения имеют как эпизодический, так и периодический характер поведения. В реке Иня, впадающей в водохранилище (точка опробования №1) наблюдается максимальные превышения ряда показателей качества, таких как прозрачность, ХПК, NO_2 , NH_4 , PO_4 , формальдегиды, Fe, Cu, Zn, Al. Превышения, как правило, составляют от 1,5 до 15 раз в зависимости от года и показателя качества. Особое внимание стоит обратить на Zn, по концентрациям которого наблюдаются почти тридцатикратные превышения, а также на Cu^{2+} по концентрациям которого обнаружены аномальные стократные превышения. В

средней части верхнего бьефа водохранилища (точка опробования №3) максимальные превышения обнаружены по концентрации взвешенных веществ в 6,5 раз.



Рис. Карта-схема точек опробования акватории Беловского водохранилища
Условные обозначения: 1 – река выше водохранилища по течению, 2 – верхний бьеф (верхняя часть), 3 –
верхний бьеф (средняя часть), 4 – верхний бьеф (нижняя часть), 5 – нижний бьеф, 6 – сбросной канал
БГРЭС

С целью получения более полных данных химического состава вод водохранилища автором в феврале и мае 2013 г. было проведено дополнительное опробование поверхностных вод водохранилища (рис.1). Анализ химического состава отобранных проб был проведен в проблемной научно-исследовательской лаборатории гидрогеохимии Научно-образовательного центра «Вода» Института природных ресурсов Национального исследовательского Томского политехнического университета.

Результаты исследования за 2013 г. показали, что воды водохранилища умеренно пресные, по химическому типу гидрокарбонатные магниевые-кальциевые, иногда с повышенным содержанием натрия, слабощелочные. Формула Курлова выглядит следующим образом:

$$M\ 435 - 574 \frac{HCO_3^- 72 - 84,1 SO_4^{2-} 13,4 - 23,5}{Ca^{2+} 50,8 - 53,3 Mg^{2+} 22,9 - 30,7 Na^+ 16,8 - 22,9} pH\ 7,7 - 8,1$$

При сравнении данных за февраль и май наблюдаются некоторые изменения состава показателей качества. Выявлено, что концентрация $Fe_{общ}$ увеличилась в 2 раза, тогда как значения общей жесткости, общей минерализации, концентрации Mg^{2+} , Na^+ и K^+ , наоборот, уменьшились в 2 раза. Концентрации HCO_3^- так же уменьшились, но в 1,5 раза, Cl^- – в 3 раза, SO_4^{2-} – более чем в 3 раза.

При сравнении с ПДКрх обнаружены превышения в феврале по PO_4^{3-} по всей площади водохранилища, кроме вод водохранилища, содержащихся в нижнем бьефе. Максимальное превышение по PO_4^{3-} обнаружено в пробе № 4 и составляет 5,5 раза. По $Fe_{общ}$ во всех отобранных пробах так же наблюдаются не более, чем двукратные его превышения. В мае, в период половодья, зафиксированы превышения по цветности, мутности, $Fe_{общ.}$, нефтепродуктам, взвешенным веществам и фенолам. Наибольшие превышения наблюдаются по цветности, мутности, $Fe_{общ.}$ и взвешенным веществам в нижнем бьефе водохранилища и составляют 1,6, 8,1, 7,8 и 4,3 раза соответственно. Максимальные превышения – по нефтепродуктам и фенолам обнаружены в пробе № 4 и составляют 5,9 и 6,9 раза соответственно. Подобные превышения по некоторым показателям в водах нижнего бьефа водохранилища может указывать на дополнительный источник загрязнения вод, предположительно за счет сбросного канала (точка № 6). Также не исключено влияние стока загрязненных поверхностных вод с сельскохозяйственных территорий.

Таким образом, при изучении химического состава вод Беловского водохранилища были выявлены превышения ПДКрх по прозрачности, рН, БПК, ХПК, концентрации взвешенных веществ, NO_2 , NH_4 , PO_4 , Fe, Cu, Zn, Al^{3+} и формальдегидам, что негативно сказывается на рыбохозяйственной деятельности, организованной на данном водохранилище. Изучение динамики изменения химического состава в течение 2002–2008 года показало

закономерное уменьшение концентрации исследуемых компонентов по мере простираания водохранилища от верхнего бьефа к нижнему.

Литература

1. Дьяченко А.В., Кирилов В.В., Черных Д.В. Экологические основы управления комплексным использованием Беловского водохранилища // Ползуновский вестник. – Барнаул, 2005. – №4. – С. 236 – 246.
2. Казьмин С.П., Климов О.В., Матвеева Ю.В. Геоэкологическое состояние береговой зоны и акватории Беловского водохранилища // Вестник Воронежского государственного университета. Серия «География. Геоэкология». – Воронеж, 2011. – №2. – С. 139 – 147.
3. Кононова Ю.А. Химический состав вод Беловского водохранилища (Кузбасс) // Проблемы геологии и освоения недр: труды XVII Международного симпозиума им. акад. М.А. Усова студентов и молодых ученых, посвященного 150-летию со дня рождения академика В.А. Обручева и 130-летию академика М.А. Усова, основателей Сибирской горно-геологической школы. – Томск, ТПУ, 1 – 6 апр. 2013. – Томск: Изд. ТПУ, 2013. – Т. 1. – С. 548 – 550.
4. Приказ Росрыболовства от 18.01.2010 № 20 «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения». – М.: 2010 – 214 с.
5. Морфометрические особенности, состояние и режим водоохранной зоны Беловского водохранилища в 2011 г. – Новосибирск: СибНИГМИ, 2011 г.

О ГИДРОХИМИЧЕСКОЙ ЗОНАЛЬНОСТИ ОЗЕРНЫХ ВОДОЕМОВ

Н.А. Курлянов

Научный руководитель доцент Р.Х. Мусин

Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань, Россия

Озерные водоемы пользуются чрезвычайно широким распространением. Объем озерных вод превышает объем речных вод и совместно с водами водохранилищ и болот составляет 290 тыс. км³ или 0,02 % от объема земной гидросферы [2]. Характерной особенностью озерных водоемов является проявление вертикальной зональности, выражающейся закономерным поведением температуры, растворенного кислорода, окислительно-восстановительного потенциала и некоторых других параметров [1].

Автором в летний период 2013 г. изучена вертикальная температурная и гидрохимическая зональность семи озер Приказанского района. Этот район охватывает площадь г. Казани и прилегающих к ней территорий. Особенности геологического строения определяются приуроченностью района к палео- и современной долинам Волги, выполненным мощной (до 200 м) толщей песчано-глинистых плиоцен-четвертичных отложений, вложенных в сульфатно-терригенно-карбонатные образования средней перми (казанский и уржумский ярусы). Приказанский район характеризуется широким развитием озер, обладающих варьирующими размерами, характером использования, уровнем техногенной нагрузки, источниками питания, показателями биологической продуктивности и т.д.

Первичное опробование некоторых озер было проведено в 2012 г. Основные результаты этих работ, а также гидрогеологические условия территории, морфометрические и другие характеристики озер были изложены ранее [3, 4]. Работы 2013 г. включали: определение глубин эхолотом Ficherman, температуры воздуха и водного зеркала цифровым термометром ТЦЗ-МГ4.03, некоторых свойств и параметров состава воды на разных глубинных уровнях анализатором Aquameter (Великобритания) (температура, рН, Eh, мутность, растворенный кислород, электропроводность, минерализация, кроме этих параметров Aquameter фиксирует глубину погружения блока датчиков, величину атмосферного давления и GPS-координаты); разноглубинное гидрохимическое опробование с помощью пробоотборника ALSC-1001 с целью проведения сокращенного по [5] химического анализа воды и определения концентраций Fe, Mn, Ag, Pb, Zn, Cu, Ni на атомно-абсорбционном спектрометре ContrAA-700; а также опробование донных отложений батометром Паталаса и пробоотборником Бикера. Исследования велись по профилям, расстояние между которыми составляло 50 – 300 м, а расстояние между пикетами на профилях – 10 – 50 м. Количество профилей на озерах – от 4 до 22. Общее количество замеров глубины эхолотом – 395, параметров состава воды анализатором Aquameter – 472.

Основные результаты.

Изученные озера характеризуются варьирующим в широких пределах составом и минерализацией, что определяется, в первую очередь, характером их питания.

Подавляющая часть озер характеризуется ярко выраженной вертикальной зональностью. С увеличением глубины, максимальная глубина изученных озер 22 м, происходит снижение: температуры (в летний период с 23 – 270 °С в приповерхностной части до 4 – 60 °С в глубинной; все озера с глубиной более 5 – 6 м вне зависимости от преобладающего типа питания характеризуются такой низкой температурой, величины температурных градиентов – 0,8 – 4 С/м, термоклин фиксируется на глубинах 3 (4) – 6 (9) м); концентраций растворенного кислорода (с 8 – 12 до 0,5 – 2 мг/л); Eh (с +(50 – 200) до -170 мВ). В поведении других основных параметров – рН, минерализации, мутности – также отмечается тесная связь с глубиной и температурой, но она имеет индивидуальные черты. Поведение температуры, концентраций растворенного кислорода и значений Eh во всех озерах тесно скоррелировано с глубиной (коэффициенты парной корреляции – -(0,8–0,98) и не зависит от типа питания озер и их размеров, уровня техногенной нагрузки и других факторов, которые могут только немного влиять на верхнюю и нижнюю границы термо- и оксиклина.

Гидрогеоэкологическая обстановка в Приказанском районе не претерпела существенных изменений за последние 20 лет, что может быть связано как с кризисными явлениями в российской экономике, так и с введением многих жестких экологических требований и ограничений в области природопользования. Единственным негативным моментом является неуклонное уменьшение площади озер с атмосферным питанием, что связано с сокращением их водосборных площадей за счет автодорожного и др. типа строительства; кроме этого необходимо отметить практически повсеместно проявленное обогащение воды органическим веществом и свинцом, что свидетельствует о проявлении техногенного фактора в формировании состава озерных вод даже в заповедных местах и о том, что практически все озера подвержены эвтрофикации.

Портативные многопараметрические датчики состава воды типа Aquameter, оснащенные GPS-приемником и блоком памяти, удобны для проведения мониторинга природных вод, фиксации наиболее интересного уровня (места) гидрохимического опробования и оперативной локализации областей загрязнения.

Работа выполнена за счет средств субсидии, выделенной в рамках государственной поддержки Казанского (Приволжского) федерального университета в целях повышения его конкурентоспособности среди ведущих мировых научно-образовательных центров.

Литература

1. Биологический энциклопедический словарь: 2-е изд., исправл. – М.: Сов. Энциклопедия, 1986. – 536 с.
2. Всеволожский В. А. Основы гидрогеологии. – М.: Из-во МГУ, 2007. – 448 с.
3. Курлянов Н.А., Мусин Р.Х., Нуртдинова Г. М., Фаттахов Б. Ф. О гидрохимии природных вод одного из районов Татарстана // Комплексные проблемы гидрогеологии: тез. докл. науч. конференции. – СПб.: С.-Петербург. ун-т, 2013. – С. 105 – 108.
4. Курлянов Н.А., Нуртдинова Г.М., Фаттахов Б.Ф. Гидрогеохимия озер Приказанского района // Проблемы геологии и освоения недр: труды XVII Международного симпозиума имени академика М. А. Усова студентов и молодых ученых, в 2 т. – Томск : Изд-во ТПУ , 2013. – Т.1. – С. 554 – 555.
5. Отраслевой стандарт. Воды подземные. Классификация по химическому составу и температуре. – М.: ВСЕГИНГЕО, 1986. – 12 с.

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПРИРОДНЫХ ВОД РАЙОНА С. КОРНИЛОВО (ТОМСКАЯ ОБЛАСТЬ)

О.О. Левина

Научный руководитель профессор С.Л. Шварцев

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Корнилово – это село, расположенное в 7 км от г. Томска (рис.1). На исследуемой территории отсутствуют крупные промышленные предприятия, часть домов имеет центральное отопление, подведен газ. Вблизи села находятся дачи и мичуринские участки.

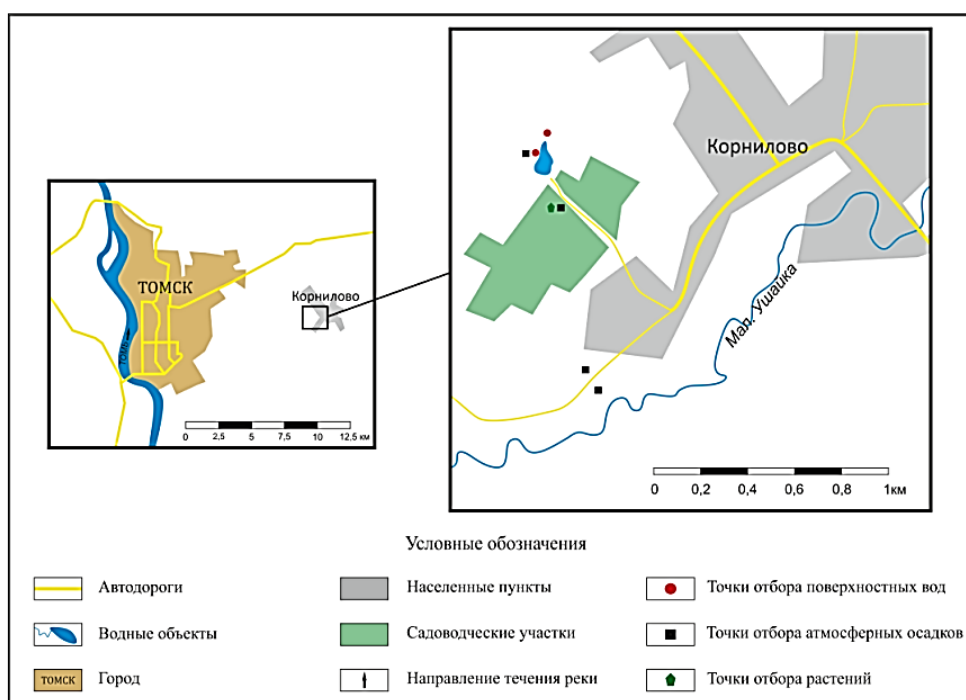


Рис.1 Карта-схема изучаемой территории

Целью данной работы является изучение химического состава атмосферных осадков (жидких и твердых), поверхностных вод, а также водного раствора растений. Актуальность и новизна заключается в системном подходе изучения природных вод в основных компонентах ландшафта изучаемой территории, включая воздушные массы, поверхностные и подземные воды, почву и биоту.

Отбор проб проводился автором в 2013 – 14 гг. в пределах исследуемого района (рис.1). Химический анализ атмосферных осадков и поверхностных вод выполнен в аккредитованной лаборатории НОЦ «Вода» НИ ТПУ, а растительного сока в химико-аналитическом центре «Плазма» г. Томска, масс-спектральным методом с индуктивно связанной плазмой.

Для удобства и наглядности химический состав отображен в виде формулы М.Г. Курлова (табл. 1).

Таблица 1

Химический состав природных вод в виде формулы Курлова

Наименование проб	Химический состав в виде формулы Курлова
Дождевые воды	$M_{0,014} \frac{HCO_3 88}{Ca 59 NH_4 21 Mg 11} pH 6,6 OЖ 0,11$
Снеговые воды	$M_{0,01} \frac{HCO_3 60 NO_3 16 SO_4 15}{Ca 73 NH_4 13} pH 5,3 OЖ 0,12$
Озеро	$M_{0,44} \frac{HCO_3 96}{Ca 78 Mg 12} pH 8,2 OЖ 5,1$
Ручей	$M_{0,44} \frac{HCO_3 96}{Ca 80 Mg 12} pH 8,2 OЖ 5,2$

Дождевые воды были отобраны в конце сентября 2013 г., являются ультрапресными, гидрокарбонатными кальциевыми, нейтральными, очень мягкие. Снег отбирался в марте 2014 г. в 4 точках исследуемой территории в соответствии с РД 52.04.186-89 «Руководство по контролю загрязнения атмосферы», с помощью полипропиленовой трубы с диаметром 10 см, на внешней поверхности которой были нанесены деления для измерения высоты снежного покрова. В намеченных точках пробоотбора в зависимости от глубины покрова отбиралось 4 – 7 кернов снега. Эти воды, благодаря усредненному химическому составу, характеризуется как ультрапресные, гидрокарбонатные кальциевые, слабокислые, очень мягкие.

Также в конце октября 2013 г. были отобраны пробы поверхностных вод: озера вблизи садоводческих участков и ручья, впадающего в него. Следует отметить, что с помощью насосной станции из этого водоема вода поступает на дачные участки преимущественно для полива и других бытовых нужд. Из таблицы 1, следует, что воды озера и ручья умеренно пресные, гидрокарбонатные кальциевые, слабощелочные, умеренно жесткие. Поэтому можно сделать вывод, что данный водоем формируется преимущественно за счет мелких ручейков, питающихся грунтовыми водами.

При сравнении результатов химического анализа природных вод с ПДК [1, 3] для культурно-бытового водопользования, выявлено, что все пробы снеговых вод не отвечают требованиям нормативов по величине рН. А те пробы снега, которые были отобраны вблизи дороги, имеют превышения по концентрации ртути в 2,2 – 2,6 раз.

Однако при сопоставлении этих же результатов с ПДК [2] для водных объектов рыбохозяйственного значения в дождевых водах зафиксировано превышение по величине иона аммония в 1,14 раз, цинка в 30 раз, меди в 1,9 раз. Пробы из озера и ручья не отвечают нормативу по железу (2,2 – 2,7 раз), цинку (5 – 13 раз), БПК₅ (1,08 – 1,4 раз). При этом воды озера имеют превышения по величине меди в 2,7 раз, а воды из ручья – по концентрации марганца в 4,5 раз. В изученных снеговых водах превышены нормы цинка от 3,9 до 17,5 раз, а в тех пробах, которые отобраны вблизи дороги – по меди в 1,45 – 2,5 раз. Также имеется единичное превышение по величине иона аммония в 1,8 раз.

В качестве водного раствора растений исследован сок Звездчатки средней (*Stellaria media*), известной также под названием мокрица. Получен в октябре 2013 г. с участка исследуемой территории (рис.1). Согласно результатам химического анализа, преобладающим катионом является калий, его концентрация составляет 5220 мг/л. Также накапливаются фосфор, магний, натрий, железо, цинк, концентрации которых представлены в табл. 2.

В итоге, можно сделать вывод, что основным катионом в атмосферных осадках и поверхностных водах района с. Корнилово является кальций, а в растениях данное вещество имеет наименьшую концентрацию в данной группе, максимальное содержание имеет калий. Также для исследуемого растения характерно накопление многих компонентов, в том числе и тяжелых металлов.

Основная часть макроэлементов, Fe, Si и Mn в поверхностных вод формируются за счет подземного питания, однако, если первые накапливаются в водах, то марганец «расходуется» в процессе жизнедеятельности водорослей. Источниками нитратов, иона аммония, Cu и Zn в поверхностных водах являются атмосферные осадки, которые имеют более высокие концентрации, вследствие, загрязнения атмосферы. Это хорошо видно на примере проб снега, которые были отобраны вблизи дороги. Данные воды имеют повышенные значения тяжелых металлов (Hg, Cu, Zn, Pb) по сравнению со снежным покровом, апробированным вдали от источника загрязнения.

Таблица 2

Концентрация химических веществ в соке Звездчатки средней

Элемент	Концентрация, мг/л
К	5220
Mg	502
P	419
Na	97,3
Ca	6,12
Fe	3,88
Zn	3,33
Br	2,27
Mn	1,67
Cu	0,35
Al	0,26
Cr	0,16
Ba	0,12
Mo	0,11
Cd	0,0069
Hg	0,00023
Pb	0,00021

Для наглядного сравнения количественного распределения катионов (Ca, Mg, Na, K) в природных водах была построена диаграмма (рис.2) процентного вклада значения концентрации каждого элемента в их общую сумму.

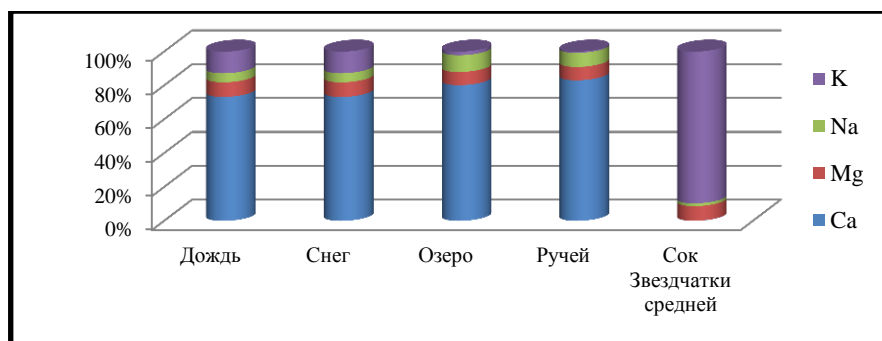


Рис. 2. Процентный вклад значения концентрации каждого вещества, в мг/л, в общую сумму

Литература

1. Гигиенические нормативы ГН 2.1.5.1315-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования». – М., 2003. – 93 с.
2. Приказ Росрыболовства от 18.01.2010 № 20 «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения». – М., 2010. – 214 с.
3. Санитарные нормы и правила СанПиН 2.1.5.980-00 «Гигиенические требования к охране поверхностных вод». – М., 2000. – 11 с.

ГИДРОГЕОХИМИЯ НЕФТЕГАЗОНОСНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ БАЙКИТСКОЙ АНТЕКЛИЗЫ

С.В. Ляпунов

Научный руководитель зав.лаборатории Д.А. Новиков

Новосибирский государственный университет, г. Новосибирск, Россия

Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А.Трофимука, г. Новосибирск, Россия

Байкитская антеклизала расположена в западной части Сибирской платформы. Согласно данным нефтегазогеологического районирования Сибирской платформы район исследования относится к Байкитской нефтегазоносной области (НГО) Лено-Тунгусской нефтегазоносной провинции (НГП). В составе Байкитской НГО выделено 4 зоны нефтегазонакопления: Юрубчено-Тохомская (ЮТЗ), Оморинская, Вайвидинская и Таимбинская. Открыты ряд газоконденсатнонефтяных месторождений: Юрубчено-Тохомское, Курумбинское, Терское, Камовское, Оморинское. [1,5]

В связи с запуском нефтепровода Восточная Сибирь – Тихий океан и выходом российской нефти на рынки Азиатско-Тихоокеанского региона возникла острая необходимость в заполнении сырьем этого

трубопровода. Поэтому ведется активная разведка и ввод в эксплуатацию месторождений Восточной Сибири. На 2016 год намечено начало промышленной эксплуатации Юрубчено-Тохомского месторождения. В связи с крайне сложным геологическим строением изучаемого района гидрогеологические исследования данной территории в настоящий момент актуальны.

Разрез Байкитской антеклизы представлен породами кристаллического фундамента и осадочного чехла. Осадочный чехол разделяется на два структурных яруса: рифейский и венд-фанерозойский. Район исследования характеризуется складчато-блоковым строением, наличием огромного количества разрывных нарушений разной амплитуды, обширным распространением интрузивных траппов [5]. Отмечается широкое развитие соленосных отложений кембрия, которые оказывают влияние на термобарические условия, гидродинамический режим и состав рассолов.

В соответствии с общепринятой геолого-гидрогеологической стратификацией западной части Сибирской платформы выделено 3 формации: надсолевая, соленосная и подсолевая [2, 7]. Надсолевая формация включает в себя отложения верхнего кембрия (эвенкийская, литвинцевская и верхняя часть ангарской свиты) и в гидродинамическом отношении представляет собой зону активного и замедленного водообмена. В ней распространены подземные воды от пресных гидрокарбонатных кальциевых до слабосолевых (с общей минерализацией от 67 до 147 г/дм³) хлоридного натриевого типа. Инфильтрогенные исходно относительно маломинерализованные воды, характерные для зон активного водообмена, приобретают рассольную минерализацию, главным образом, вследствие растворения и выщелачивания солей в подошве надсолевой гидрогеологической формации [3, 4, 7].

Соленосная гидрогеологическая формация охватывает отложения нижнего-среднего кембрия (ангарская, бельская, булайская, усольская свиты), для которых характерно наличие мощных соленосных толщ сложного строения. Этим обусловлена гидродинамическая изоляция водоносных горизонтов кембрия и рифея, а также высокая степень метаморфизации рассолов данной формации. Общая минерализация подземных вод в пределах формации изменяется от 243 до 463 г/дм³. Выявлено 3 химических типа вод: хлоридный натриевый, хлоридный кальциевый, хлоридный кальций – натриевый. Прослеживается тесная связь состава вод с минерализацией. Для вод с минерализацией ниже 300 г/дм³ практически все рассолы имеют хлоридный натриевый состав. В интервале минерализации 300-400 г/дм³ встречаются воды хлоридного натриевого, хлоридного кальциево-натриевого, хлоридного кальциевого состава. При значениях минерализации выше 400 г/дм³ все рассолы хлоридного кальциевого состава. Выявлена тенденция роста общей минерализации с глубиной.

Подсолевая гидрогеологическая формация представлена породами венда и рифея. Для подсолевой формации, также как и для соленосной, характерен застойный гидродинамический режим. Распространены рассолы с минерализацией от 116 до 386 г/дм³. Выявлено 5 химических типов рассолов: хлоридный натриевый, хлоридный кальциевый, хлоридный кальций – натриевый, хлоридный натрий - кальциевый и хлоридный натрий – магниевый. Анализ связи минерализации и состава подземных вод позволил установить, что при значениях минерализации ниже 230 г/дм³ преобладают рассолы хлоридного натрия - кальциевого состава, реже встречаются рассолы хлоридного натрия – магниевые. При минерализации выше 230 г/дм³ в равной степени прослеживаются 4 типа вод: хлоридный натриевый, хлоридный кальциевый, хлоридный кальций – натриевый, хлоридный натрий – кальциевый.

С целью установления происхождения и оценки степени метаморфизации исследуемых подземных вод были выбраны отношения Cl/Br, rNa+rK/rCl, Ca/Cl, Mg/Cl. Генетический тип и степень метаморфизации рассолов Байкитской НГО рассмотрены в сравнении с подземными водами пермского и триасового водоносных комплексов Анабаро-Хатангской седловины (АХС). Рассолы отложений триаса АХС по генетическому типу представляют собой рассолы выщелачивания соляных диапиров. Воды пермского водоносного комплекса также представляют собой рассолы выщелачивания, но в отличие от вод триаса, находятся вне зоны контакта с соляным диапиром, что отражается более низкими значениями минерализации [6]. По мнению ряда исследователей, рассолы соленосной формации Сибирской платформы седиментогенного происхождения [8], что отчетливо прослеживается по генетическим коэффициентам Cl/Br, rNa+rK/rCl (рис. а, б). Пластовые воды надсолевой формации по происхождению близки рассолам пермского водоносного комплекса АХС, что убедительно показывают генетические коэффициенты и значения минерализации (рис. а, б). Рассолы подсолевой формации, также как и рассолы триасового водоносного комплекса АХС, по величине минерализации находятся в интервале 150 – 300 г/дм³, однако в меньшей степени обогащены натрием, и в большей степени кальцием (рис. б, в). По величине отношений Cl/Br, rNa+rK/rCl воды подсолевой формации занимают промежуточное положение между кембрийскими седиментационными рассолами и рассолами выщелачивания надсолевой формации (рис. а, б).

Анализ степени метаморфизации исследуемых вод позволил установить, что по кальциевому направлению самыми метаморфизованными являются воды соленосной формации, наименее преобразованы рассолы Анабаро-Хатангской седловины и надсолевой формации Байкитской антеклизы, рифейские рассолы занимают промежуточное положение (рис.1 в). Установлено, что наиболее метаморфизована по магниевому направлению группа рифейских рассолов (рис.1 в). В меньшей степени преобразованы по магниевому направлению воды АХС и надсолевые воды Байкитской НГО, промежуточное положение занимают рассолы подсолевой и соленосной формаций. Таким образом, подземные воды надсолевой формации представлены рассолами выщелачивания с низкой степенью метаморфизации по кальциевому и магниевому направлениям. Высокометаморфизованные рассолы соленосной формации представляют собой остатки маточных рассолов древних (нижнекембрийских) солеродных бассейнов [8]. Подземные воды подсолевой формации по величине генетических коэффициентов и степени преобразованности занимают промежуточное положение и имеют

сложный генезис. В формировании их состава участвовали талассогенные рассолы древнего солеродного бассейна, древнеинфильтрационные воды, попадавшие в бассейн осадконакопления в ходе предвендского и более поздних размывов. Кроме того, на формирование состава подземных вод огромное влияние оказывали процессы взаимодействия «вода-порода».

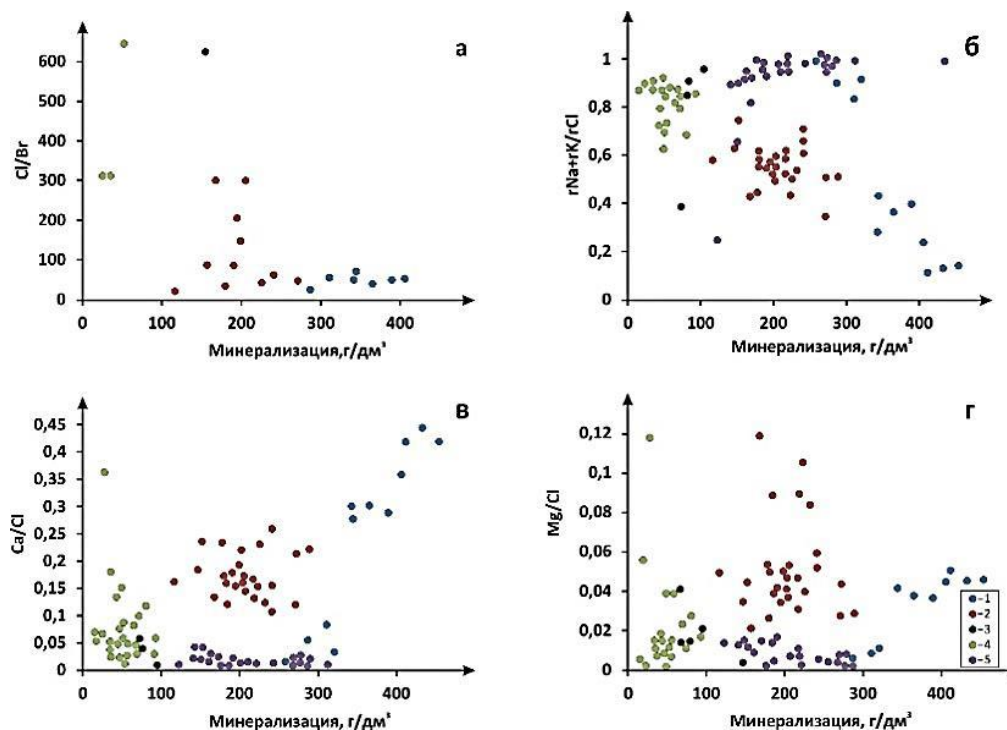


Рис. Зависимости соотношений Cl/Br , $rNa+rK/rCl$, Ca/Cl , Mg/Cl от величины общей минерализации: а) Cl/Br , б) $rNa+rK/rCl$, в) Ca/Cl , г) Mg/Cl . Цифрами обозначены рассолы Байкитской антеклизы: 1 – солесная формация, 2 – подсолесная, 3 – надсолесная; и Анабаро-Хатангской седловины: 4 – триасовый водоносный комплекс, 5 – пермский водоносный комплекс.

Заключение.

В исследуемом районе установлен сложный тип вертикальной гидрогеохимической зональности: в солесной формации установлен тренд роста минерализации с глубиной, в надсолесной и подсолесной зональности не выявлено. Выявлено 5 химических типов рассолов: хлоридный натриевый, хлоридный кальциевый, хлоридный кальций – натриевый, хлоридный натрий – кальциевый и хлоридный натрий – магниевый. В надсолесной формации распространен хлоридный натриевый тип вод, в солесной – хлоридный натриевый, хлоридный кальциевый, хлоридный кальций – натриевый, в подсолесной формации выявлены все 5 типов вод. По происхождению подземные воды надсолесной формации относятся к рассолам выщелачивания, высокометаморфизованные рассолы солесной формации имеют седиментационное происхождение, воды подсолесной формации представляют собой воды смешанного генезиса.

Литература

1. Анциферов А. С., Бакин В.Е., Варламов И.П. и др. Геология нефти и газа Сибирской платформы // Под ред. Конторовича А. Э., Суркова В.С., Трофимука А.А. – М.: Недра, 1981. – 552 с.
2. Букаты М.Б. Гидрогеологическое строение западной части Сибирской платформы (в связи с поисками, разведкой и разработкой месторождений нефти и газа) // Геология и геофизика. – Новосибирск, 2009. – Т. 50. – № 11. – С. 1201–1217.
3. Букаты М.Б. Формирование крепких подземных рассолов Сибирской платформы // Фундаментальные проблемы нефтегазовой гидрогеологии. – М.: ГЕОС, 2005. – С. 39–43.
4. Вожов В.И. Подземные воды Тунгусского бассейна. – М.: Недра, 1977. – 80 с.
5. Конторович А.Э., Изосимова А.Н., Конторович А.А. и др. Геологическое строение и условия формирования гигантской Юрубчено-Тохомской зоны нефтегазонакопления в верхнем протерозое Сибирской платформы // Геология и геофизика. – Новосибирск, 1996. – Т. 37. – № 8. С. 166 – 195.
6. Новиков Д.А., Сухорукова А.Ф. Подземные воды криолитозоны Анабаро-Хатангской седловины // Подземная гидросфера: Материалы Всероссийского совещания по подземным водам востока России, Иркутск - ИЗК СО РАН – 2012. – С. 355 – 359.
7. Пиннекер Е.В. Рассолы Ангаро-Ленского бассейна (закономерности размещения, состав, динамика, формирование и использование). – М., Наука, 1966. – 332 с.
8. Шварцев С.Л. Загадки самых крепких рассолов нашей планеты // Российская наука: день нынешний и день грядущий. – 1999. – М.: Академия, 1999. – С. 366–378.

**ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ И РАЗВИТИЯ РУСЛОВЫХ ДЕФОРМАЦИЙ
РЕКИ ЧУЛЫМ В ПРЕДЕЛАХ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ**

Ю.А. Моисеева

Научный руководитель доцент М.В. Решетько

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Деформации речных русел, особенно вблизи населенных пунктов, приводят к неблагоприятным последствиям, что определяет актуальность исследования русловых процессов и условий их развития. В частности в данной статье рассмотрены условия развития русловых деформаций реки Чулым – притока Оби.

Наибольшую активность гравитационно-эрозионные процессы в долине данной реки проявляются у с. Первомайское, с. Зырянское, п. Комсомольск, где значения средней скорости переработки берегов по данным Томскгеомониторинга составят около 2,5-5 м/год, достигая на отдельных участках 10 м/год. В районе с. Зырянское согласно с [6] разрушение берега в результате гравитационно-эрозионных процессов происходит в плотно застроенной селитебной зоне, в которой также расположен Зырянский хлебоприемный пункт (ХПП). В результате развития процессов несколько жилых домов, а также склады ХПП оказались вблизи разрушающегося берегового уступа, некоторые – в непосредственной зоне обрушения. Минимальное расстояние от бровки берегового склона до полотна автодороги Зырянское-Причулымск достигло 3,0 м. В целом за 2012 г оказалось разрушено 4940 м² территории села. В с. Первомайское, являющимся районным центром одноименного района и расположенном на правом берегу р. Чулым, интенсивно разрушаются отложения поймы. Скорость смещения бровки берега в результате береговой эрозии, обвально-осыпных процессов в 2012 г. заметно увеличилась, достигая 6,0 м/г., в среднем 3,4 м/г.

Условиями развития экзогенных геологических процессов Среднего Приобья исследовались многими авторами: учеными ТГУ, ТПУ, сотрудниками Томской геологоразведочной экспедиции, территориального центра Томскгеомониторинг и др. Изучением деформациями русла р. Чулым занимались А.О. Крутовский, Егоров Б.А., Вершинин Д.А., Ю.И. Каменсков [2,3] и др. В их работах приводятся сведения о характеристиках размыва берегов и разрушении населенных пунктов, прогнозы береговых деформаций, анализируются факторы руслового процесса. Наблюдения А.А. Земцова, Н.М. Карасева, А.О. Крутовского и других ученых на примере реки Чулым показали, что залесенность берегов не препятствует плановой деформации, а при определенных условиях может даже интенсифицировать процесс [6].

Главными причинами этих негативных геологических процессов в исследуемом районе являются особенности руслового процесса р. Чулым, литология берега, сложенного преимущественно легкоразмываемыми песчаными отложениями [6]. Кроме того, важнейшими факторами являются метеорологические и гидрологические условия (атмосферные осадки, температура воздуха, скорость ветра, уровни грунтовых вод, расходы водотоков и т.п.).

Начальном этапе исследований является изучение метеорологических условий. В работе проведен статистический анализ данных климатических параметров, материалами которых послужили специализированные массивы месячных данных [5] температуры воздуха, атмосферного давления, количества атмосферных осадков и упругости водяного пара метеостанции с. Первомайское за период с 1965 по 2013 гг. В пределах Томской области на реке Чулым в настоящее время единственная действующая метеостанция расположена в с. Первомайское.

Методика статистических исследований заключалась в следующем: все ряды данных были проверены на однородность с помощью теста Аббе [7], а проверка на наличие тренда производилась с помощью критерия инверсий [1] при уровне значимости $\alpha=0,05$.

В ходе работы выявлены тренды для рядов среднегодовых данных температуры воздуха в такие месяцы, как февраль, март, май, октябрь, ноябрь и упругости водяного пара во все месяца кроме декабря и января и для среднегодовых данных (наблюдается повышение величин), а для данных средней скорости ветра тренд статистически доказан и направлен на уменьшение по всем месяцам и для ряда среднегодовых значений (рис. 1). Полученные результаты по скорости ветра могут быть не достаточно точны из-за расположения метеоплощадки, вокруг которой на незначительном расстоянии растут несколько рядов деревьев, что может сильно повлиять на полученные данные за период почти 50 лет, если в год основания (1965) на этом месте еще не было или были не значительной высоты деревья. Для давления и атмосферных осадков (положительный тренд наблюдается только в декабре месяце), тренд статистически не выявлен.

Однородными являются ряды среднегодовых данных только атмосферного давления, с уровнем значимости 0,05. Ряды температуры воздуха, средней скорости ветра и упругости водяного пара не однородны.

В результате проведенного статистического анализа данных выявлено повышение среднегодовой температуры воздуха на 1,95°C в период с 1940 по 2013 гг (Рис. 2) и увеличение упругости водяного пара в период с 1965 по 2013 гг. (Рис. 3) среднегодовых значений на 1 гПа.

При изучении изменений границ гидрологических сезонов датой, начиная с которой в исследуемом районе устанавливается период отрицательных температур считалась дата образования устойчивого снежного покрова, а за дату начала снеготаяния принималась дата перехода среднесуточной температуры воздуха через 0°C. Ряды данных установленного снежного покрова и начала снеготаяния являются однородными, тренд статистически не доказан.

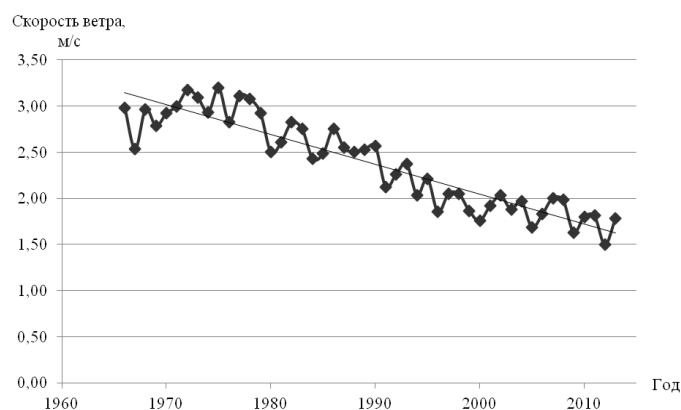


Рис. 1. Временной ход за год средней скорости ветра с. Первомайское с линейным трендом с 1965 по 2013гг.

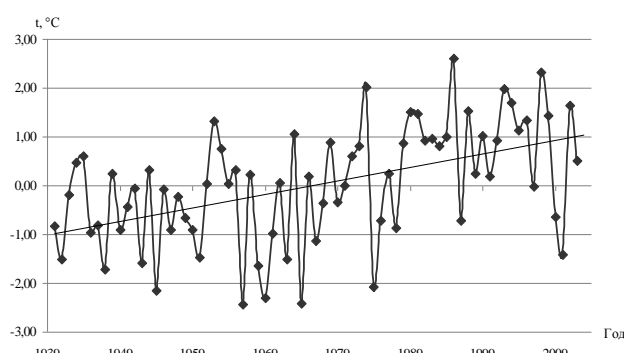


Рис. 2. Временной ход среднегодовой температуры воздуха с. Первомайское с линейным трендом, период 1940 - 2013 гг.

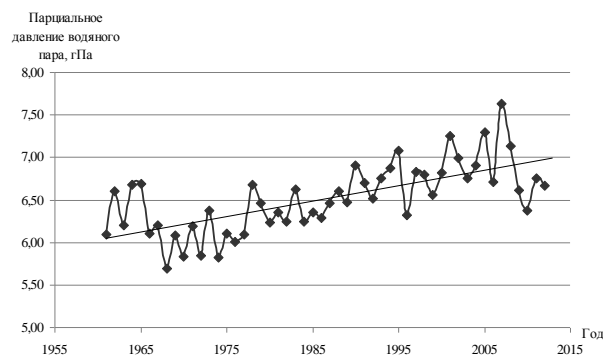


Рис. 3. Динамика изменений парциального давления водяного пара с. Первомайское за период с 1965 по 2013 гг.

В результате выявленных климатических изменений в районе с. Первомайское и изучения экзогенных геологических процессов, следующим этапом исследований будет анализ гидрологических характеристик р. Чулым и оценка влияния на них выявленных климатических изменений. И далее, изучение возможных последствий этих изменений на русловые деформации, так как главными факторами проявления негативных геологических процессов являются метеорологические и гидрологические условия. А также определение роли техногенной нагрузки на экзогенные геологические процессы.

Литература

1. Дж. Бендат, А. Пирсол Прикладной анализ случайных данных. 1989. – 546с.
2. Каменсков Ю.И. Плановые деформации русла в нижнем течении р. Чулым // Труды ЗапСибНИИ Госкомгидромета. 1981. Вып. 52. – С. 46–49.
3. Крутовский А.О., Лыготин В.А., Егоров Б.А., Вершинин Д.А. Исследование эрозионной деятельности р. Чулым у с. Зырянское // «III века горно-геологической службы России»: Тез. докл. рег. конф. геологов Сибири, Дальнего Востока и северо-востока Сибири 18–23 сентября 2000. – Томск, 2000. – С. 214–215.

4. Льготин В.А., Крутовский А.О., ТЦ Томсгеомониторинг «Природные факторы развития береговой эрозии на реках Томской области»
5. Российский гидрометеорологический портал [электронный ресурс]: официальный сайт/ <http://meteo.ru/>
6. Состоянии геологической среды (недр) на территории Сибирского федерального округа в 2012 г Информационный бюллетень, выпуск 9, ОАО «Томсгеомониторинг» – Томск: ОАО «СтандАрт», 2013. – 184 стр.
7. J. Rapp, Ch.-D. Schönwiese Atlas der Niederschlags- und Temperaturtrends in Deutschland 1891-1990 // Frankfurter Geowissenschaftliche Arbeiten: Serie B Meteorologie und Geophysik. – Frankfurt a. M., 1996. – Band 5. 255 s.

ГИДРОГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ АХАНГАРАНСКОЙ ДОЛИНЫ (РЕСПУБЛИКА УЗБЕКИСТАН)

Ю.А. Отакулова

Институт Гидрогеологии и инженерной геологии, г.Ташкент, Республика Узбекистан

Долина реки Ахангаран входит в состав Ташкентской области Республики Узбекистан и граничит с севера и северо-востока с западными отрогами Чаткала – Кураминского хребта, с юго-запада рекой Сырдарья, с северо-запада – долиной реки Чирчик. Территория отличается выгодным географическим положением, где локальными участками сосредоточены крупные промышленные предприятия, соседствуют районы орошаемого земледелия и пастбищного скотоводства. По Ахангаранской долине проходит основная Государственная транспортная магистраль в Ферганскую долину.

В пределах исследуемого участка грунтовые воды незащищены или слабо защищены от проникновения в них загрязняющих веществ с поверхности. Загрязнение тяжелыми металлами выклинивающихся подземных вод в районе Нишбашского и Джигиристанского горных отвалов создает определенную опасность для экологического состояния территории. На этих участках в пробах воды обнаружено превышение селена в 1,2 – 2 раза выше ПДК, а также других тяжелых металлов (железо, свинец, кадмий и др.) [3].

В гидродинамическом отношении к площадям с низкой защищенностью относятся прибортовые участки долины реки Ахангаран, включающие предгорную зону и междуречье ручьев Карабау и Дукент и как следствие – плохой разбавляющей способностью; грунтовые воды, приуроченные к отложениям современных долин реки Ахангаран, Карабаусая и Дукентсая, одновременно являются наиболее важными для хозяйственно-питьевого использования и характеризуются по степени гидродинамической защищенности как хорошо защищенные, так как они имеют большой ресурс разбавляющей способности.

В настоящее время в Ахангаранской промышленной зоне основными потенциальными источниками загрязняющих подземные воды являются штольневые разрезы, золотоизвлекательная фабрика, Нефтяной терминал, Подземгаз и др.

В пределах Ахангаранской промзоны, в особенности города Ангрена, выявлено загрязнение подземных вод тяжелыми металлами. Сформировавшиеся ореолы загрязнения развиты практически во всех промышленных зонах исследуемого района (ореол марганцевого загрязнения – поселок Саглан; ореол алюминиевого и марганцевого загрязнения – от русла реки Ахангаран до аварийного отстойника золотоизвлекательной фабрики; и др.). Названные ореолы находятся на начальной стадии их формирования, вследствие чего их воздействие на гидрохимическое состояние подземных вод до конца ещё не проявилось.

По степени опасности загрязнения отдельными компонентами согласно узбекского стандарта качества 950÷2000 “Вода питьевая” – компоненты хлора, сульфаты, нитраты и нитриты относятся к третьему классу опасности и из тяжелых элементов согласно с табл. 1, СанПиН ув 30-88 (Санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнения, М – 1988). К первому классу опасности относятся – бериллий; ко второму – алюминий, мышьяк, молибден, свинец, селен, кадмий, сурьма, стронций содержание которых контролируется стандартом 950÷2000. К третьему классу опасности относится марганец, медь, цинк которые воздействует на органолептические показатели качества подземных вод.

В районе г. Ангрена на участке от Семгрансая до створа Кандырса на левобережье бассейна, где расположены гидростойники Ангренского АО «Уголь» рудник Семгран, наблюдаются повышенные значения минерализации и общей жесткости подземных вод. На этом участке величина минерализации изменялись от 532 – 866 мг/л (Кандырсай) до 1100 – 1450 мг/л (Аблыкский створ) при общей жесткости соответственно от 7,5 – 9,5 мг-экв/л до 13,0 – 16,8 мг-экв/л. Суммарный показатель загрязнения здесь составляет от 1,22 до 5,62 [1].

Ухудшение качества подземных вод здесь связано с инфильтрацией грязных вод из под отвалов гидроотстойников АО «Уголь», а также стока загрязненных поверхностных вод из Семгрансая и Гушсая, куда сбрасываются рудничные воды (водоотлив со штольневых горизонтов рудников Семгран и Кочбулак).

Поэтому поверхностные воды Семгрансая ниже расположения рудника имеют минерализацию от 2,28 г/л до 4,7 г/л при общей жесткости от 27,75 мг-экв/л до 51,75 мг-экв/л с содержанием сульфатов от 1467 мг/л до 2963 мг/л, а в створе Аблык после смешения с водами дренирующимися из гидроотстойников АО «Уголь» минерализация снижается до 1100 – 1500 мг/л, общая жесткость до 11,1 мг-экв/л [1]. По данным обследования в рудничных водах, сбрасывающих в Семгрансая и Гушсая не обнаружено содержание металлов превышающих ПДК.

В центральной части участка в черте г. Ангрен, где расположены золо-шлако отвалы Ангренской тепловой электростанции эпизодически отмечается загрязнение подземных вод марганцем до 65 ПДК, селеном 280 ПДК.

Начиная с 2009 г начато наблюдение за загрязнением подземных вод нефтепродуктами за счет Ангренского нефтяного терминала, пробурив одну скважину между Черметом и Ангренской ТЭС. По данным этой скважины отмечено содержание нефтепродуктов 0,148 мг/л в период вегетации.

Второй участок загрязнения подземных вод наблюдается от села Шамат до города Алмалыка (левая прибортовая часть долины реки Ахангаран, в пределах южной части площадей водозаборов: Карахтайский площадной, «Сартамгалы», «Ташский питьевой», «Куст-38»). Здесь за период в 3 года общая жесткость изменялась от 8,5 – 12,8 до 14,0 – 25,3 мг-экв/л, при минерализации соответственно от 760 – 1084 мг/л до 1600 – 2348 мг/л [2].

Неблагоприятной в экологическом отношении считалась территория в пределах Геджигенской ветви долины р. Ахангаран, где расположены промплощадки, отвалы фосфогипса, свалки промышленных отходов (медные шлакоотвалы), хвосты медно обогатительной фабрики и сточные воды межрайонных очистных сооружений. Несмотря на это, здесь в последние годы отмечается улучшение экологической обстановки. Это можно объяснить увеличением мощности перехватывающего дренажного «Законтурного» водозабора и сокращением объема пульпы поступающий в хвостохранилище. Немаловажную роль играют также потери вод с промплощадок и магистральных водозаборов.

Эпизодически отмечен загрязнение подземных вод марганцем от 11 до 68 ПДК селеном до 280 ПДК по скважинам нескольким скважинам в районе отвалов фосфогипса АО «Аммофос».

В настоящее время в пределах долины реки Ахангаран сформировался ореол загрязнения подземных вод, который распространился по направлению движения потока, что наносит огромный вред не только территории долины реки Ахангаран, но и прилегающим участкам.

В связи с тем, что пресные подземные воды являются основным источником питьевого водоснабжения в данном регионе, необходимо разработать мероприятия по восстановлению их качества до уровня соответствующего государственному стандарту. Соблюдение гигиенических требований и контроль за качеством должен осуществляться путем широкого использования водоохраных мероприятий. Главная задача природоохранных мероприятий территории – создание безотходных технологий, а также строительство новых и повышение эффективности работы действующих очистных сооружений. Вместе с этим необходимо организовать контроль за количеством как хозяйственно-питьевых, так и сточных вод. Непрерывное информирование органов налоговой инспекции, хокимията и комитета по охране природы усилит персональную ответственность за перерасход воды, особенно питьевого качества и за сбор сточных вод с промышленных объектов в открытые поверхностные водотоки. При этом вода должна рассматриваться не только с экологической точки зрения как среда обитания, но и как полезное ископаемое, добыча и очистка которого сопряжены со значительными материальными и энергетическими затратами.

Для предотвращения загрязнения подземных вод, распространенных в пределах изучаемой территории необходимо ликвидировать источники загрязнения и организовать перехват загрязненных вод для решения вопроса технического водоснабжения промышленных зон, и сокращения загрязнения подземных вод за ее пределы.

Вышеприведенные рекомендации позволяют определить постановку дальнейших более детальных геоэкологических исследований с целью предупреждения негативных экологических последствий техногенеза и дальнейшего развития ореолов загрязнения с целью обеспечения населения качественной питьевой водой как в настоящем, так и для будущих поколений.

Литература

1. Мирзаев С.Ш. Запасы подземных вод Узбекистана. – Ташкент: Фан. – 1974. – 63 с.
2. Нурадилов А.Н. Проведение эколого-гидрогеологических и инженерногеологических исследований и картографирование на территории Ангренской промзоны и г. Ангрена в его перспективных границах на 2007 – 2012 г. – Ташкент, 2012. – 210 с.
3. Хасанов А.С., Арипов К.М. Гидрохимический и гидродинамический режим грунтовых вод Узбекистана. – Ташкент: Фан. – 1983. – 74 с.

ХАРАКТЕРИСТИКА ГИДРОГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ Г.ТАШТАГОЛА

Т.А. Павловец

Научный руководитель старший преподаватель А.Н. Никитенков

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Современная экология – это наука, познающая основы устойчивости жизни на всех уровнях ее организации. Экология является научной основой грамотных взаимоотношений общества и природы, рационального использования природных богатств, и тем самым – поддержания на Земле человечества [1].

Изучение проблем экологии помогает людям научиться экологически мыслить, обрести экологическое самосознание, чувствовать себя ответственным за отношения Человека и Природы, оценивать причины неблагоприятной экологической обстановки и принимать меры для исправления экологических ошибок, а также тяжелых экологических болезней [3].

Понятие «качество городской среды» включает в себя много составляющих – обеспеченность жильем, учреждениями здравоохранения, культуры и просвещения, предприятиями сферы обслуживания и т.д., но одной

из важнейших составляющих является экологическая – обеспеченность чистым воздухом, водой, зелеными насаждениями; возможность восстановления сил в природном комплексе города [2].

Быстрыми темпами идет рост числа городов. Город является сложным формированием, созданным человеческой деятельностью. В нем на сравнительно небольшой площади соседствуют промышленные предприятия, множество автомобилей и массивы жилых домов. Город существенно изменяет все компоненты природной территории, на которой он расположен. Сильно изменена в городах речная сеть. Реки загрязняются сточными водами предприятий, бытовым мусором, грязным снегом [3].

Экспертами всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) установлено, что 80 % всех заболеваний в мире связано в той или иной степени с неудовлетворительным качеством питьевой воды и нарушением санитарно-гигиенических и экологических норм водообеспечения. И, чтобы сохранить здоровье всего живого на Земле, человечеству необходимо позаботиться о качестве потребляемой воды [4, 6].

Поэтому мы решили протестировать доступными способами экологическую обстановку города Таштагола, а именно степень загрязненности воды в р. Кондома.

По определению одного из ведущих экологов России Н.Ф. Реймерса [5], загрязнение окружающей среды – это привнесение в среду или возникновение в ней новых, обычно не характерных для нее факторов, приводящих к негативным последствиям.

Экспериментальная часть работы проводилась автором под руководством учителей Лысенко Н.Ф и Дубининой Л.П. в 2012 – 2013 г.

Изучение гидрогеоэкологической ситуации города Таштагола планируется провести на основе оценки состояния водных объектов.

Цель нашей работы – выявить и проанализировать показатели, характеризующие качество питьевой воды г. Таштагола и качество воды в реке Кондома за период 2012 – 2013 гг. Экспериментальная работа выполнялась в течении 2012 – 2013 гг. Объект исследования — водопроводная вода, вода реки Кондома с ее притоками.

Вода реки Кондома: №1 – река Малая Каменушка; №2 – река Кондома в районе Каменушки; №3 – река Кондома в районе 4 магазина; №4 – до Золотого моста; №5 – после Золотого моста; №6 – река Кондома в районе очистных сооружений; Водопровод: №7 – водопровод микрорайона ГРЭ; №8 – центральный водопровод.

Снег: №9 – ул. Пушкина; №10 – стадион, напротив котельной; №11 ул. Куйбышева; №12 п. Спасск.

Свою работу мы решили начать с оценки качества речной и водопроводной воды, а так же степени загрязнения снега.

В промышленном секторе практически ни одно производство не обходится без воды, где она выступает то как сырье, то как теплоноситель, то как транспортная система, то как промежуточный этап производства, то как растворитель и почти всегда как среда, удаляющая отходы.

Проблема водоснабжения и обеспечения водой городов с каждым годом обостряется все больше.

Неудовлетворительное санитарно-технологическое состояние водопроводных сооружений и сетей может являться причиной вторичного загрязнения питьевой воды. Длительное использование питьевой воды с нарушением санитарно-гигиенических требований по химическому составу обуславливает развитие различных заболеваний и патологий. По статистике ВОЗ (Всемирной организации здравоохранения), 80 % заболеваний в мире связано с потреблением воды недостаточного качества.

Главным источником водоснабжения г. Таштагола является р. Кондома и её приток р. Тельбес.

Изучение степени загрязнения воды. Для исследования было взято шесть проб воды в разных участках реки Кондома, а также четыре пробы снега и две пробы водопроводной воды (рис.1). В качестве эталона использовалась дистиллированная вода.

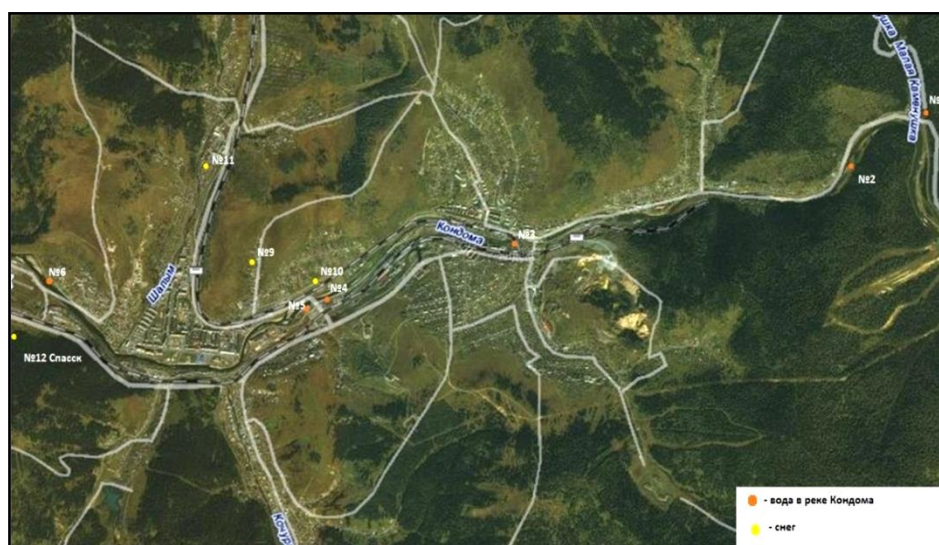


Рис. 1 Карта г. Таштагола с обозначением мест взятия проб воды и снега

Исследование цветности. В прозрачную стеклянную пробирку наливали исследуемую воду. Рассматривали ее на свету, определяли цвет (табл.1).

Исследование мутности. Мы взбалтывали воду и наливали ее в пробирку, чтобы высота воды была равна 10 см, рассматривали воду на свету, определяли уровень мутности.

Исследование прозрачности. На газету мы ставили градуированный цилиндр высотой 31 см с плоским дном и постепенно наливали исследуемую воду, следя за четкостью различения шрифта до тех пор, пока буквы станут плохо читаться. Высоту водяного столба в сантиметрах, сквозь который текст можно прочесть, считали значением прозрачности воды.

Исследование осадка. Мы рассматривали исследуемую воду на свету.

Определение pH. Лакмусовую бумажку опускали в исследуемую воду, клали на белую непромокаемую подложку и быстро сравнивали окраску лакмусовой бумажки со шкалой.

Таблица 1

Исследование цветности, мутности, прозрачности, осадков речной, водопроводной воды, и воды, полученной при таянии снега

Проба	Оценка результатов цветности	Оценка результатов мутности	Прозрачность (h = 30 см)	Вид осадка	pH
эталон	чистая прозрачная	Нет	30	нет	6
№1	чистая прозрачная	мутности нет	30	ничтожный, песчаный	5
№2	прозрачная	слабая мутность	30	заметный, хлопьевидный	7
№3	белесая	заметная мутность	30	незначительный, песчаный	8
№4	прозрачная	мутности нет	30	ничтожный, песчаный	7
№5	с зеленым оттенком	слабая мутность	20	заметный, хлопьевидный, песчаный	8
№6	мутная, с голубым оттенком	сильно мутная	25	большой, хлопьевидный	7
№7	кристально-прозрачная	мутности нет	30	нет	9
№8	белесая	Пузырьки	30	нет	8
№9	серо-черная	сильная мутность	5	большой, песчаный	8
№10	грязно-черная	заметная мутность	6	большой, песчаный, кристаллический	9
№11	серая	заметная мутность	8	заметный, песчаный	8
№12	белесая	слабая мутность	12	заметный, песчаный	6

На основе проведенных опытов, мы можем сказать, что близкими к эталону по цветности являются пробы №1 и №7. Наиболее далекими от эталона являются пробы №5, №6, №9, №10.

Мутность отсутствует у проб №1, №4, №7, №8. Сильная мутность – у проб №3, №6, №9, №10, №11.

Хорошей прозрачностью обладают пробы №1, №2, №3, №4, №7, №8. А пробы №9, №10, №11 далеки от эталона. Осадок наблюдается во всех пробах, кроме №7, №8, отобранных из водопровода.

Оптимальное значение pH 7.0 и 7.1 к ним относятся пробы №2, №4, №6. Щелочная реакция характерна для проб №1, №12. Кислотная реакция характерна для проб №3, №5, №7, №8, №9, №10, №11.

Определение запаха. В стеклянную, коническую колбу с пробкой наливали исследуемую воду до 2/3 объема и сильно встряхивали в закрытом состоянии. Открывали колбу и отмечали характер и интенсивность запаха (табл.2).

СанПиН 2.1.4.1074-01 допускает наличие запаха воды не более двух баллов.

Наибольшая интенсивность запаха наблюдается в пробах №5, №6, №9, №10, №12. Пробы с наименьшей интенсивностью или отсутствием запаха №1, №2, №3, №4, №11. Запах в основном химического происхождения.

Заключение

Исследование показало, что наибольшая загрязненность речной воды наблюдается в черте города от котельной до очистных сооружений. Это связано с промышленными стоками. Загрязнение снега связано с выбросами сажи от котельной и частного сектора. Так же можно сделать предположения о наличии других токсических веществ из-за увеличения загрязненности нефтепродуктами, фенолами, пестицидами, СПАВ в результате их смыва с прибрежных территорий. Водопроводная вода г. Таштагола соответствует требованиям СанПиН 2.1.4.1074-01.

Исходя из результатов и анализа данной работы, мы рекомендуем жителям г. Таштагола:

Стараться не употреблять «сырую» речную воду.

Стараться избегать купания в реке в черте города. Выбирать участки купания выше города по течению реки, либо ниже через 30км, так как происходит естественная биоочистка.

Стараться не использовать речную воду и воду таяния снега для бытовых нужд.

Таблица 2

Исследование запаха речной воды

Проба	Характеристика	Балл	Степень	Происхождение
эталон	нет	0	нет	нет
№1	обычно не замечается	1	очень слабый	растительное, водоросли.
№2	обычно не замечается	1	очень слабый	рыбный
№3	замечается потребителем	2	слабый	химический
№4	легко замечается потребителем	2	слабый	уксус
№5	легко замечается, заставляет воздержаться от питья	3	заметный	болото, гниль
№6	резко выражается, непригодна для питья	4	очень сильный	фекально-хозяйственный, гниловатый
№7	нет	0	нет	нет
№8	замечается	2	заметный	хлорка
№9	легко замечается	4	очень сильный	искусственно-естественное происхождение
№10	легко замечается	4	очень сильный	гарь, зола
№11	замечается	2	заметный	уголь
№12	слабо-заметный	3	заметный	уголь, гарь

Литература

1. Алексеев С.В., Груздева Н.В., Муравьев А.Г., Гущина Э.В. Практикум по экологии: Учебное пособие /под ред. С.В. Алексеева. – М.: АО МДС, 1996. – 192 с.
2. Миркин Б.М. Экология России / Б.М. Миркин, Л.Г. Наумова М.: Изд-во АОМДС, 1996. – 272 с.
3. Николаевская И. А. Благоустройство территорий: учеб. пособие. – 3-е изд., стереотип. – М.: Академия, 2007. – 272 с.
4. Радкевич В.А. Экология: Учебник. – 4-е изд., стер. – М.: Выш. шк., 1998. – 159 с.
5. Реймерс Н.Ф. Природопользование: словарь-справочник / Н.Ф. Реймерс. – М.: Мысль, 1990. – 638 с.
6. Ситаров В.А., Пустовойтов В.В. Социальная экология. – М.: Издательский центр «Академия», 2000. – 280 с.

МОНИТОРИНГ СОСТАВА ШАХТНЫХ ВОД ШАХТЫ КОМИССАРОВСКАЯ В ВОСТОЧНОМ ДОНБАССЕ
К.А. Панова

Научный руководитель профессор А.И. Гавришин
Южно-российский государственный технический университет, г. Новочеркасск, Россия

Длительное функционирование в Восточном Донбассе угледобывающего и углеперерабатывающего комплексов привело к многочисленным негативным последствиям в состоянии окружающей среды. Произошло интенсивное загрязнение поверхностных вод и атмосферы, изменение режима и баланса подземных вод, трансформация химического состава природных вод с образованием минерализованных шахтных вод.

Анализ [1 – 3] закономерностей формирования химического состава шахтных вод региона по результатам обобщения более 1000 анализов вод за столетний период (с 20-х годов прошлого столетия до 2013 г.) показал, что во все обследованные периоды выделено четыре главных направления изменения химического состава шахтных вод (с помощью G-метода многомерного классификационного моделирования) [3].

По первому гидрогеохимическому направлению формируются кислые сульфатные шахтные воды, значения pH опускается до 2,2, содержание SO_4^{2-} возрастает до 4,0 – 4,5, а минерализация – до 10 – 11 г/л; воды существенно обогащены Fe, Mn, Al, Cu и другими металлами. Происхождение данного направления связано с интенсивным развитием в горных выработках процессов окисления серы и сульфидов.

Второе направление изменения состава шахтных вод приводит к формированию хлоридно-сульфатных шахтных вод, происхождение которых связано, как с процессами окисления серы, так и с притоком хлоридных подземных вод при углублении горных выработок. В третьем гидрогеохимическом направлении еще больше усиливается роль хлоридных ионов, воды становятся сульфатно-хлоридными за счет притока хлоридных подземных вод на глубоких горизонтах отработки угольных пластов.

По четвертому направлению формируются оригинальные содовые шахтные воды с повышенным содержанием иона HCO_3^- и очень низкими – Ca^{2+} и Mg^{2+} . Происхождение этих оригинальных вод обусловлено притоком в шахты содовых подземных вод, которые связаны с испарительно-конденсационными процессами [2, 3].

Типичной шахтой, в которой формировались воды первого направления, является ш. Комиссаровская. Для этой шахты наиболее детально рассмотрена ситуация изменения химического состава шахтных вод (рис.) после ликвидации шахты. Шахта Комиссаровская расположена к востоку от г. Гуково, у поселка Лихой, запущена в эксплуатацию в 1946 году. Шахта отработывала пласт k_2n мощностью от 1 до 2 м с породными

прослоями. Разработка пласта велась системами с обрушением кровли и оставлением угольных целиков в выработанном пространстве. Глубина отработки составляла от 30 до 470 м. Ликвидация шахты «мокрым» способом, путем затопления выработанного пространства, начата в январе 1996 г. Шахта затоплена практически полностью через 3.5 года. В 2000 – 2001 гг. затопленные выработки дренировались самоизливающимися скважинами №8993 и №8994, с августа 2001 г. – скважиной №9083, а в конце 2009 г. была пробурена скв. №58 в балке Дубовая глубиной 45 м, которая вскрыла затопленный горизонт на отметке +93 м. Основной дренаж шахтных вод многие годы осуществлялся скважиной №9083, которая расположена на восточной окраине хутора Коммисаровский. Изливающаяся из скважин вода поступает в р. Лихую, активно ее загрязняя на многие километры.

На поле ш. Комиссаровская во время ее эксплуатации сложилась довольно типичная ситуация, характерная для шахтных вод Восточного Донбасса, когда развитие процессов окисления сульфидов привело к образованию умеренно кислых сульфатных вод не высокой минерализации. После ликвидации шахты «мокрым способом»

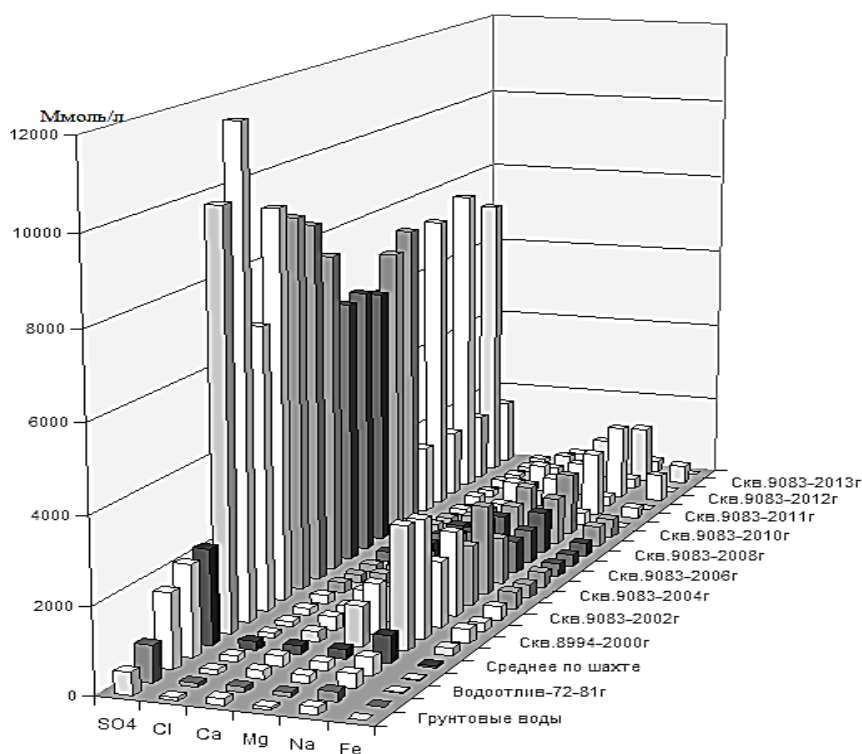


Рис. Химический состав шахтных вод до и после ликвидации ш. Комиссаровская

началось постепенное заполнение подземными водами природно-техногенного резервуара (выработанного и осушенного водоотливом пространства). Сооружение скважин №8993, №8994 и №9083 (для предотвращения подтопления хуторов Лихой и Комиссаровский) привело к тому, что из скважин стали вытекать воды аномально высокой минерализации (10 – 17 г/л), с очень большими содержаниями сульфат-иона (6 – 11 г/л), железа, марганца, алюминия и других компонентов. Такая ситуация явилась следствием развития процессов интенсивного окисления сульфидов и растворения ранее накопившихся в зоне выветривания сульфатов.

Из скважины №58, как и было предсказано ранее по геофизическим данным, начался излив умеренно минерализованных вод (минерализация в среднем 3 – 3.5 г/л). Но такая ситуация уже наблюдалась после бурения скважин №8993, №8994 и №9083, когда в начальный период изливались слабо минерализованные воды перешедшие в аномально минерализованные. В случае ликвидации скв. №9083, №8993 и №8994 в скважине №58 можно ожидать аналогичной ситуации; т.е. будет происходить рост минерализации и содержаний компонентов из-за интенсификации водообмена и усиления процессов окисления и выщелачивания. После сооружения скв. №58 изменился водный баланс затопленного техногенного горизонта шахты: выход шахтных вод на поверхность из скважин №9083, №3319 и по их за трубному пространству уменьшился более, чем в 2 раза и составляет около 35 м³/час, по новой скважине №58 расход составляет до 25 м³/час. Таким образом, общий расход шахтных вод, поступающих на поверхность, составляет порядка 60 м³/час.

Таким образом, в районе шахты Комиссаровская после её ликвидации и бурения водопонизительных скважин начали формироваться оригинальные высокоминерализованные сульфатные слабокислые воды, существенно обогащённые железом, алюминием, марганцем и другими металлами. Эти воды стали мощным

источником загрязнения, особенно вод реки Лихая и многих колодцев и скважин в домах хуторов Лихая, Комиссаров и др.

Бурение новой скважины №58 позволило существенно снизить минерализацию и содержания большинства компонентов, но при ликвидации скважин №8994 и особенно №8983 ситуация может резко измениться в существенного увеличения минерализации вод и содержания большинства компонентов.

Литература

1. Гавришин А.И., Корadini А., Мохов А.В., Бондарева Л.И. Формирование химического состава шахтных вод в Восточном Донбассе. Новочеркасск: ЮРГТУ (НПИ), 2003. – 187 с.
2. Гавришин А.И. Корadini А. Происхождение и закономерности формирования химического состава подземных и шахтных вод в Восточном Донбассе. // Водные ресурсы, 2009. – Т. 36, № 5. – С. 564 – 574.
3. Гавришин А.И. Количественный анализ природных и техногенных гидрогеохимических закономерностей.// Известия высших учебных заведений. Геология и разведка, 2012, №2. – С. 37 – 42.
4. Гавришин А.И., Нестерова В.М. Прогнозирование изменений химического состава шахтных вод шахты «Комиссаровская» в Восточном Донбассе. Мат. IX Международной науч.-практ. конф. «Проблемы геологии, планетологии, геоэкологии и рационального природопользования». Новочеркасск: изд. Лик, 2011. – С.155 – 160.

ХИМИЧЕСКИЙ И МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЙ СОСТАВ ВОД ПРОТОКИ СЕННАЯ КУРЬЯ

П.И. Петрова

Научный руководитель доцент Е.Ю. Пасечник

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Озера городских территорий и их водосборы находятся под влиянием различных антропогенных факторов. Любое изменение на водосборном бассейне в той или иной степени отражается на формировании поверхностного стока, а через него и на состоянии озерной экосистемы [5]. Активная хозяйственная деятельность человека в пределах урбанизированных территорий преобразует весь комплекс гидрологических, гидрохимических и гидробиологических процессов в водных экосистемах; вызывает химическое и тепловое загрязнение водоемов, увеличивает масштабы и темпы эвтрофирования, нарушает экологическое равновесие и процессы саморегулирования [4]. Водоемы с ярко выраженной эвтрофикацией и неблагоприятным санитарным состоянием становятся источниками инфекционных заболеваний. Подобные изменения также приводят к потере озерными системами эстетических свойств, что лишает жителей города мест отдыха, купания, рыболовства.

Водные объекты существенно влияют на рекреационную привлекательность города Томска. Приозерные территории города обладают высоким рекреационным потенциалом и могут использоваться для различных видов отдыха при проведении комплекса очистных мероприятий.

Цель работы: изучение химического и микробиологического состава вод протоки Сенная Курья.

Экологическое состояние протоки Сенная Курья можно оценить путем изучения физико-химических характеристик воды. Для решения данной задачи автором были отобраны пробы воды. Гидрохимический и микробиологический анализы проб воды, отобранных автором, выполнены в аккредитованной Проблемной научно-исследовательской лаборатории гидрогеохимии и микробиологии НОЦ "Вода" ИПР ТПУ. Также были использованы материалы (за 2012 – 2013 гг.) специализированной инспекции государственного экологического контроля и анализа (СИГЭКиА) ОГУ Областного комитета охраны окружающей среды и природных ресурсов Томской области (ОГУ «Облкомприрода»).

Таблица 1

Химический состав вод протоки Сенная Курья

Определяемая характеристика	ПДК _{культ-быт} , мг/л	Концентрация, мг/л					
		Дата отбора проб					
		11.05.12	02.07.12	30.10.12	22.01.13	20.05.13 (проба№1)	20.05.13 (проба№2)
Взвешенные вещества	0,75	9,6	26,9	<3,0	59,0	<5	9,44
pH	6,5–8,5	8,9	8,8	7,2	7,1	7,79	7,67
NH ₄ ⁺	1,5	0,22	6,1	1,63	2,32	0,22	0,16
SO ₄ ²⁻	500	<10,0	<10,0	34,1	19,0	13,3	13,65
NO ₂ ⁻	3,3	0,025	0,032	0,049	0,054	0,046	0,048
NO ₃ ⁻	45	39,1	0,36	1,45	1,46	3,59	3,49
Cl ⁻	350	7,9	11,9	13,6	11,7	11,2	10,64
PO ₄ ³⁻	3,5	<0,05	0,058	0,065	0,112	0,018	0,021
XПК	30	26,0	36,1	23,0	21,0	5,7	11,3
БПК ₅	4	8,8	12,3	7,6	7,8	1,42	2,07
Fe _{общ}	0,3	0,7	0,59	2,66	1,95	0,25	0,28
НП	0,3	0,019	0,023	0,034	0,026	0,036	0,036
Mn	0,1	–	–	–	–	0,183	0,209

По данным таблицы видно, что отмечается нарушение нормативов [1] по величине pH, в летний период значение увеличивается до 8,9, в остальное время pH находится в пределах нормы. Это связано с тем, что концентрация ионов водорода подвержена сезонным колебаниям: зимой – слабокислая или нейтральная, летом – нейтральная или слабощелочная.

Содержание аммоний-иона изменяется от 0,22 до 6,1, что значительно превышает ПДК. В июле превышение аммония составило 4 ПДК. В природных водах накапливается при растворении в воде газа – аммиака (NH_3), образующегося при биохимическом распаде азотсодержащих органических соединений. Присутствие в незагрязненных поверхностных водах ионов аммония связано главным образом с процессами биохимической деградации белковых веществ, дезаминирования аминокислот [2].

Качество вод характеризуется повышенным содержанием железа общего от 0,59 до 2,66, что составляет от 2 до 8,9 ПДК. Концентрация железа общего подвержена сезонным колебаниям. Значительное количество железа связано с содержанием большого количества органического вещества, а также с воздушным загрязнением.

В пробах наблюдается повышенное содержание марганца, его количество изменяется от 0,183 до 0,209 мг/л. Значительные количества марганца поступают в процессе разложения водных животных и растительных организмов, особенно сине-зеленых, диатомовых водорослей и высших водных растений.

Показателем органического загрязнения является величина БПК₅. В соответствии с [2] степень загрязнения водоема оценивается как грязные. Величина БПК₅ подвержена сезонному колебанию. Сезонные колебания зависят в основном от изменения температуры и от исходной концентрации растворенного кислорода.

Также в пробах наблюдается повышенное содержание взвешенных веществ. Взвешенные твердые вещества, присутствующие в природных водах, состоят из частиц глины, песка, ила, органических и неорганических веществ, планктона и различных микроорганизмов. Концентрация взвешенных частиц связана с сезонными факторами и режимом стока, зависит от пород, слагающих русло. Взвешенные вещества влияют на прозрачность воды и на проникновение в нее света, на температуру, состав растворенных компонентов поверхностных вод, а также на состав и распределение отложений и на скорость осадкообразования.

Микробиологический анализ воды протоки Сенная Курья состоял в выявлении микрофлоры, осуществляющей деструкцию различного рода органических веществ. Определяли энтеробактерии, мезофильные, психрофильные сапрофиты, олиготрофы, нефтеокисляющие микроорганизмы.

В таблице 2 приведен состав микрофлоры вод протоки Сенная Курья.

Таблица 2

Результаты микробиологического анализа водных проб, отобранных 25.05.13 из водоема Сенная Курья

Физиологические группы бактерий	№ пробы			
	1	2	3	4
Энтеробактерии, кл/мл	0	0	0	0
Мезофильные сапрофиты, кл/мл	50	0	20	0
Психрофильные сапрофиты, кл/мл	830	15200	430	590
Олиготрофы, кл/мл	13920	9830	2850	4520
Индекс олиготрофности	16,6	8,2	6,6	7,5
Нефтеокисляющие, кл/мл	440	1200	60	280

Во всех изученных пробах отсутствуют энтеробактерии, это говорит о том, что загрязнение условно-патогенной микрофлорой отсутствует. В пробах №1 и №2 присутствуют мезофильные сапрофиты в количестве 50 кл/мл и 20 кл/мл соответственно, что не превышает установленные нормативы [3] (норматив ≥ 50 кл/мл), мезофильные сапрофиты являются показателями фекального загрязнения.

В соответствии с [3] по количеству психрофильных сапрофитов в точках отбора №1, №3, №4 вода является умеренно-загрязненной, в пробе №2 – грязные.

Максимально высоким содержанием олиготрофов выделяется проба №1.

Величина индекса олиготрофности показывает, что водоем не утратил способности к самоочищению (индекс олиготрофности > 1).

По количеству нефтеокисляющих бактерий в точках отбора №1, №3, №4 вода является чистой (количество нефтеокисляющих бактерий должно быть не больше 500 кл/мл), в точке №2 – умеренно-загрязненной.

В данной работе был рассчитан комбинаторный индекс загрязнения воды. Для расчета используется метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям (РД 52.24.643–2002).

Комплексную оценку степени загрязненности воды проводим по 11 ингредиентам (NH_4^+ , БПК₅, ХПК, Cl^- , SO_4^{2-} , $\text{Fe}_{\text{общ}}$, NO_3^- , NO_2^- , PO_4^{3-} нефтепродукты, Mn) за весь период исследований. В качестве норматива используем ПДК вредных веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования.

Результаты расчета представлены в табл. 3.

УКИЗВ, класс и качество вод протоки Сенная Курья в 2012 – 2013 гг.

Водный объект	$S_A = \sum S_i$	S'_A	F	K	Класс и качество вод
Сенная Курья	39,76	3,6	3	0,7	4 – грязная

Все озера Томской области подвержены микробному и химическому загрязнению в той или иной степени, к ним относится и протока Сенная Курья. Использование водного объекта для рекреационных целей сопровождается засорением прибрежной полосы и самого водного объекта пищевыми отходами, упаковочным материалом и т.д. Парковка на прибрежной полосе автотранспорта вызывает ее загрязнение, а в последующем и водного объекта нефтепродуктами.

И в химическом и в микробиологическом отношении воды озера характеризуются как умеренно загрязненные.

По результатам микробиологического анализа можно сделать вывод, что данный водный объект еще не потерял способность к самоочищению.

Экологическое состояние территории озера Сенная Курья находится в неблагоприятном состоянии и нуждается в постоянном контроле и своевременном проведении мероприятий по ее оздоровлению и охране.

Литература

1. Гигиенические нормативы. ГН 2.1.5.1315-03. Предельно допустимые концентрации химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. – М.: Минздрав России, 2003.
2. Молчанова Я.П., Гусева Т.В., Заика Е.А. Справочные материалы. Гидрохимические показатели состояния окружающей среды. – М.: Эколайн, 2000. – 87 с.
3. Наливайко Н.Г. Микробиология воды: учебное пособие. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2006. – 139 с.
4. Орехов Г.В. Водные объекты на урбанизированных территориях и инженерные системы замкнутого водооборота // Экология урбанизированных территорий. – 2008. – № 2. – С. 88 – 93.
5. Прыткова М.Я. Научные основы и методы восстановления озерных экосистем при разных видах антропогенного воздействия. СПб.: Наука, 2002. 147 с.
6. Руководящий документ РД 52.24.643–2002. В.П. Емельянова, Е.Е. Лобченко Методические указания «Метод комплексной оценки степени загрязнённости поверхностных вод по гидрохимическим показателям», от 06.12.2002 г. – 50 с.
7. Санитарные нормы и правила. СанПиН 2.1.5.980-00. Гигиенические требования к охране поверхностных вод. – М.: Минздрав России, 2000.

ОСОБЕННОСТИ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПРИРОДНЫХ ВОД НИЖНЕЙ ЧАСТИ БАССЕЙНА Р.ТОМИ

А.М. Русинова

Научный руководитель ассистент О.С. Наймушина

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Район исследования находится в пределах Томской области Российской Федерации, приблизительно в 25 км от г. Северска и 45 км от г. Томска (рис.). По А.Г. Дюкареву [1], территория исследования относится к умеренно-континентальному климату. Средняя годовая температура воздуха в г. Томске составляет – 0,6 °С [2].

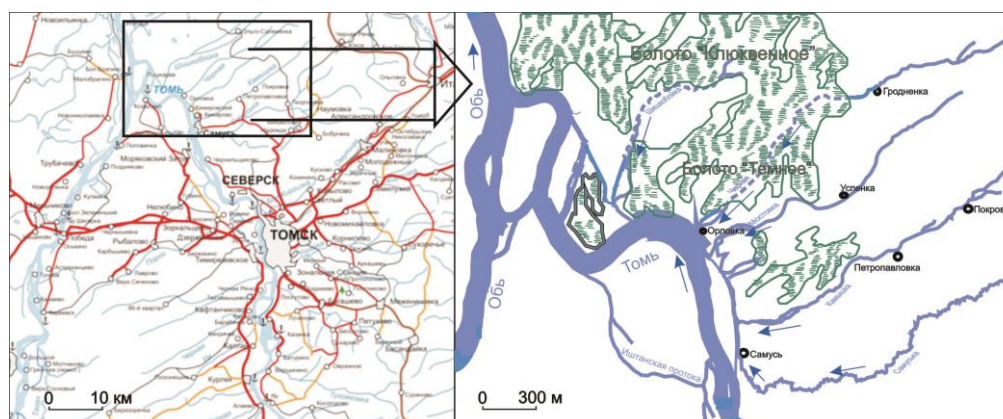


Рис. Расположение района исследования

Интенсивное развитие процесса болотообразования и торфонакопления – специфическая особенность исследуемой территории, чему способствуют слабовсхолмленный (грядовый рельеф), большое количество

атмосферных осадков (> 500 мм/год), небольшое испарение, неглубокое (4 – 6 м) залегание грунтовых вод, наличие гидравлической связи между болотными и грунтовыми водами [3]. Изучение химического состава вод, развитых на заболоченных территориях, имеет большое значение при понимании процессов формирования болотных систем, так как они влияют на климат, рельеф и окружающую экосистему.

Целью данной работы является изучение химического состава природных вод нижней части бассейна р. Томи, включая атмосферные, болотные, речные и подземные воды.

В работе использовались данные Томского политехнического университета и Института нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука за период с 2008 – 2013 гг., а также личные данные автора за 2013 г. Всего проанализировано 18 проб атмосферных, 68 проб болотных, 53 пробы речных и 72 пробы подземных вод.

Параметры быстроменяющихся компонентов (рН, HCO₃⁻, Fe, T, Eh) измерялись непосредственно на точке. Лабораторный анализ вод выполнялся в аккредитованной гидрогеохимической лаборатории Томского политехнического университета. Результаты определения химического состава вод представлены в табл.

Таблица 1

Химический состав природных вод нижней части бассейна реки Томи

Параметр	Единицы измерения	Атмосферные осадки	Болотные воды	Речные воды	Подземные воды
Eh	мВ	$\frac{325}{309 - 348}$ 11	$\frac{346}{326 - 358}$ 4	$\frac{295}{222 - 354}$ 18	$\frac{-11}{-11 - (-11)}$ 1
рН		$\frac{5,7}{4,9 - 6,4}$ 18	$\frac{4,8}{3,1 - 7,6}$ 66	$\frac{6,8}{4,4 - 8,6}$ 49	$\frac{7,3}{5,1 - 8,5}$ 72
CO ₂ св		$\frac{4,1}{2,4 - 13,2}$ 17	$\frac{67,2}{3,5 - 154,0}$ 65	$\frac{12,4}{0 - 105,6}$ 45	$\frac{9,1}{1,8 - 79,2}$ 71
CO ₃ ²⁻		–	–	$\frac{3,7}{0 - 11,8}$ 17	$\frac{2,3}{0 - 6,0}$ 23
HCO ₃ ⁻	мг/л	$\frac{4,5}{2,4 - 18,3}$ 18	$\frac{8,9}{0 - 238,0}$ 59	$\frac{60,1}{2,7 - 384,3}$ 49	$\frac{211,5}{6,1 - 494,0}$ 72
SO ₄ ²⁻		$\frac{1,5}{0,8 - 6,8}$ 18	$\frac{2,4}{0 - 16,5}$ 68	$\frac{2,8}{0,2 - 24,6}$ 49	$\frac{4,3}{1,4 - 39,6}$ 46
Cl ⁻		$\frac{0,52}{0,09 - 2,13}$ 18	$\frac{2,18}{0,35 - 20,60}$ 66	$\frac{2,03}{0,67 - 16,80}$ 49	$\frac{2,80}{0,40 - 50,00}$ 71
Об.ж.	мг-экв/л	$\frac{0,10}{0,02 - 0,25}$ 18	$\frac{0,34}{0,06 - 3,10}$ 66	$\frac{1,13}{0,21 - 5,90}$ 49	$\frac{3,02}{0,50 - 9,80}$ 71
Ca ²⁺		$\frac{1,4}{0,3 - 3,6}$ 18	$\frac{4,3}{0,5 - 46,0}$ 66	$\frac{15,9}{2,8 - 96,0}$ 49	$\frac{45,2}{4,0 - 172,0}$ 71
Mg ²⁺		$\frac{0,32}{0,05 - 1,20}$ 18	$\frac{1,37}{0,23 - 8,54}$ 66	$\frac{4,90}{0,36 - 13,42}$ 49	$\frac{6,90}{0,60 - 24,40}$ 71
Na ⁺		$\frac{0,31}{0,02 - 1,00}$ 18	$\frac{1,48}{0,20 - 11,50}$ 68	$\frac{2,56}{0,35 - 28,00}$ 49	$\frac{7,40}{1,10 - 40,00}$ 71
K ⁺		$\frac{0,13}{0,02 - 4,10}$ 18	$\frac{1,15}{0,10 - 5,20}$ 68	$\frac{0,93}{0,20 - 4,40}$ 49	$\frac{1,00}{0,10 - 27,00}$ 71
Fe _{общ}		$\frac{0,3}{0,1 - 0,5}$ 7	$\frac{4,9}{0,4 - 85,2}$ 68	$\frac{8,9}{0,4 - 53,9}$ 49	$\frac{2,8}{0,1 - 68,2}$ 67
Mn		$\frac{0,81}{0,03 - 0,20}$ 6	$\frac{0,09}{0,01 - 5,87}$ 40	$\frac{0,20}{0,02 - 4,32}$ 31	$\frac{0,2}{0,01 - 5,52}$ 24
Минерализация		$\frac{6,2}{4,3 - 7,7}$ 12	$\frac{24,4}{3,4 - 414,0}$ 65	$\frac{92,2}{14,6 - 503,1}$ 49	$\frac{266,6}{25,8 - 746,3}$ 71
Сорг	мг/л	$\frac{2,0}{1,24 - 21,0}$ 14	$\frac{56,1}{7,5 - 285,6}$ 53	$\frac{26,4}{1,5 - 62,8}$ 30	$\frac{8,8}{1,5 - 78,0}$ 16
Фульвокислоты		$\frac{0,9}{0,01 - 41,4}$ 13	$\frac{93,1}{3,0 - 209,6}$ 55	$\frac{50,7}{5,1 - 135,0}$ 31	$\frac{7,8}{0,9 - 181,0}$ 28
Гуминовые кислоты		$\frac{0,2}{0 - 3,8}$ 12	$\frac{12,1}{0,3 - 61,5}$ 54	$\frac{6,6}{0 - 19,2}$ 30	$\frac{1,5}{0 - 24,0}$ 26
NH ₄ ⁺		$\frac{0,17}{0,05 - 1,86}$ 18	$\frac{3,18}{0,24 - 8,70}$ 68	$\frac{1,02}{0,12 - 9,72}$ 49	$\frac{0,90}{0,05 - 4,40}$ 71
NO ₂ ⁻		$\frac{0,014}{0,003 - 0,044}$ 18	$\frac{0,030}{0,003 - 0,726}$ 68	$\frac{0,010}{0,003 - 0,090}$ 49	$\frac{0,020}{0,003 - 0,670}$ 71
NO ₃ ⁻		$\frac{1,26}{0,50 - 1,97}$ 15	$\frac{0,76}{0,05 - 4,31}$ 68	$\frac{1,10}{0,20 - 18,50}$ 47	$\frac{0,84}{0,50 - 90,20}$ 66
PO ₄ ³⁻		$\frac{0,06}{0,01 - 1,60}$ 18	$\frac{0,34}{0,01 - 58,80}$ 68	$\frac{0,28}{0,01 - 3,75}$ 49	$\frac{0,05}{0,01 - 2,80}$ 70
Si		$\frac{0,28}{0,20 - 1,75}$ 17	$\frac{4,94}{0,26 - 11,55}$ 67	$\frac{5,71}{0,81 - 13,18}$ 49	$\frac{5,70}{0,20 - 16,80}$ 71

Исследования химического состава вод показали, что, атмосферные осадки на рассматриваемой территории характеризуются как кислые и слабокислые (рН от 4,9 до 6,4), ультрапресные с общей минерализацией от 4,3 до 7,7 мг/л. По анионному составу, в основном, гидрокарбонатные и гидрокарбонатно-сульфатные, реже гидрокарбонатно-хлоридные, по катионному – кальциево-магниевые, реже кальциево-натриевые и натриево-калиевые.

Концентрации $Fe_{общ}$ и Si относительно низкие, содержание $Fe_{общ}$ варьирует в пределах от 0,1 до 0,5 мг/л, среднее значение 0,3 мг/л. Содержание Si варьирует в пределах от 0,2 до 1,8 мг/л.

Болотные воды изменяются от кислых до слабощелочных (рН от 3,06 до 7,63), ультрапресные с общей минерализацией в среднем 25 мг/л, мягкие (общая жесткость равна 0,34 мг-экв/л). По анионному составу преобладают гидрокарбонатно-хлоридные и хлоридно-гидрокарбонатные воды, реже сульфатные, а по катионному составу, в основном, кальциево-магниевые, иногда натриевые.

Нужно отметить, что в болотных водах повышено содержание CO_2 (67 мг/л), $Fe_{общ}$ (4,9 мг/л), $C_{орг}$ (56 мг/л), фульво- (93 мг/л) и гуминовых кислот (12 мг/л), относительно атмосферных, речных и подземных вод.

Речные воды на рассматриваемой территории ультрапресные и пресные с общей минерализацией от 15 до 500 мг/л, в среднем 90 мг/л, нейтральные (среднее значение рН в водах составляет 6,8). По анионному составу воды в основном гидрокарбонатные, реже гидрокарбонатно-сульфатные и гидрокарбонатно-хлоридные, а по катионному составу преобладают кальциевые и кальциево-магниевые. Среднее содержание $Fe_{общ}$ в речных водах составляет 8,9 мг/л, значения Si изменяются от 0,8 до 13,2 мг/л, в среднем составляя 5,7 мг/л.

Анализ химического состава подземных вод показал, что воды ультрапресные и пресные с общей минерализацией от 26 до 750 мг/л, средняя минерализация составляет 270 мг/л, по показателю рН воды нейтральные, (среднее значение рН составляет 7,3), реже встречаются воды слабокислые и слабощелочные. По химическому составу, в основном, воды являются гидрокарбонатными кальциевыми, реже гидрокарбонатно-хлоридными кальциево-натриевыми или кальциево-магниевыми.

Содержание $Fe_{общ}$ в подземных водах составляет в среднем 2,8 мг/л, что превышает значения предельно допустимых концентраций для питьевых вод, хотя данные значения гораздо ниже, чем в болотных и речных водах. То же касается и содержания $C_{орг}$, значение которого в среднем составляет 8,8 мг/л.

В целом, изученные природные воды, включая подземные, являются ультрапресными и пресными, слабокислыми и околонеutralными, реже кислыми и слабощелочными. По анионно-катионному составу воды в основном гидрокарбонатные магниево-кальциевые, или хлоридные магниево-кальциевые, реже натриево-кальциевые, иногда хлоридно-гидрокарбонатные натриево-кальциевые. В водах очень высоки содержания $Fe_{общ}$, количество которого составляет от 0,3 в атмосферных осадках до 5 в болотах и даже 9 мг/л в речных водах.

Кроме того, природные воды района исследований богаты органическим веществом, содержания которого в пересчете на Сорг в подземных водах составляют 9, в речных – 26, достигая максимальных значений в болотных водах – 56 мг/л. С глубиной соленость воды и значения рН растут. Так, наиболее пресными являются атмосферные осадки, средняя минерализация которых составляет всего 6 мг/л. Наиболее минерализованными являются подземные воды, средняя соленость которых составляет 270, а максимальная превышает 700 мг/л. Болотные и речные воды занимают промежуточное положение, что естественно, так как они в меньшей степени, чем подземные, взаимодействуют с горными породами,

Литература

1. Дюкарев А.Г. Ландшафтно-динамические аспекты таежного почвообразования в Западной Сибири. – Томск: Изд-во НТЛ, 2005. – 284 с.
2. Евсеева Н.С. География Томской области. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 2001. – 222 с.
3. Шварцев С.Л., Серебренникова О.В., Здвизжков М.А., Савичев О.Г., Наймушина О.С. Геохимия болотных вод нижней части бассейна Томи (юг Томской области) // Геохимия, 2012. – Т.50. – №4. – С. 367–380.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ВЕРХОВЫХ И НИЗИННЫХ БОЛОТ ОРЛОВСКОГО УЧАСТКА (ТОМСКИЙ РАЙОН)

К.В. Сесь

Научный руководитель ассистент О.С. Наймушина

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Природные и климатические условия, геоморфология и рельеф, геологическое строение, литологический состав пород, а также гидрогеологические особенности территории Томского района в совокупности оказывают влияние на характер заболачивания данной территории и скорость заторфывания водоемов [3]. Безусловно, способность болотообразования и торфонакопления является основным фактором формирования химического состава поверхностных и подземных вод региона [3]. Однако механизмы и закономерности влияния болот на гидрогеохимический состав природных вод пока изучены слабо [4, 6]. Особый интерес с этой точки зрения представляет изучение органической составляющей гидрогеохимической среды образования болотного процесса. Поэтому целью проводимых исследований является комплексное изучение химического состава болотных вод Орловского участка, как одного из основных факторов, формирующих болотную среду. Для достижения поставленной цели необходимо определить средние содержания макро- и микрокомпонентов, тяжелых металлов, биогенных и органических веществ в болотных водах, входящих в состав болотных экосистем таежной зоны Западной Сибири.

Объектом исследования являются болотные воды правобережной части долины нижнего течения р. Томи в 20 – 25 км от впадения ее в реку Обь в пределах второй надпойменной террасы (рис.). В пределах исследуемой территории находятся преимущественно низинные болота «Клюквенное» и «Темное», общей площадью 44,9 и 18,9 км², соответственно, мощностью до 3 м и более. Глубина залегания болотных вод на повышенных участках достигает 0,3 м, на пониженных – болотные воды заливают пространства между кочками или образуют мелкие озера площадью до первых десятков м². Значения коэффициентов фильтрации болотных отложений колеблются в широких пределах, чаще всего 0,1 – 3,0 м/сут [7]. Участок болота верховой торфяной залежи находится на берегу озера Мурашка и образован олиготрофной шейхцириево-осоково-сфагновой сплавиной озера. Залежь торфа имеет озерный генезис.

Отложения, подстилающие озерно-болотные осадки представлены олигоцен-четвертичными глинисто-песчаными образованиями, кровля которых сложена маломощными (2 – 3 м) слабопроницаемыми суглинками, которые являются слабым водоупором для болотных вод, образующих верховодку [1].

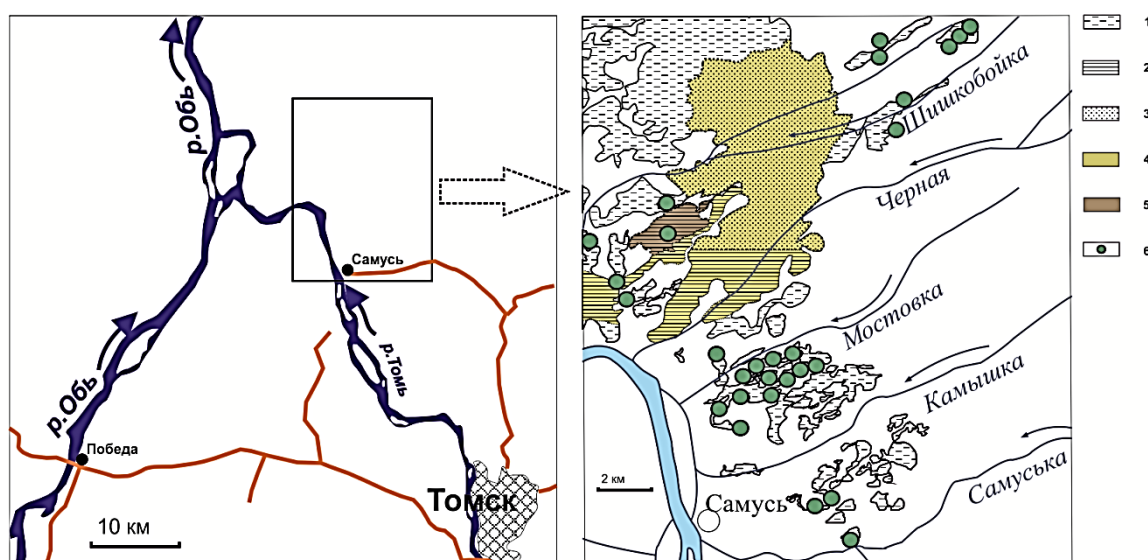


Рис. Схема расположения точек отбора проб болотных вод с 2008 по 2013 гг.

1 – заболоченный участок; 2 – болото «Темное»; 3 – болото «Клюквенное»; 4 – низинная торфяная залежь; 5 – верховая торфяная залежь; 6 – пункт отбора проб воды.

Исследования включали в себя отбор проб болотных вод, последующее определение их химического состава и органо-минеральных соединений, обобщение и статистический анализ полученных материалов и фондовых данных Томского политехнического университета и Томского филиала Института нефтегазовой геологии и геофизики СО РАН с 2008 по 2013 гг. Результаты обобщенных данных по химическому составу болотных вод представлены в табл.

Полевое определение содержаний неустойчивых компонентов и консервация проб выполнялись непосредственно на точке в соответствии с требованиями ГОСТ Р 51592-2000 «Вода. Общие требования к отбору проб». Общий анализ химического состава болотных вод осуществлялся в аккредитованной Проблемной научно-исследовательской лаборатории гидрогеохимии Научно-образовательного центра «Вода» ТПУ.

Природные воды верховых болот с учетом средних многолетних значений классифицируются: по показателю кислотности как кислые, реже слабокислые и околонейтральные (рН варьирует от 3,1 до 7,2, составляя в среднем 4,4); по значению общей минерализации ультрапресные (среднее значение минерализации составляет 18 мг/л); по жесткости очень мягкие. По химическому составу воды участка олиготрофных болот являются гидрокарбонатными кальциево-магниевыми, реже сульфатными кальциево-магниевыми либо кальциево-натриевыми. Согласно классификации О.А. Алёкина [2] воды гидрокарбонатные кальциевые или сульфатные кальциевые III типа.

Природные воды низинных болот с учетом средних многолетних значений классифицируются: по показателю кислотности как слабокислые, реже кислые и околонейтральные (рН варьирует от 4,0 до 7,6, составляя в среднем 5,5); по значению общей минерализации ультрапресные (среднее значение минерализации составляет 38 мг/л); по жесткости мягкие. По химическому составу воды являются гидрокарбонатными кальциево-магниевыми, реже сульфатными либо хлоридными кальциево-магниевыми. Согласно классификации О.А. Алёкина воды гидрокарбонатные кальциевые реже магниевые III типа.

Болотные воды рассматриваемой территории характеризуются высоким содержанием органических веществ, значительно превышающим суммарное содержание растворенных солей. В целом болотные воды низинных болот более минерализованные, чем верховые. Общее содержание органических веществ в водах эвтрофных болот в пересчете на $C_{орг}$ составляет от 7 до 110 мг/л, что значительно ниже их содержания в водах

олиготрофной торфяной залежи, где $C_{орг}$ варьирует в пределах от 20 до 290 мг/л. Среднее многолетние значения концентраций органических веществ вод олиготрофных болот в сравнении с эвтрофными выше почти в два раза.

Как видно из таблицы, во всех болотных водах Орловского участка наблюдается высокое содержание гуминовых и фульвокислот. Средние многолетние значения содержаний фульвокислот в болотных водах олиготрофного участка значительно выше, чем в водах эвтрофного болотного участка.

Известно, что азот аммонийный образуется при частичном разложении органических остатков в водной среде [5], поэтому высокие содержания органических веществ в болотных водах исследуемых участков верховых и низинных болот способствуют концентрированию ионов аммония в значительных количествах. Средняя концентрация NH_4^+ в водах верховых болот составляет 4,1 мг/л, а в низинных – 2,3 мг/л.

Максимальные содержания Fe, Zn, Pb и Al могут свидетельствовать о возможности их связывания в комплексные соединения с органическим веществом, которым исследуемые болотные воды крайне богаты. Железо выступает главным элементом в конкуренции за связывание в органические комплексы, что способствует его удержанию и накоплению в воде, в связи с чем, болотные воды характеризуются высокими содержаниями железа.

Таблица

Средние многолетние концентрации растворенных веществ и значения физико-химических показателей болотных вод

Параметр	Ед. изм.	Верховые болота				Низинные болота			
		Среднее	Мин.	Макс.	N*	Среднее	Мин.	Макс.	N*
Электропроводность	мкS/см	55,9	16,0	408,0	38	63,7	25,0	382,0	32
pH	ед. pH	4,4	3,1	7,2	38	5,5	4,0	7,6	30
CO ₂ св.	мг/л	72,1	2,6	141,0	37	57,2	3,5	154,0	30
HCO ₃ ⁻		5,0	3,0	238,0	38	17,9	0,0	159,0	28
SO ₄ ²⁻		4,3	0	16,5	38	2,5	1,5	11,3	32
Cl ⁻		2,0	0,4	5,8	38	3,4	0,8	20,6	30
Общая жесткость	мг-экв/л	0,3	0,1	1,0	38	0,5	0,1	3,1	30
Ca ²⁺	мг/л	4,3	0,5	13,8	38	6,4	1,6	46,0	30
Mg ²⁺		0,9	0,2	8,4	38	3,0	0,5	8,5	30
Na ⁺		1,4	0,2	11,5	38	2,5	0,3	8,5	32
K ⁺		0,88	0,2	4,0	38	2,1	0,1	5,2	32
Минерализация		17,8	3,4	414,0	38	37,6	5,5	214,0	32
O ₂	мг/л	2,6	0,6	8,4	7	3,8	0,5	7,7	27
Сорг.		79,6	19,9	285,6	26	46,9	7,5	108,0	29
Фульвокислоты		107,9	15,3	209,6	25	78,7	3,0	196,0	32
Гуминовые кислоты		24,2	1,1	61,5	25	13,2	0,3	46,1	31
Окисляемость перм.		мгO ₂ /л	99,5	14,0	176,8	11	43,1	3,6	264,0
NH ₄ ⁺	мг/л	4,1	0,2	87,0	38	2,3	0,4	10,5	32
NO ₂ ⁻		0,03	0,01	0,28	38	0,02	0,01	0,73	32
NO ₃ ⁻		0,8	0,05	2,7	38	1,2	0,5	4,3	32
PO ₄ ³⁻		0,2	0,01	58,8	38	0,9	0,1	3,4	32
Fe _{общ}		2,8	0,4	18,3	38	9,3	0,4	85,2	32
Mn		0,03	0,01	0,7	16	0,2	0,01	5,9	24
Si		4,2	0,3	11,6	38	5,0	0,9	10,2	32
F		0,1	0,02	0,3	28	0,1	0,1	0,2	32
Al		0,2	0,04	1,2	26	0,5	0,3	0,8	6
Нефтепродукты		2,9	0,1	16,1	6	0,05	0,01	0,4	25
Zn	мкг/л	49,5	8,0	250,0	26	24,4	0,03	267,0	28
Cd		0,2	0,2	0,2	26	0,2	0,2	0,7	32
Pb		1,8	0,2	265,0	26	2,1	0,6	19,0	28
Cu		2,5	0,7	25,0	26	3,6	0,6	706,0	28
As		1,8	0,3	5,0	10	5,7	5,0	54,0	19
Li		7,1	1,0	30,0	16	2,7	0,01	46,0	29
Sr		6,4	3,0	124,0	10	1,3	1,0	18,6	19

N*- количество анализов

Анализ данных о химическом составе болотных вод Орловского участка указывает на различия генетических типов болотных массивов, что, безусловно, свидетельствуют о взаимосвязи состава с условиями формирования, водного питания, интенсивностью водообмена территории и особенностями геохимической обстановки, и предопределяет дальнейшие исследования.

Литература

1. Абдель Азиз Фавзи Махмуд Эль Шинави Эль Хайес. Гидрогеологические и инженерно-геологические условия нижней части бассейна реки томи (Томская область): Автореферат Дис. канд. геол. минер. наук. – Томск, 2012. – 23 с.
2. Алёкин О. А. Основы гидрохимии. – Л.: Гидрометеоздат, 1970. – 443 с.
3. Савичев О.Г. Водные ресурсы Томской области. – Томск: Изд-во Томского политехн. ун-та, 2010. – 248 с.
4. Савичев О.Г. Химический состав болотных вод на территории Томской области (Западная Сибирь) и их взаимодействие с минеральными и органогенными соединениями // Известия Томского политехнического университета. – 2009. – Т. 314. – №1 – С. 72 – 77.
5. Шварцев С.Л. Гидрогеохимия зоны гипергенеза. 2-е изд. – М.: Недра, 1998. – 366 с.
6. Шварцев С.Л., Рассказов Н.М., Савичев О.Г. Состав и формы миграции микрокомпонентов в подземных водах бассейна среднего течения р. Томи // Геология и геофизика. – Новосибирск, 1997. – № 12. – С. 1953 – 1959.
7. Шварцев С.Л., Серебренникова О. В., Здвигжков М.А., Савичев О.Г., Наймушина О.С. Геохимия болотных вод нижней части бассейна реки Томи (Юг Томской области) // Геохимия. – Москва, 2012. – № 4. – С. 403-417.

ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЯ ГИДРОГЕОХИМИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ В ПРОЦЕССЕ РАЗРАБОТКИ НЕФТЕГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ**М.В. Скородулина**

Научный руководитель заведующая лабораторией Т.Н. Силкина

Томский научно-исследовательский и проектный институт нефти и газа, г. Томск, Россия

В процессе разработки нефтегазовых месторождений добыча нефти и газа обычно сопровождается отбором из продуктивных пластов значительных объемов попутной воды. Сведения о химическом составе пластовых вод, закачиваемых для поддержания пластового давления и попутно-добываемых вод несут в себе информацию о протекающих в пластах процессах [2].

Подземные воды нефтегазонасыщенных и водонасыщенных горизонтов, закачиваемые в скважины воды для поддержания пластового давления, технические воды, используемые при различных ремонтных работах на скважинах, обладают уникальным геохимическим составом и различаются по геохимическим показателям среды. Интенсивная разработка нефтяных и газовых месторождений приводит к увеличению скоростей фильтрации подземных вод, а при формировании систем поддержания пластового давления – к цикличности процесса дренирования вод и их смешиванию в пласте. Увеличение скорости дренирования и разбавление вод новыми порциями закачиваемой воды приводят к смене гидрогеохимической обстановки относительно исходной неизменной среды, что определяется равновесно-неравновесным состоянием в системе вода-порода-органическое вещество.

На нефтяных и газовых месторождениях ОАО «Томскнефть» ВНК», воды которых являются солеными с минерализацией в пределах от 15 до 40 г/дм³, при увеличении скоростей фильтрации наблюдается различная тенденция изменения величины минерализации вод и их химического состава. Так для нефтяных месторождений отмечено увеличение минерализации и обогащение вод макрокомпонентами, а в пределах газовых месторождений – уменьшение минерализации, снижение содержания макрокомпонентов и в то же время увеличение содержания микрокомпонентов [3].

Обогащение компонентами (катионов) попутных вод обеспечивается неравновесным состоянием соленых вод водонефтенасыщенных горизонтов к алюмосиликатным породам, за счет реакций гидролиза, обеспечивая замещение элементов в первичных породах и выщелачивание. Обогащение водного раствора различными компонентами происходит в соответствии с геологической эволюцией, на каждом этапе которой пластовые воды водонефтенасыщенных и водонасыщенных горизонтов достигают равновесия с определенными минералами вмещающих пород. На нефтегазовых месторождениях Томской области отмечено равновесие попутных вод с глинистыми минералами, преимущественно с монтмориллонитами (рис.).

В процессе разработки нефтегазовых месторождений в результате интенсивного взаимодействия соленых вод с вмещающими породами и водами иной природы происходит изменение активностей компонентов кальция, магния и натрия в растворе. Эти изменения приводят к смене состава попутных вод в процессе эксплуатации месторождений (хлоридно-натриевый тип вод с магниевым-кальциевым оттенком сменяется тем же типом вод, но с кальциевым-магниевым оттенком из-за увеличения активности магния относительно кальция) и смещению равновесия к глинистым минералам – монтмориллонитам. При достижении равновесного состояния с монтмориллонитами возможно переотложение минералов в виде осадка в поровом пространстве продуктивных пластов, вследствие чего происходит ухудшение коллекторских свойств пласта и снижение уровня добычи углеводородов. Отмечено уменьшение коэффициента продуктивности скважин, где воды исходного состава претерпели изменения и стали преимущественно хлоридно-натриевого типа с кальциевым-магниевым оттенком с низкой ионной силой и низкими активностями магния и кальция в растворе. Изменение в соотношениях основных катионов в соленых водах приводит также к уменьшению насыщенности к Mg-монтмориллонитам и Са-монтмориллонитам и сдвигу равновесия к насыщению каолинитом. Вместе с тем и по нагнетательным скважинам установлена зависимость коэффициента приемистости от химического состава закачиваемых вод. Полученные данные о корреляции коэффициентов продуктивности и приемистости с химическим составом попутно-добываемых и закачиваемых вод позволяет регулировать системы разработки нефтегазовых месторождений, определять требования к качеству закачиваемых вод в системе поддержания пластового давления.

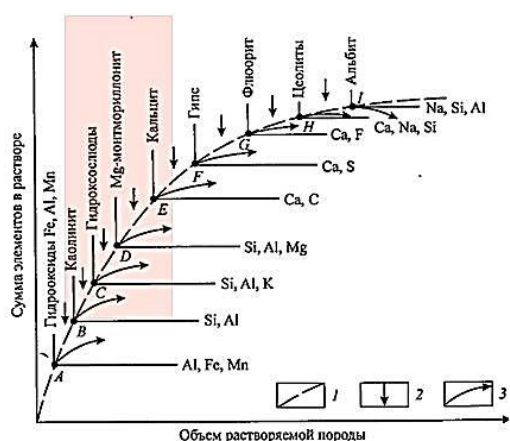


Рис. 8.1. Последовательность образования вторичных минералов в ходе эволюции системы вода–порода.
A–J — точки начала выпадения новой вторичной фазы. 1 — соотношение твердых и растворенных минералов; 2 — зоны возможного поступления воды к контакту с горной породой; 3 — места возможного прекращения взаимодействия воды с горной породой.

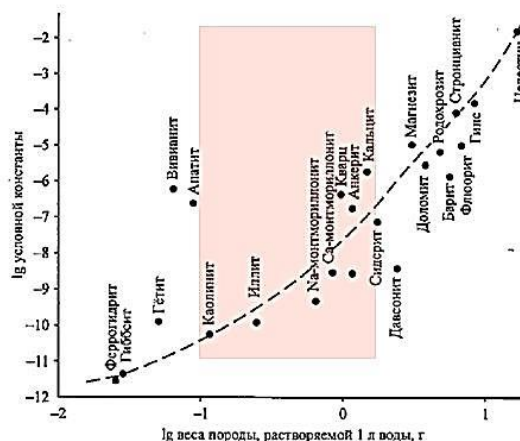


Рис. 8.2. Последовательность вторичного минералообразования как функция насыщения воды и веса растворяемой породы.

распространение в водовмещающих отложениях месторождений Томской области

Рис. Последовательность вторичного минералообразования [1]

Эти процессы в пласте носят закономерный характер и связаны с определенной последовательной сменой геохимической обстановки за счет постоянных изменений в системе вода–порода–органическое вещество и требует постоянного контроля для решений задач мониторинга месторождений:

контроль качества закачиваемых вод, влияющих на состав попутных вод и на свойства коллектора в процессе разработки месторождения;

уточнение категории снижения дебита нефти по обводненности по базовому фонду;

уточнение источника обводнения по скважинам после проведения геолого-технических мероприятий;

подтверждение прорывом трещин гидроразрыва пласта в другие горизонты;

установление влияния контурных или законтурных вод в процессе разработки;

повышение эффективности планируемых мероприятий по оптимизации и гидродинамическому регулированию систем разработки нефтегазовых месторождений.

Мониторинг геохимической обстановки на каждом этапе разработки нефтегазовых месторождений обеспечивается геохимическими методами контроля химического состава попутно-добываемых вод на месторождении. При реализации мониторинга изменения гидрогеохимической обстановки в процессе разработки нефтяных и газовых месторождений Томской области используются данные по шестикомпонентным химическим анализам, включающим определение водородного показателя, плотности воды, содержание карбонат-иона, гидрокарбонат-иона, хлор-иона, сульфат-иона, кальций-иона, магний-иона. По полученным данным о химическом составе исходных вод (данные получены при опробовании скважин на этапе поисковых и разведочных работ), попутно-добываемых вод и закачиваемых вод для поддержания пластового давления установлены фоновые концентрации и средние показатели геохимической среды, используемые при установлении источника обводнения при разработке нефтегазовых месторождений.

Для дальнейшего развития направления и изучения влияния гидрогеохимических процессов на смачиваемость коллектора (гидрофильность и гидрофобность пород) и нефтеотдачу пласта необходимо рассмотреть вопрос о расширении набора компонентов, определяемых в лабораториях химического анализа на нефтегазовых месторождениях, с обязательным определением содержания кремния, необходимого при расчетах насыщенности раствора и построения диаграмм равновесия к минералам вмещающих пород.

Литература

1. Алексеев В.А., Рыженко Б.Н., Шварцев С.Л., Зверев В.П. и др. Геологическая эволюция и самоорганизация системы вода – порода: в 5 томах. Т.1: Система вода – порода в земной коре: взаимодействие, кинетика, равновесие, моделирование. – Изд-во СО РАН, 2005. – 244 с.
2. Муляк В.В., Порошин В.Д., Гаттенбергер Ю.П., Абукова Л.А., Леукина О.И. Гидрохимические методы анализа и контроля разработки нефтяных и газовых месторождений. – М.: ГЕОС, 2007. – 245 с.
3. Петренко В.И., Зленко В.Я., Башкин В.М., Петренко Н.Н., Васильцова О.С. Создание теоретических основ разработки высокотемпературных газовых и газоконденсатных месторождений с учетом фазовых переходов углеводородов и воды. – Ставрополь: СевКавГТУ, 2009. – 82 с.

МИНЕРАЛИЗАЦИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД ГОРОДСКИХ ВОДОЁМОВ В ОСЕННЕ-ЗИМНИЙ ПЕРИОД

А.В. Смалюк

Научный руководитель ассистент И.И. Шишкова

Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины, г. Гомель,
Республика Беларусь

Исследование проводилось на примере реки Сож, протекающей через городской парк, и старичного озера, находящегося в жилом районе г. Гомеля. В 2007 году была проведена его очистка и окультуривание. Был создан каскад из трёх водоемов, находящихся в низине, на 2 м ниже уровня обрамляющих зону отдыха улиц. Они формируют единую водно-зеленую систему жилого района Волотова, которая соединяет северо-западную и центральную части Гомеля с долиной р. Сож, это способствует поступлению в жилые районы чистого воздуха с пойменных территорий и, соответственно, выносу уже загрязненного в пойму реки и далее за пределы города (рис. 1). Для этого и предусмотрено создание сложного многоступенчатого гидротехнического сооружения с каскадом из трех озер, обеспечивающего переток воды из одного водоема в другой. Для достижения трёхкратного водообмена в них предусмотрена система подпитки грунтовыми водами из двух артезианских скважин общей производительностью 2000 м³/сутки, заложенных на 228 метровой глубине. Все водохранилища примерно одинаковые по величине – площадь водного зеркала каждого чуть выше 3 га, глубиной от 2,5 до 4,5 м.



Рис. 1 Места отбора проб на аэрофотоснимке

Предметом исследования стала минерализация поверхностных вод реки и озера в осенне-зимний период.

Показатель минерализации рек и озёр определяется уровнем концентрации и составом растворенных в них минеральных соединений. Главный источник минерализации воды – насыщение минеральными веществами с подземным и поверхностным стоком из водосборного бассейна. Оказывает влияние на степень минерализации и вымывание водой минералов из пород (особенно в затопленных карьерах), формирующих озерную чашу.

Минерализация большинства поверхностных вод подвержена сезонным изменениям. При поступлении весной талых вод она снижается, а в снежные периоды, когда питание водоёмов преимущественно подземное – возрастает. Степень минерализации речной воды обусловлена спецификой гидрохимических процессов конкретного водосбора, и литологическим составом подпитывающих реку водоносных пластов. Вода рек практически всегда пресная, очень редко солоноватая. Питание водотоков за счёт подземных вод приводит

к увеличению показателя минерализации, а талая и дождевая вода ее уменьшают, вот почему химические свойства речной воды на протяжении года могут существенно меняться.

Для изучения сезонной динамики минерализации поверхностных вод реки Сож и водоёма в микрорайоне Клёнковский в период времени с 8 ноября 2012 года по 4 февраля 2013 года было отобрано 15 и 14 проб соответственно, объёмом по 0,5 л.

При решении данной задачи был использован метод сопротивлений, основанный на измерении кажущихся сопротивлений в постоянных и низкочастотных переменных искусственных полях. Переносной резистивиметр ПР-1 является основным прибором, применяемым для определения электропроводности проб жидкости в полевых и лабораторных условиях.

По каждому образцу были получены значения силы тока в сантиамперах (сА) и напряжения в милливольтгах (мВ). С учётом коэффициента установки было рассчитано сопротивление образцов. После определения сопротивления была рассчитана минерализация с учётом внесения поправки за температуру. Установлена закономерная зависимость сопротивления воды от ее концентрации: чем меньше сопротивление вод, тем выше их концентрация.

Удельное электрическое сопротивление поверхностных вод реки в осенне-зимний период изменяется от 15,25 до 28,89 Ом*м, ему соответствует минерализация от 0,35 до 0,18 г/л. Удельное электрическое сопротивление поверхностных вод озера в этот же период колеблется от 9,66 до 21,45 Ом*м при минерализации от 0,55 до 0,24 г/л. Таким образом, для озёрных вод характерно пониженное УЭС и повышенная минерализация по отношению к речным водам.

По полученным данным построен график зависимости минерализации от времени (Рис.2).

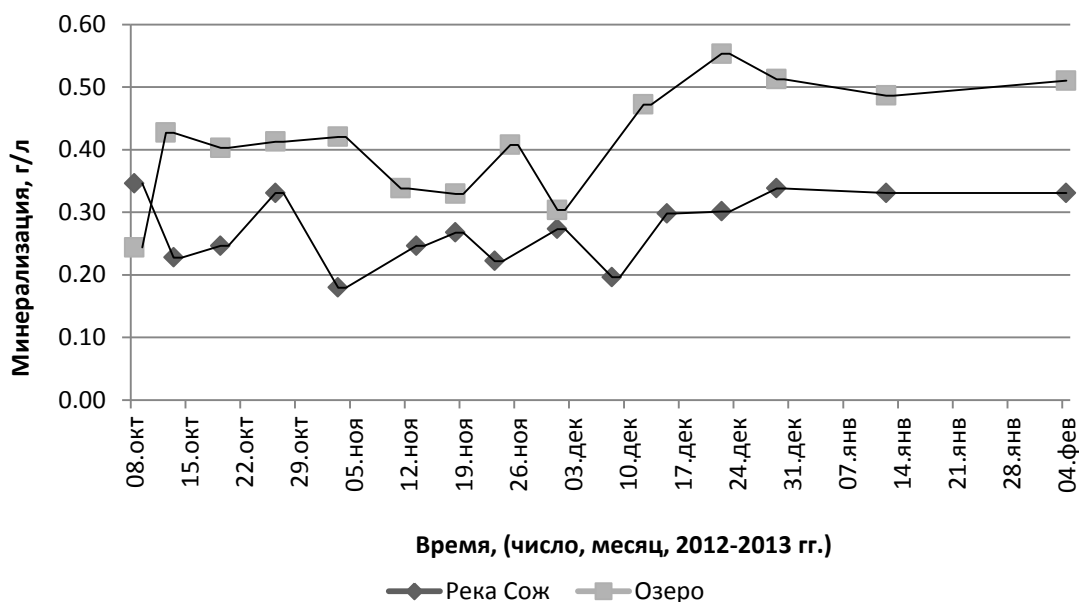


Рис. 2 График зависимости минерализации от времени

По графику видно, что минерализация поверхностных вод озера в среднем на 0,15 г/л превышает минерализацию поверхностных вод реки, что объясняется постоянным движением и обновлением воды. Используемые зимой для борьбы с оледенением различные соли и химреагенты ливневыми стоками выносятся в озеро, что также увеличивает минерализацию его вод. Река расположена вдали от городских дорог, поэтому данный фактор не влияет на минерализацию её вод.

В период обильных дождей с конца октября до начала декабря наблюдаются наименьшие концентрации ввиду разбавления озёрных и речных вод низко концентрированной дождевой водой. Наибольшие же значения концентраций характерны для периода покрытия озера и реки льдом. Лёд представляет собой наименее плотную воду, а следовательно, с меньшей минерализацией, чем воды под ним. Ледяная корка препятствует изменению концентрации вод, поэтому минерализация в этот период остаётся примерно на одном уровне либо возрастает в связи с подземным питанием водоёмов.

ОСОБЕННОСТИ ПОВЕДЕНИЯ СОЕДИНЕНИЙ АЗОТА В ПОДЗЕМНЫХ ВОДАХ ВОДОСБОРНОЙ ПЛОЩАДИ ОЗЕРА ПОЯНХУ (КИТАЙ)

Е.А. Солдатова

Научные руководители доцент Н.В. Гусева, профессор С.Л. Шварцев

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Уникальная водно-болотная система оз. Поянху, служащая средой обитания многим видам животных, в том числе и редким, является одновременно и важной частью хозяйственной жизни провинции Цзянси, где оно расположено. Обширные аллювиальные равнины, раскинувшиеся в непосредственной близости от озера, и в долинах крупных рек делают бассейн озера одним из важнейших сельскохозяйственных регионов Китая. Интенсивное земледелие и животноводство и высокая плотность сельского населения в районе озера оказывают значительное влияние на качество природных вод, и в частности на баланс в них соединений азота [1 – 3, 5].

Баланс форм азота в сельскохозяйственных регионах представляет значительный интерес для изучения, поскольку избыточное применение азотных удобрений может приводить к смещению баланса $\text{NO}_3^- - \text{NO}_2^- - \text{NH}_4^+$ в сторону более токсичных восстановленных форм азота, а также к общему снижению окислительно-восстановительного потенциала подземных вод верхних водоносных горизонтов [2]. Интересно рассмотреть и практическую стабильность форм азота в различных геохимических обстановках, ведь этот показатель косвенно отражает интенсивность процессов нитрификации/денитрификации в водоносном горизонте.

Полевые работы на территории водосборной площади оз. Поянху проводились в январе и октябре 2013 г. В ходе опробования было отобрано 27 проб подземных вод зоны гипергенеза (Рис.1), которые наиболее подвержены антропогенному воздействию. Глубина скважин и колодцев, из которых производился пробообор, обычно не превышала 10 м, реже достигала 16 м.

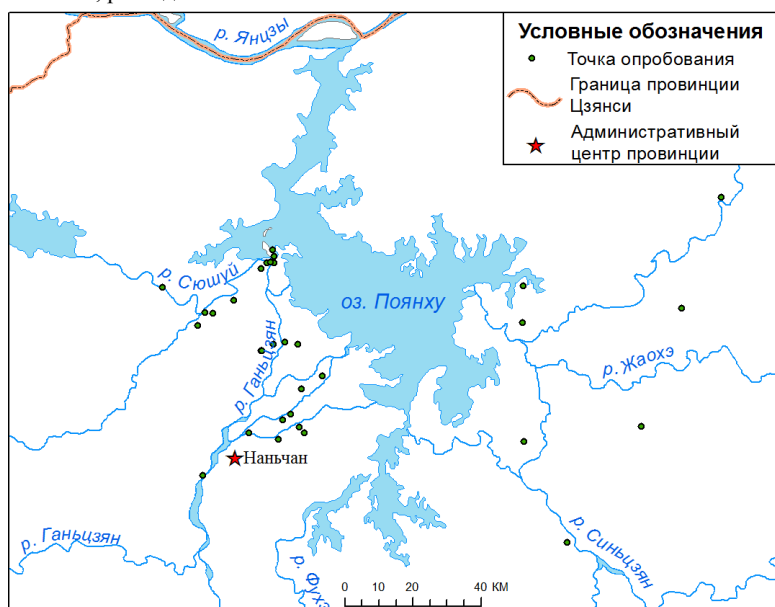


Рис.1 Карта-схема расположения точек опробования природных вод бассейна оз. Поянху

Результаты исследований общего химического состава приведены в таблице. Подземные воды района оз. Поянху являются преимущественно ультрапресными и умеренно пресными с минерализацией до 500 мг/л, лишь в некоторых точках наблюдаются более высокие значения минерализации, не превышающие, 1 г/л. Значение pH изменяется от 4.83 до 7.06 (табл.), среднее значение составляет 6.22, что соответствует слабокислой среде. Относительно низкие концентрации $\text{C}_{\text{орг}}$ при высоких значениях CO_2 , вероятно, обусловлены активным протеканием процессов минерализации органического вещества в воде. Об этом свидетельствует и соотношение органического и неорганического азота.

Важной особенностью природных вод водосборной площади оз. Поянху являются повышенные концентрации соединений азота. Основной формой существования азота в водах зоны гипергенеза бассейна оз. Поянху является NO_3^- . При этом в некоторых случаях снижение концентрации NO_3^- в подземных водах компенсируется повышением содержания NH_4^+ . Источником поступления NH_4^+ в подземные воды могут быть органические удобрения, накопители навоза и сброженных кормов животноводческих хозяйств, а также бытовые сточные воды [2, 3]. Высокие концентрации иона аммония в подземных водах могут накапливаться в результате снижения окислительно-восстановительного потенциала при использовании удобрений с повышенным содержанием органических веществ, или при «отставании» кинетики процессов нитрификации от темпов внесения удобрений [2]. Низкие значения Eh, до -91 мВ (табл.), свидетельствуют в пользу первого утверждения. Также при столь низких значениях Eh в водоносном горизонте возможно протекание процессов восстановления NO_3^- , поступившего при использовании неорганических азотных удобрений, до NH_4^+ .

Таблица

Химический состав подземных вод зоны гипергенеза водосборной площади оз. Поянху, Китай

Компонент	Метод анализа	Единицы измерения	Содержание, мг/л			
			Среднее	Минимальное	Максимальное	Среднее для грунтовых вод провинции субтропического и тропического климата [4]
Eh		мВ	88	-91	319	-
pH	Потенциометрия	ед. pH	6.22	4.83	7.06	6.4
HCO ₃ ⁻	Титриметрия	мг/л	84.2	2.44	323.3	109
SO ₄ ²⁻	Ионная хроматография		20.8	0.16	111.4	7.10
Cl ⁻			22.0	1.38	67.8	7.35
NO ₂ ⁻	Фотоколориметрия		0.07	0.01	0.3	0.07
NO ₃ ⁻			22.6	0.15	93.9	1.52
Ca ²⁺	Ионная хроматография		22.0	1.90	75.4	16.6
Mg ²⁺			7.70	0.85	55.2	8.07
Na ⁺			17.0	1.37	58.3	10.9
K ⁺			6.52	0.39	76.0	2.25
NH ₄ ⁺	Фотоколориметрия		1.46	0.02	6.40	0.09
CO ₂	Титриметрия		37.7	8.80	140.8	63.1
C _{орг}	ВТКО		1.43	0.34	5.53	6.62
N _{орг}	Расчетный		3.08	0.22	10.9	-
N _{общ}	ВТКО		8.17	0.83	32.1	-
Min	Расчетный	203.9	16.6	763.4	185	

Примечание: ВТКО – метод высокотемпературного каталитического окисления. Min – минерализация.

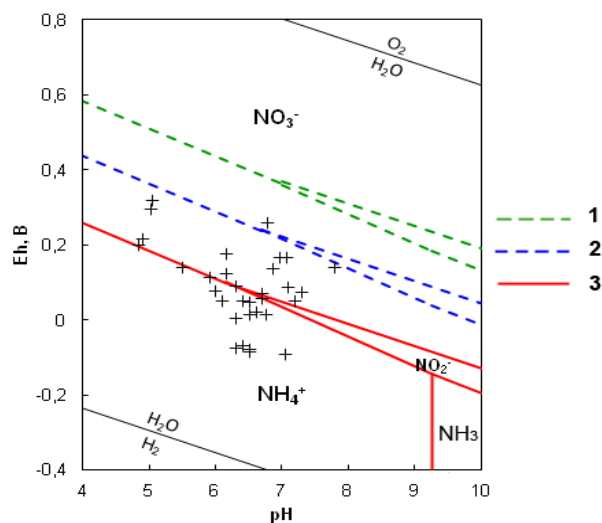


Рис. 2 Диаграмма полей устойчивости соединений азота в координатах pH-Eh с нанесением данных по составу подземных вод бассейна оз. Поянху

Условные обозначения: 1 – теоретические поля устойчивости соединений азота [2]; 2 – поля устойчивости, построенные на основе практических концентраций соединений азота в загрязненных водах [2]; 3 – поля устойчивости, построенные на основе концентраций соединений азота в подземных водах бассейна оз. Поянху.

Для определения устойчивости различных форм азота были использованы диаграммы pH-Eh, границы перехода окисленных форм азота в восстановленные уточнялись относительно точек опробования, в которых очевидно преобладали те или иные соединения азота [2]. Очевидно, что несмотря на локальное повышение концентрации NH₄⁺, на диаграмме полей устойчивости основных форм азота (рис. 2) для подземных вод бассейна оз. Поянху отмечается значительное увеличение поля стабильности нитрат-иона., по сравнению с данными С.Р. Крайнова, полученными для вод, загрязненных соединениями азота [2]. Так значение Eh в точке перехода NO₃⁻ – NH₄⁺, NO₃⁻ – NO₂⁻ и NO₂⁻ – NH₄⁺ для исследуемых вод снизилось с 240 до 100 мВ, pH точки перехода изменилось не столь значительно, с 6,7 до 6,2. Причиной снижения значения Eh границы перехода окисленных форм азота в восстановленные может являться как активное протекание процессов нитрификации при благоприятных для развития бактерий температурных условиях субтропического влажного климата, так и

избыточное поступление NO_3^- с неорганическими удобрениями. Ответ на этот вопрос помогут дать дальнейшие исследования микробиологии и изотопного состава подземных вод.

Литература

1. Брилинг И.А. Загрязнение подземных вод нитратами удобрений // Водные ресурсы. – 1985. – №4. – С. 101 – 107.
2. Крайнов С.Р., Соломин Г.А., Закутин В.П. Окислительно-восстановительные условия трансформации соединений азота в подземных водах (в связи с решением геохимико-экологических проблем) // Геохимия. – 1991. – №6. – С. 822 – 831.
3. Тютюнова Ф.И. Гидрогеохимия техногенеза. – М.: Наука, 1987. – 335 с.
4. Шварцев С.Л. Гидрогеохимия зоны гипергенеза: 2-е изд., испр. и доп. – М.: Недра, 1998. – С. 73.
5. Min J.-H., Yun S.-T., Kim K., Kim H.-S., Hahn J., Lee K.-S. Nitrate contamination of alluvial groundwaters in the Nakdong River basin, Korea // Geosciences Journal. – 2002. – №6. – Vol. 1. – p. 35 – 46.

ИНЖЕНЕРНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗЫСКАНИЯ ДЛЯ ОБЪЕКТОВ АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ (НА ПРИМЕРЕ СЕВЕРСКОЙ АЭС)

С.Ю. Сохарева

Научный руководитель доцент В.В. Янковский

Национальный Исследовательский Томский политехнический университет, г.Томск, Россия

Необходимость строительства Северной атомной электростанции (АЭС) продиктована сложной ситуацией в энергосистеме Томской области и объединенной энергосистеме Сибири в целом. Социально-экономическое развитие Томской области, развитие промышленности неизбежно приведет к нехватке электроэнергии.

Объем собственного производства электроэнергии в энергосистеме Томской области после плановой остановки реакторов на Сибирском химическом комбинате (в 2008 году) сократился до 40 %.

Восполнение дефицита происходит за счет поставок электроэнергии из соседних регионов. Северные районы области, где сосредоточена добыча нефти и газа, снабжаются от энергосистемы Тюменской области. Недостающая электроэнергия для южной части области поставляется из Кузбасской, Новосибирской и Красноярской энергосистем.

Основания для строительства Северной АЭС

«Энергетическая стратегия России на период до 2020 года», утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 28 августа 2003 г. № 1234-р;

«Генеральная схема размещения объектов электроэнергетики до 2020 года», утвержденная распоряжением Правительства Российской Федерации от 22 февраля 2008 г. № 215-р;

«Энергетическая стратегия России на период до 2030 года», утвержденная распоряжением Правительства Российской Федерации от 13 ноября 2009 г. №1715-р;

«Энергетическая стратегия Томской области на период до 2020 года»;

«Декларация о намерениях инвестирования в строительство энергоблоков №1 и №2 Северной АЭС»

[1].

Источники финансирования

Федеральный бюджет и собственные средства госкорпорации «Росатом».

Заказчик – «Концерн Росэнергоатом».

В Томской области планируется построить двухблочную АЭС с водо-водяными энергетическими реакторами ВВЭР-1150 суммарной мощностью 2300 МВт.

Проект Северной АЭС будет разрабатываться на основании базового проекта АЭС-2006 и явится усовершенствованным вариантом существующих и строящихся атомных станций [2].

Для обоснования видов и объемов работ нами была рассмотрена действующая Калининская АЭС с похожими природными условиями.

Для реализации данного проекта необходимо проведение инженерно-экологических мероприятий. Инженерно-экологические изыскания на площадке проводятся с целью получения необходимых и достаточных материалов для экологического обоснования проекта строительства АЭС с учетом нормального режима эксплуатации, а также при проектных и запроектных авариях, и корректировки проектных решений в части принятия дополнительных мероприятий, направленных на предотвращение и (или) минимизацию последствий воздействия АЭС на окружающую среду. Изыскания должны быть выполнены в объеме, необходимом для получения лицензии на сооружение АЭС.

Задачи инженерно-экологических изысканий на этапе разработки проекта АЭС включают:

– уточнение материалов и данных по состоянию окружающей среды, полученных на этапах

– выбора пункта и площадки;

– уточнение границ зоны влияния АЭС, в том числе выводов по ОВОС, прогноз изменений

– окружающей среды, связанных с различными видами загрязнений (химического, радиационного, теплового) и урбанизацией территории;

- экологическое изучение водоемов и водотоков, предназначенных для использования в качестве источников технического и хозяйственно-питьевого водоснабжения, а также водоемов-накопителей (в комплексе с инженерно-гидрометеорологическими изысканиями);

- определение внутригодовой и, в отдельных случаях при соответствующем обосновании в программе работ, межгодовой динамики растительности и животного мира, включая исследования гидробионтов;

- исследование гидрохимических показателей поверхностных вод в различные фазы гидрологического режима (в комплексе с инженерно-гидрометеорологическими изысканиями);

- уточнение современного функционального использования территории площадки и прилегающей зоны и условий проживания населения;

- получение дополнительной информации для разработки программы экологического мониторинга в период строительства и эксплуатации АЭС;

- разработка программы экологического мониторинга.

Инженерно-экологические изыскания на стадии разработки проектной документации проводятся в пределах выбранной площадки размещения АЭС и прилегающей территории радиусом 8 – 10 км и в зоне наблюдения радиусом 30 км.

Материалы, полученные при изысканиях на выбранной площадке, должны обеспечивать разработку раздела Перечень мероприятий по охране окружающей среды (ПМООС) [3].

В состав инженерно-экологических изысканий входят:

- сбор, обработка и анализ опубликованных и фондовых материалов и данных о состоянии природной среды, поиск объектов-аналогов, функционирующих в сходных природных условиях;

- экологическое дешифрирование аэрокосмических материалов с использованием различных видов съемок (черно-белой, многозональной, радиолокационной, тепловой и др.);

- маршрутные наблюдения с покомпонентным описанием природной среды и ландшафтов в целом, состояния наземных и водных экосистем, источников и признаков загрязнения;

- проходка горных выработок для получения экологической информации;

- эколого-гидрогеологические исследования;

- геоэкологическое опробование и оценка загрязненности атмосферного воздуха, почв, грунтов, поверхностных и подземных вод;

- почвенные исследования;

- лабораторные химико-аналитические исследования;

- исследование и оценка радиационной обстановки;

- газогеохимические исследования;

- исследование и оценка физических воздействий;

- изучение растительности и животного мира;

- социально-экономические исследования;

- санитарно-эпидемиологические и медико-биологические исследования;

- стационарные наблюдения (экологический мониторинг);

- камеральная обработка материалов и составление отчета.

Назначение и необходимость отдельных видов работ и исследований, условия их взаимозаменяемости и сочетания с другими видами изысканий устанавливаются в программе инженерно-экологических изысканий в зависимости от вида строительства, характера и уровня ответственности проектируемых зданий и сооружений, особенностей природно-техногенной обстановки, степени экологической изученности территории и стадии проектно-изыскательских работ [4].

Рассматриваются четыре варианта площадок для возможного размещения Северной АЭС:

Площадка №1 располагается в 2,5 км севернее города Северска, имеющего численность населения свыше 110 тыс. человек, в 8,5 км от северной части городской застройки г. Томска, имеющего численность населения около 600 тыс. человек.

Площадка №2 располагается в 5 км севернее города Северска и в 11,5 км от северной части городской застройки г. Томска.

Площадка №3 располагается в непосредственной близости к реке Самуська – притоку реки Томь, в 16 км северо-западнее города Северска и 26 км от существующей застройки города Томска. На запад от площадки в 4 км располагается поселок Самусь, численность которого 5,7 тыс. человек.

Площадка №4 располагается северо-западнее Сибирского химического комбината на расстоянии 2,5 км, от города Северска – в 6 км и в 20 км от города Томска [2].

Выбор площадок Северной АЭС осуществляется в соответствии с требованиями нормативных документов, собственного понимания об отклике биокомпонентов на возможные воздействия, а также с учетом пожеланий местных природоохранных и общественных организаций к реализуемой деятельности по сооружению и эксплуатации АЭС.

Биоразнообразие территорий, наличие в районе размещения АЭС охраняемых природных комплексов, объектов культурно-этнографического наследия, самобытный уклад жизни населения — все эти факторы, влияют на выбор площадки для размещения АЭС.

Как следствие, реализация мер по регулированию экологического воздействия на стадии ОБИН позволила сделать оптимальный выбор площадок для АЭС.

В соответствии с ФЗ-33 «Об особо охраняемых природных территориях» и НП-032-01 «Размещение атомных станций. Основные критерии по обеспечению безопасности» не допускается размещение атомных станций на особо охраняемых природных территориях.

На территориях площадок предполагаемого размещения Северной АЭС нет особо охраняемых земель природоохранного, рекреационного и историко-культурного назначения, также отсутствуют особо охраняемые виды растений и животных.

После оценки приведенных выше факторов была выбрана площадка №3, расположенная к северо-западу от г. Томска [5].

На опыте работы действующей Калининской станции в области охраны и в области проведения исследований за состоянием окружающей среды возможно обоснование видов и объемов работ на проектируемой Северной АЭС.

Литература

1. Администрация Томской области [электронный ресурс]: Официальный информационный интернет-портал / <http://tomsk.gov.ru/>
2. Декларация о намерениях инвестирования в строительство энергоблоков №1 и №2 Северной АЭС.
3. СП 151.13330.2012 Инженерные изыскания для размещения, проектирования и строительства АЭС. Часть II. Инженерные изыскания для разработки проектной и рабочей документации и сопровождения строительства.
4. СП-11-10-02-97 «Инженерно-экологические изыскания для строительства». – М.: Минстрой России, 1997.
5. Атомэнергопроект [электронный ресурс]: официальный сайт / <http://old.aep.ru/>

РАВНОВЕСИЕ ПРИРОДНЫХ ВОД Г. КИШИНЕВ С КАРБОНАТНЫМИ МИНЕРАЛАМИ ВОДОВМЕЩАЮЩИХ ПОРОД

А.Н. Тимошенкова¹, Е.Ю. Пасечник², О.Г. Токаренко²

¹*Институт геологии и сейсмологии Академии наук Молдовы, г. Кишинев, Республика Молдова*

²*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

В последние годы высокий интерес мировой научной общественности направлен на учение о геологической эволюции взаимодействия вод с горными породами [9]. В настоящий момент теория взаимодействия воды с горными породами относительно детально разработана с общих геохимических позиций, экспериментального моделирования, физико-химического моделирования процессов растворения пород и т.д. [1]. Более того, применение современных подходов становится особенно актуальным в случае изучения вопросов формирования состава подземных вод в условиях антропогенной нагрузки. Однако, решение этой проблемы невозможно без детального изучения состояния термодинамического равновесия подземных вод с ведущими минералами вмещающих пород, в частности, с карбонатными. Изучение равновесия подземных вод к последним является неотъемлемым звеном в понимании вопросов эволюционного развития вод, дает возможность косвенным образом установить взаимосвязь между степенью насыщенности вод к минералам и антропогенной нагрузкой.

В геологическом отношении территория исследований расположена на юго-западе Восточно-Европейской докембрийской платформы и находится в центре Молдавской плиты. Кристаллический фундамент находится на глубине 1600 – 1800 м и состоит из архейских и нижнепротерозойских сильно дислоцированных пород магматического и метаморфического происхождения. Осадочный чехол сложен осадочными образованиями верхнего протерозоя, нижнего и среднего палеозоя и верхнего мела. Завершается осадочный чехол морскими отложениями среднего палеогена (эоцен), неогена (баденский и сарматский яруса), четвертичными отложениями террас рр. Днестр и Бык. Для неогеновых отложений характерно образование трёх рифовых гряд, вторая из которых – среднесарматская, проходит через г. Кишинев.

В зависимости от гидродинамических и генетических особенностей по условиям залегания имеют проявление два типа подземных вод. Первый тип – грунтовые воды зоны активного водообмена, залегающие в основном на глубине 0 – 15 м, в редких случаях глубже. Водовмещающие породы представлены разнородными песками и песчанистыми глинами. Подошва водоносного горизонта состоит из плотных голубовато-серых и зеленовато-серых среднесарматских глин, поверхность которых на отдельных участках размыта. Питание грунтовых вод осуществляется путем инфильтрации атмосферных осадков, притока грунтовых вод из надпойменных террас, а в период половодья – за счет паводковых вод [3].

Исследуемая территория является репрезентативным примером четко выраженной антропогенной нагрузки, проявляющейся в наличии превышений по нитратному загрязнению и его влияния на геохимические особенности подземных вод Республики Молдова в целом. На рис.1 представлена территория исследования городской агломерации, состоящей из 5 жилых районов, каждый из которых отличается различной степенью антропогенной нагрузки.

В основу работы положены результаты опробования подземных вод, которое проводилось в летний период 2013 г. из источников водоснабжения, используемых населением для питьевых целей. Всего опробовано 85 источников, в состав которых входят 20 нисходящих и восходящих родников, имеющих естественную разгрузку в пределах города, и 65 колодцев глубиной не менее 10 м. Химический анализ проб воды был проведен в аккредитованной лаборатории гидрогеологии и инженерной геологии Института геологии и сейсмологии

Академии наук Молдовы с использованием новейшего аналитического оборудования с применением методов титриметрии и ионной хроматографии.

Расчеты равновесия проводились по известным методикам, разработанным на базе термодинамики гидрогеохимических процессов [1] с использованием компьютерной программы HydroGeo [2]. Свободные энергии образования карбонатных минералов и растворенных химических элементов заимствованы из работы [1]. Для выяснения степени равновесности терм к отдельным минералам мы использовали методику построения полей устойчивости минералов, разработанную Р.М. Гаррелсом и Ч.Л. Крайстом [7].

Выявлено, что подземные воды имеют специфические особенности химического состава. Первой из них является минерализация вод, которая в исследуемых пробах воды варьирует в широком диапазоне – от 0,39 до 2,63 г/л. Воды являются преимущественно слабощелочными, пресными, реже слабосоленатыми, при среднем значении солёности 1,1 г/дм³ (табл.).

Таблица

Химический состав подземных вод г. Кишинев (количество проб – 85)

Компонент	Концентрация, mg/L		
	Min	Max	Среднее
TDS, g/L	0,4	2,6	1,1
pH	7,0	8,4	7,6
HCO ₃ ⁻	244,0	902,8	526,1
Cl ⁻	13,6	408,7	110,8
SO ₄ ²⁻	8,0	1488,0	270,4
NO ₃ ⁻	0,4	994,4	116,5
Ca ²⁺	14,2	383,2	121,6
Mg ²⁺	7,8	222,5	90,4
Na ⁺	28,0	305,0	124,9
K ⁺	0,1	125,2	6,4
Fe ²⁺	0,1	1,0	0,3

По химическому типу изучаемые воды являются разнообразными. В целом, в г. Кишинев распространены следующие химические типы вод по преобладающему содержанию анионов с различными комбинациями катионной составляющей (по С.А. Шукареву) (в скобках – % от общего числа исследуемых проб по убыванию): I тип – HCO₃–Mg – Ca, – Na– Mg – Ca, – Ca – Na, – Na – Mg, реже – Mg – Ca – Na или – Ca – Mg – Na или – Ca, – Mg и – Na (40 %); II тип – HCO₃ – SO₄ – Mg – Na, – Mg – Ca, реже – Ca, – Na – Ca, – Na – Mg – Ca, – Na – Mg и – Na – Ca (37 %); III тип – SO₄ – HCO₃ – Ca – Mg – Na, – Mg – Ca – Na, – Ca – Na – Mg, – Ca – Mg, – Mg – Ca, – Mg – Na, – Na – Mg (12 %); IV тип – SO₄ – Ca – Mg – Na, – Ca – Mg – Na, – Ca – Na – Mg, – Na – Mg – Ca, – Mg – Na – Ca (6 %). Повышенные концентрации нитрат-иона в грунтовых водах позволяет выделить дополнительный химический тип, который можно назвать «экзотическим» и характеризует особенность подземных вод изучаемой территории: V тип – NO₃ – HCO₃–Mg – Ca, иногда с повышенным содержанием хлор-иона (5 %). Выявлено, что нитратный химический тип подземных вод распространен большей частью в северо-западной части города. Наблюдается закономерность увеличения концентрации нитрат-иона по мере роста концентраций кальция и магния, а также сульфат-иона. Установлено [8], что источником повышенных концентраций нитратов служит сельское хозяйство.

Площадная гидрогеохимическая зональность грунтовых вод характеризуется распространением гидрокарбонатных вод с преобладанием катионов магния и кальция либо натрия и магния большей частью на более возвышенных участках города. На участках с более низкой абсолютной отметкой в составе вод появляется сульфат-ион. Воды с повышенным содержанием последнего широко распространены как на территории Российской Федерации, так и других странах [6]. Их проявления, как правило, приурочены к областям развития процессов континентального засоления [4], либо к областям проявления сульфидных месторождений, имеющих широкое распространение, например, в Забайкалье [5]. Содержание сульфатов в исследуемых водах сопоставимо с концентрацией, наблюдаемой в водах вышеперечисленных районов, и достигает почти 1,5 г/л.

Термодинамические расчеты показали, что большая часть исследуемых подземных вод, несмотря на невысокие значения минерализации и содержания кальция, достигают равновесия с таким карбонатным минералом, как кальцит (рис.). Достаточно удаленное расположение фигуративных точек указывает на состояние пересыщенности вод кальцитом, причем в водах всех химических типов.

Подземные воды, как и типичные воды зоны гипергенеза, удачно вписываются в общие представления о характере их равновесия с кальцитом. Согласно ему, воды с минерализацией более 0,6 г/л и одновременно pH более 7,4, достигают равновесия с карбонатом кальция [6, 10], который в определенных геохимических условиях может не только растворяться, но и высаживаться из раствора в виде вторичного минерала. Незначительная часть вод все же остается недонасыщенной относительно кальцита. В эту группу входят некоторые воды гидрокарбонатного и гидрокарбонатно-сульфатного типа. Среднее значение минерализации в этих водах составляет 0,4 г/л, содержание гидрокарбонат-иона – 329 мг/л, кальция – 16 мг/л при pH равном 7,7, тогда как у вод, насыщенных кальцитом, средние значения перечисленных параметров заметно выше. Именно в этих водах кальций способен накапливаться в растворе в результате его выщелачивания из водовмещающих горных пород в условиях активного водообмена.

Глубоко пересыщенное состояние наблюдается в подземных водах относительно кальцита и доломита (рис., а и б). Однако, не смотря на более низкую свободную энергию образования доломита, вторичный кальцит будет образовываться первым по причине меньшего числа компонентов, содержащихся в составе минерала. Сидерит же (рис. в), имея достаточно высокую энергию образования, в этом ряду будет образовываться последним.

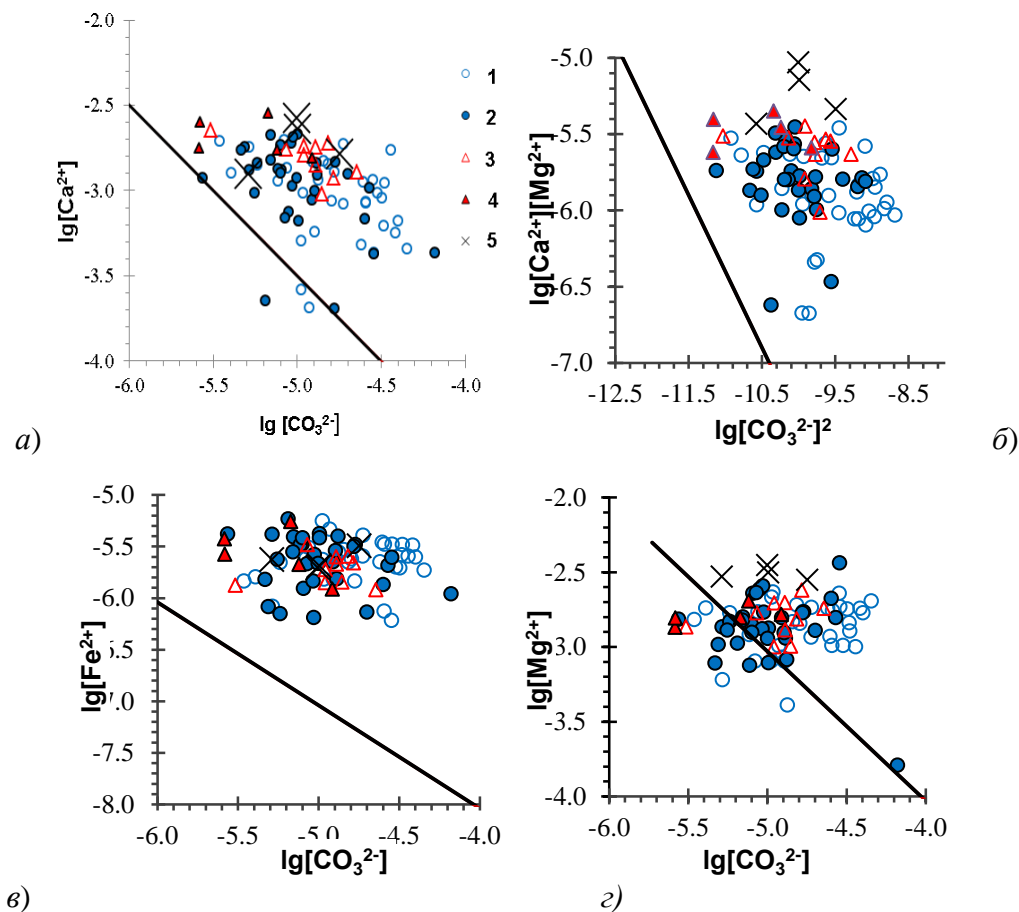


Рис. Диаграмма равновесия подземных вод г. Кишинев с кальцитом (а), доломитом (б), сидеритом (в) и магнезитом (г) при 25 °С

Не смотря на высокую скорость водообмена и непродолжительное время взаимодействия грунтовых вод г. Кишинев с горной породой равновесие с многими карбонатными минералами все же устанавливается. В результате этого взаимодействия в системе вода-порода большая часть переходящих в раствор элементов связывается вновь образуемыми вторичными минералами: Са – кальцитом и доломитом, Mg – магнезитом, Fe – сидеритом. Данное обстоятельство позволяет изучаемые подземные воды отнести к карбонатобразующему геохимическому типу согласно классификации С.Л. Шварцева [6]. Наблюдаемое равновесие с кальцитом подтверждает наличие раннего этапа эволюции подземных вод, что сопровождается довольно низкими значениями их минерализации (менее 1 г/дм³) в виду наличия гидравлической связи с поверхностными водами и атмосферными осадками. Именно в этих точках равновесие к карбонатам вод сдвигается в сторону недонасыщенности. В виду того, что взаимодействие вод с алюмосиликатами, широко распространенных на данной территории, продолжается, то процессы образования карбонатов играют значительную роль на данном этапе формирования состава подземных вод г. Кишинев.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 13-05-90919.

Литература

1. Алексеев В.А., Рыженко Б.Н., Шварцев С.Л., Зверев В.П., Букаты М.Б., Мироненко М.В., Чарыкова М.В., Чудаев О.В. Геологическая эволюция и самоорганизация системы вода-порода. Т.1. Система вода-порода в земной коре: взаимодействие, кинетика, равновесие, моделирование. – Новосибирск: Изд. СО РАН, 2005. – 244 с.
2. Букаты М.Б. Разработка программного обеспечения для решения гидрогеологических задач // Известия Томского политехнического университета. – Томск, 2002. – Т. 305, № 6. – С. 348 – 365.
3. Геология СССР. Молдавская ССР. Том 45. – М.: Недра, 1969. – 456 с.
4. Перельман А.И., Касимов Н.С. Геохимия ландшафтов. – М.: Астрель-2000, 1999. – 768 с.

5. Плюсин А.М., Замана Л.В., Шварцев С.Л., Токаренко О.Г., Чернявский М.К. Гидрогеохимические особенности состава азотных терм Байкальской рифтовой зоны // Геология и геофизика. – Новосибирск, 2013. – Т.54. № 5. – С. 647 – 664.
6. Шварцев С.Л. Гидрогеохимия зоны гипергенеза. – М.: Недра, 1998. – 366 с.
7. Garrels R.M., Christ Ch.L. Solutions, Minerals and Equilibria. – New York: Harper & Row, 1965. – 450 p.
8. Moraru С.Е. Groundwater quality formation in the Moldova Republic under the influence of anthropogenic factors (irrigation, fertilization): Buletinul Academiei de Stiinte a Rep. Moldova.ser.Fizica si Tehnica, 1995, No 1: 93 – 99.
9. Shvartsev S.L. The system water-rock-gas-organic matter of V Vernadsky // Procedia Earth and Planetary Science. – France, 2013 – № 7. – P. 810–813.
10. Shvartsev S.L. Geochemistry of fresh groundwater in the main landscape zones of the Earth // Geochemistry International. – Москва, 2008. – V.46, №3. – P. 128 – 1398.

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД ЯУНЛОРСКОГО ЛИЦЕНЗИОННОГО УЧАСТКА

С.С. Улаева

Научный руководитель доцент Н.Г. Наливайко

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г.Томск, Россия

Важной проблемой современности является сохранение чистоты водных бассейнов и особенно вблизи густонаселенных или подверженных техногенной нагрузке территорий. Ожидаемый водный кризис связан с непрерывным загрязнением вод и появлению в системе вода-порода-газ-органическое вещество еще одного участника – загрязнителя. Одним из крупнейших поставщиков различного рода загрязнителей является активно функционирующий нефтегазовый комплекс. Пути поступления загрязняющих веществ в природные воды могут быть любые: сточные воды производств, проливы и их инфильтрация или смыв в реки с атмосферными осадками, испарения, газовые выбросы и т.д. В связи с этим, актуальным становится вопрос о контроле качества вод [3].

Водный объект представляет собой сложную экосистему, характеризующуюся многими биотическими и абиотическими параметрами. Таким образом, качество природных вод представляет собой совокупность физических, химических и биологических показателей, определяющих степень пригодности воды для конкретных видов водопользования и отвечающих требованиям охраны окружающей среды [4].

Целью исследования является оценка качества поверхностных вод, а именно рек Правая Минчимкина и Быстрый Кульёган, которые протекают по территории Яунлорского лицензионного участка, принадлежащего ОАО «Сургутнефтегаз». Нефтегазодобывающие управления ОАО «Сургутнефтегаз» представляют собой площадочные объекты, расположенные, в основном, на больших расстояниях от населенных пунктов на территории лицензионных участков (месторождений нефти и газа), соединенные между собой трубопроводами различного назначения. Основной производственной деятельностью НГДУ «Сургутнефть» является выполнение комплекса работ по добыче и транспортировке нефти и газа на месторождениях.

Яунлорский лицензионный участок нефтегазоносного месторождения входит в состав нескольких месторождений, эксплуатируемых ОАО «Сургутнефтегаз» и расположен в Сургутском районе Ханты-Мансийского автономного округа Югры в 50 км к северо-западу от г. Сургута. Приблизительная площадь участка – 457,58 км² (рис.).



Рис. Схема местоположения Яунлорского лицензионного участка

В соответствии с действующим природоохранным законодательством, недропользователи обязаны создавать систему регулярных наблюдений за состоянием окружающей среды (ОС), то есть осуществлять экологический мониторинг.

По плану-графику отбора проб и наблюдений на постах экологического мониторинга пробы речных вод отбирались 3 раза в год: в период половодья (апрель), летней межени (июль-август) и перед ледоставом (октябрь-

ноябрь). Места отбора были выбраны таким образом, чтобы отследить динамику изменения состава вод на входе и на выходе рек из границ лицензионного участка.

Согласно полученным данным лаборатории г. Сургута, результаты комплексного химического анализа природной поверхностной воды за 2011 – 2013 года при сравнении с ПДКр.х. показали, что за рассмотренный период постоянным оказалось аммонийное загрязнение [2]. Превышения концентраций ионов аммония достигают 10,5 ПДК. Показания результатов по цинку превышали ПДК в 18 раз. Не единичными были случаи превышения концентраций меди, до 7 ПДК. Нефтепродукты превышали ПДК в апреле 2011 почти в 1,6 раза, а фенолы – в 26 раз на выходе реки из границ лицензионного участка. Концентрации хлоридов не превышают значения ПДК, но содержания их значительны и могут составлять треть от допустимого значения. Превышений по свинцу, никелю и хрому не обнаружено. Концентрация ртути была превышена в 2 раза в сентябре 2013 г. Значения нитратов и сульфатов на протяжении рассматриваемого периода были в пределах допустимых значений, и лишь однажды было зафиксировано превышение по фосфатам в августе 2011 г (табл.1 и табл.2).

Таблица 1

Результаты комплексного химического анализа в период половодья (апрель-май) за 2011 – 2013 гг

Водный объект, место отбора проб	рН	Ионы аммония	Нитрат-ион	Сульфат-ион	Хлорид-ион	Нефте-продукты	Фенол	Железо	Свинец	Цинк	Никель	Марганец	Медь
ПДК р.х.	6,5-8,5	0,5	40	100	300	0,05	0,001	0,1	0,006	0,01	0,01	0,01	0,001
р. Минчимкина, р-н к-430, вход на ЛУ	6,3-6,6	1,1-5,2	0,1-20,9	0,1-0,8	0,8-8,2	<0,02-0,068	<0,0005-0,0007	4,2-7,3	<0,001-0,002	<0,005-0,04	до 0,001	0,013-0,59	<0,001-0,006
р. Минчимкина, р-н к-449, к-448, на выходе за пределы ЛУ	6,3-6,5	1,5-4,8	0,1-20,7	1,07-2,19	3,4-74	<0,02-0,078	<0,0005-0,00053	2,8-4,1	<0,001-0,0063	<0,005-0,037	0,001-0,0028	0,011-0,43	<0,001-0,006
р. Быстрый Кульёган, р-н к-464, вход на ЛУ	5,3-6,3	1,2-2,0	0,2-22,4	0,41-1,46	1,61-10,5	<0,02-0,027	<0,0005-0,0023	0,3-1,87	0,002-0,0022	<0,005-0,037	0,0017-0,002	0,052-0,133	<0,0012-0,003
р. Быстрый Кульёган, р-н к-434	5,8-6,3	0,8-2,9	0,1-20,0	1,53-2,22	1,3-87	<0,02-0,072	<0,0005-0,00057	0,83-1,56	<0,001-0,003	<0,005-0,051	0,001-0,003	0,087-0,15	<0,001-0,007

Таблица 2

Результаты комплексного химического анализа в период летне-осенней межени (август - сентябрь) за 2011 – 2013 гг.

Водный объект, место отбора проб	рН	Ионы аммония	Нитрат-ион	Фосфаты	Сульфат-ион	Хлорид-ион	Нефте-продукты	Фенол	Железо	Цинк	Никель	Марганец	Медь
ПДК р.х.	6,5-8,5	0,5	40	0,2	100	300	0,05	0,001	0,1	0,01	0,01	0,01	0,001
р. Минчимкина, р-н к-430, вход на ЛУ	6,4-6,8	0,15-0,53	0,6-1,14	<0,1-0,185	0,3-1,18	0,44-8	<0,02-0,32	<0,0005-0,0219	0,73-1,05	0,009-0,056	<0,001-0,008	0,003-0,041	0,001-0,006
р. Минчимкина, р-н к-449, к-448, на выходе за пределы ЛУ	6,3-6,85	0,14-0,83	0,61-1,06	<0,1-1,33	0,128-1,3	6,4-20,8	<0,02-0,028	<0,0005-0,01	0,58-1,09	0,013-0,17	<0,001-0,002	0,004-0,026	<0,001-0,002
р. Быстрый Кульёган, р-н к-464, вход на ЛУ	6,6	0,085	<0,1	<0,1	0,6	7,1	0,031	<0,0005	0,88	0,011	0,002	0,01	0,002
р. Быстрый Кульёган, р-н к-434	6,3-6,8	0,105-2	0,23-1,34	<0,1-0,161	0,91-3,4	25-33	<0,02-0,02	<0,0005-0,0104	0,2-0,86	0,008-0,18	<0,001-0,003	0,007-0,022	<0,001-0,001

*Результаты концентраций для табл.1 и табл.2 представлены в значениях «от» и «до».

В целом, обстановка по загрязнению вод неблагоприятна, особенно в районах нефтедобычи. Характерными загрязняющими веществами являются соединения марганца, железа, фенолов, цинка, азота аммонийного, меди и нефтепродуктов. Повышенное содержание железа, марганца и фенолов обусловлено скорее природной спецификой, так как эти компоненты являются типоморфными элементами вследствие значительной

заболоченности территории и повышенного содержания органических веществ. Нефтезагрязнение в свою очередь носит антропогенный характер [1].

Литература

1. Артамонов Р.А., Ганиев В.Н. Проект локального экологического мониторинга территории Яунлорского лицензионного участка ОАО «Сургутнефтегаз». – Сургут, 2012.
2. «Нормативы качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативы предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения» утверждены приказом Росрыболовства от 18.01.2010 №20.
3. Зарубина Р.Ф.. Анализ и улучшение качества природных вод. Часть 2. Методы оценки качества природных вод: учебное пособие / Р.Ф. Зарубина, Ю.Г. Копылова, А.Г. Зарубин; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011. – 151 с.
4. Караушев А.В.. Методические основы оценки антропогенного влияния на качество поверхностных вод. – Ленинград: Гидрометеиздат, 1981. – С. 6 – 7.

УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ СОСТАВА ПОДЗЕМНЫХ ВОД В ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН

З.Г. Файзрахманова, Е.Н. Ястребова

Научный руководитель доцент Р.Х. Мусин

Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань, Россия

Формирование химического состава поверхностных и подземных вод (ПВ) определяется многочисленными процессами, которые контролируются разнообразными факторами. Факторы обычно объединяются в две группы: природные и техногенные. Важнейшее значение в группе природных факторов имеют литолого-фациальные особенности гидрогеологических разрезов. Подземные воды первого от поверхности водоносного горизонта, в дальнейшем именуемые грунтовыми водами, подвергаются сорбционным и капиллярным силам [1].

Для количественной оценки влияния состава горных пород на состав содержащихся в них вод автором изучены гидрогеологические условия верхней части разреза Предволжского региона Республики Татарстан (РТ). Общая площадь которого составляет ~ 10000 км². Верхняя часть разреза региона представлена комплексами полифациальных пермских, юрско-меловых и плиоцен-четвертичных отложений. В этой неоднородной слоистой толще выделяется ряд водоносных и слабоводоносных комплексов, связанных межпластовым взаимодействием по схеме Мятлева [2, 4].

Пермским отложениям соответствуют карбонатно-терригенные образования уржумского яруса, характеризующиеся незакономерным чередованием в разрезе слабо выдержанных по латерали прослоев с резко варьирующей водопроницаемостью. Мезозойские отложения представлены морскими, преимущественно глинистыми образованиями в стратиграфическом интервале от батского яруса средней юры до кампанского яруса верхнего мела. Проницаемые породы в виде песчаников и мергелей отмечаются в виде маломощных часто невыдержанных по простиранию прослоев. Толщина их редко превышает 1 м, и в большинстве случаев эти прослои разъединены толщами глин мощностью до 10 – 20 м и более.

Химические составы подземных вод уржумских и верхней части казанских отложений, а также поверхностных вод небольших водотоков на основной части территории, вне пределов населенных пунктов, практически идентичны [3]. Это гидрокарбонатные, реже сульфатно-гидрокарбонатные, кальциевые или магниевые-кальциевые воды питьевого качества с минерализацией, преимущественно, 0,25 – 0,5 г/дм³ и преобладающей общей жесткостью – до 5 – 6 ммоль/дм³. Химический состав подземных вод юрских и меловых отложений отличается более высокими концентрациями веществ. Состав воды в основном гидрокарбонатный, реже сульфатно-гидрокарбонатный, магниевые-кальциевый с минерализацией, преимущественно 0,6 – 0,8 г/дм³ и преобладающей общей жесткостью – 7 – 8 ммоль/дм³.

Были проанализированы водные вытяжки с основных разновидностей водовмещающих образований и пород зоны аэрации. (при подготовке водных вытяжек использовалась вода варьирующего состава – дистиллированная; талая снеговая вода с минерализацией 0,06 г/л и родниковая вода с солесодержанием 0,4 г/л). Локализованные в них грунтовые воды вне пределов населенных пунктов и другого типа источников загрязнения обычно имеют гидрокарбонатный магниевые-кальциевый состав с минерализацией 0,15 – 0,4 г/л и общей жесткостью до 5 – 7 ммоль/л.

Вариации состава ПВ в первую очередь определяются особенностями строения разрезов и длительностью взаимодействия в системе «вода-порода».

Выводы. Природные факторы доминируют в формировании состава ПВ в Предволжском регионе. Выщелачивающая активность атмосферных осадков зависит от уровня их pH. Более высокая минерализующая роль мезозойских отложений определяется их морским генезисом и относительно слабой проницаемостью. Важной особенностью последних является обогащенность органическим веществом, что определяет потенциальную возможность выявления в поле развития мезозойских отложений минеральных лечебных вод типа «Волжанка».

Работа выполнена за счет средств субсидии, выделенной в рамках государственной поддержки Казанского (Приволжского) федерального университета в целях повышения его конкурентоспособности среди ведущих мировых научно-образовательных центров.

Характеристика водных вытяжек на основе талой снеговой воды

Литотипы	Индекс возраста	Минерализация (мг/л)	Жесткость (ммоль/л)
Почва	Q	237 (168)	2,1 (1,8)
Суглинок	Q	208-266 (139-197)	0,6-1 (0,3-0,7)
Глина	J3-K2	140-350 (71-281)	1,3-3,0 (1,0-2,7)
Мергель	J3-K2	152-323 (83-254)	1,3-3,2 (1,0-2,9)
Песчаник	P3sd	95-123 (26-54)	0,5-0,6 (0,2-0,3)
Алевролит	P2ur	186 (117)	1,4 (1,1)
Глина	P2ur-P3sd	132-281 (63-212)	1,2-2,4 (0,9-2,1)
Глин.-карб. мука	P2ur	132 (63)	0,9 (0,6)
Мергель	P2ur-P2kz2	148-228 (79-159)	1,1-1,2 (0,8-0,9)
Известняк	P2ur	141-285 (72-216)	1,4-2,8 (1,1-2,5)
Доломит	P2kz2	174-227 (105-158)	2,4-3,0 (2,1-2,7)

Примечание. В двух последних графах первые цифры отражают абсолютные значения, а цифры в скобках – приращения соответствующих параметров относительно характеристик первичной (снеговой) воды.

Литература

1. Всеволожский В.А. Основы гидрогеологии. – М.: Изд-во МГУ, 2007. – 448 с.
2. Геология Татарстана: Стратиграфия и тектоника / Под ред. Б.В. Бутова. – М.: ГЕОС, 2003. – 402 с.
3. Государственный доклад о состоянии природных ресурсов и об охране окружающей среды Республики Татарстан в 2005 г. / научн. ред. Н. П. Торсуев. – Казань, 2006. – 494 с.
4. Нуриев И.С., Мусин Р.Х. Ресурсы и условия формирования состава пресных подземных вод в Предволжском регионе Татарстана // Водохозяйственные проблемы и рациональное природопользование: Матер. всерос. научно-практ. конф. с межд. участием. В 2 ч. – Оренбург-Пермь, 2008. – Ч. 1. – С. 239 – 244.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ЗАМОРАЖИВАНИЯ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ МЫШЬЯКА В ПИТЬЕВЫХ ВОДАХ

Хэ Чунью

Научный руководитель доцент Н.В. Гусева

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Метод замораживания, улучшающий качество воды известен давно, но до сих пор не получил широкого практического применения [1, 2]. Возможными причинами ограничения его практического применения является малая экономическая эффективность и отсутствие научно обоснованных сведений об оптимальных условиях и физико-химическим процессам, протекающим при замораживании. Эти сведения необходимы для обоснования эффективности очистки воды и доступности этого метода для водопользователя.

Существует несколько опубликованных работ [1 – 8], посвященных исследованию эффектов улучшения качества воды (по общим показателям или отдельным показателям качества воды) методом замораживания. Анализ существующей информации об использовании и эффективности очистки воды методом замораживания показывает, что практически отсутствует информация о применении этого метода для удаления мышьяка.

В этой связи целью данной работы являлось исследование особенностей поведения мышьяка в водах при разных температурных режимах и обоснование возможности использования метода замораживания для целей водоподготовки.

Экспериментальные исследования проводились в Проблемной научно-исследовательской лаборатории гидрогеохимии НОЦ «Вода» ИПР ТПУ. Для проведения экспериментов было использовано следующее испытательное и вспомогательное оборудование: атомно-абсорбционный спектрометр МГА-915 МД (для определения концентрации мышьяка в водах), бытовой холодильник «Бирюса» (для охлаждения раствора), градусник, цилиндрический сосуд объемом 250 мл, мерная колба объемом 500 мл, секундомер.

В первом эксперименте в качестве основы модельного раствора была выбрана водопроводная вода, забор которой производился из крана в лаборатории. По химическому типу вода гидрокарбонатная кальциевая, умеренно пресная, нейтральная, умеренно жесткая. Выбор в качестве раствора носителя водопроводной воды обусловлен необходимостью проведения экспериментальных исследований на природных водах, так как физико-химические условия в растворах, созданных на основе дистиллированной воды значительно отличаются от природных. Используя государственный стандартный образец 7264As(III) с содержанием мышьяка 0,1 мг/мл, был приготовлен раствор с концентрацией мышьяка 85 мкг/л. Начальная температура раствора соответствовала 21 °С.

Раствор был помещен в холодильник для охлаждения. Через каждые 4 – 6 минуты производился отбор пробы воды из экспериментального сосуда, и измерялась концентрация мышьяка. Полученные результаты приведены в табл. 1

Таблица 1

Концентрация мышьяка в модельном растворе при разных температурах

Т раствора, С	21	16	15	11	10	8	7	5	4	2	0.5	0
\bar{C}_{As} , мкг/л	85	86	80	88	88.5	92.5	84	83.5	86	78	73	85

По полученным результатам эксперимента охлаждения отмечается следующая тенденция изменения концентрации мышьяка: при достижении температуры раствора 0 °С, концентрация мышьяка в растворе незначительно отличается от первоначально заданной концентрации 85 мкг/л.

Для исследования особенностей поведения мышьяка в модельном растворе в диапазоне отрицательных температур был проведен следующий эксперимент. Модельный раствор на основе воды из водопровода с концентрацией 80 мкг/л. при температуре 14,5 °С охлаждался до 0 °С. После достижения раствором указанной температуры через равные интервалы времени 30 минут производилось измерение концентрации мышьяка. Определение концентрации мышьяка производилось в двух сериях по два параллельных замера. По такой схеме сделан повторный эксперимент 2 в другой день. Полученные результаты приведены в табл.2

Таблица 2

Результаты эксперимента замораживания модельного раствора с 0 °С

Время замораживания, минута		0	30	60	90	120	150
\bar{C}_{As} , мкг/л	серии 1	88.3	101.05	109	144.05	139.4	117.9
	серии 2	89.95	97.6	118.5	111.6	138.45	148.75
Повторный эксперимента							
Время замораживания, минута		0	30	60	90	120	150
\bar{C}_{As} , мкг/л	серии 1	65.65	74.6	72.3	87	119.8	131.15
	серии 2	68.35	71.6	94.5	104.75	105.65	121.45

Согласно полученным результатам по мере замораживания раствора содержание мышьяка в жидкой фазе повышается, а содержание мышьяка в кристаллах (льдах) уменьшается. Такое перераспределение мышьяка обусловлено направленностью процесса кристаллизации от бортов сосуда к центру. Согласно работам [3, 6, 7] через регулирование времени замораживания раствора и скорости замораживания можно получать более чистую воду.

После 150 минут эксперимента 2 раствор был оставлен в холодильнике для заморозки. В процессе размораживания весь объем образца был разделен на несколько равных порций, в которых проведено определение концентрации мышьяка. Результаты приведены в табл.3.

Таблица 3

Результаты размораживания замороженного раствора

Очередь снятия проб	\bar{C}_{As} , мкг/л		Процент удаления As, %	Процент удаления As, %
	Серия 1	Серия 2		
1	32.56	33.51	59.30	58.11
2	25.48	38.17	68.15	52.29
3	118.44	129.42	-48.05	-61.78
4	135.27	168.56	-69.09	-110.70
Повторный эксперимента				
Очередь снятия проб	\bar{C}_{As} , мкг/л		Процент удаления As, %	Процент удаления As, %
	Серия 1	Серия 2		
1	38.31	23.50	45.58	66.62
2	34.37	32.16	51.18	54.32
3	44.04	87.28	37.44	-23.98
4	129.10	143.23	-83.38	-103.45
5	72.45	67.14	-2.91	4.63

Согласно табл.3 наблюдается эффект удаления мышьяка из раствора для первых двух порций более 45 %.

Согласно полученным результатам при охлаждении модельного раствора до 0 °С концентрация мышьяка в растворе не значительно изменяется. В дальнейшем по мере охлаждения данного раствора происходит концентрирование мышьяка в жидкой фазе. При размораживании полученные первые две порции характеризуются минимальными концентрациями мышьяка, при этом величина снижения относительно первоначальной концентрации составляет 45 %.

Таким образом, проведен анализ существующих подходов к разработке и оценке эффективности метода замораживания-размораживания для целей удаления загрязняющих веществ из вод. Показана возможность

использования этого метода для снижения концентрации мышьяка в питьевых водах. Таким образом этот метод может быть рекомендован для использования населением проживающим в районах, где иные способы водоподготовки применять невозможно. Однако для более активного внедрения этого метода необходимо установить оптимальные условия применения, а именно:

- установить оптимальную форму сосуда для заморозки.
- определить необходимое количество замороженных для достижения допустимых концентраций мышьяка в питьевых водах.
- установить оптимальную порцию воды, в которой после размораживания будет содержаться минимальное содержание мышьяка.

Литература

1. Апельцин. И. Э., Клячко В. А. Опреснение воды. – М. Стройиздательство, 1968. – 224 с.
2. Бобков В. А. Производство и применение льда. – М. Издательство. Пищевая промышленность, 1977. – 232 с.
3. Белослудов В. Р., Дядин Ю. А., Лаврентьев М. Ю. Теоретические модели клатратообразования. – Новосибирск: Издательство Наука, 1991. – 129 с.
4. Лаврик Н. Л. Возможность очистки воды от растворённых органических примесей методом замораживания при -17°C // Химии в интересах устойчивого развития. – 2004. – №1. – С. 61 – 65.
5. Лаврик Н.Л. Возможность очистки воды от растворимых примесей CaCO_3 с помощью метода перекристаллизации при -17°C // Химии в интересах устойчивого развития. – 2003. – №11. С. 863 – 867.
6. Лаврик Н.Л. Борискин В. В. Данилов К. Л. Изучение эффективности очистки воды от сульфатов металлов методом неполного замораживания // Химии в интересах устойчивого развития. – 2009. – №1. С. 43 – 50.
7. Федотова Н.А., Н. З. Бойко, А. В. Сашенко. Применение метода частичного замораживания для очистки водопроводной воды // Науковий вісник НЛТУ України. – 2010. – Вип. 20.7 – С. 75 – 80.
8. Oughton J. S., Hu, R., Battino The purification of water by freeze-thaw or zone melting / Journal of Chemical Education. – 2001. – №10. – P. 1373 – 1374.

ИССЛЕДОВАНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ВОД РЕКИ КРАСНЫЙ КАНЬОН И ВОДОПАДА ДАТАНЛА (ВЬЕТНАМ)

Чан Тхи Хьонг

Научный руководитель доцент Н.В. Гусева

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Река Красный Каньон и водопад Датанла, располагающиеся в юго-восточной части Вьетнама, являются популярными местами для посещения туристами и местным населением. Эти объекты являются типичными водными объектами южных районов Вьетнама. Популярность этих мест среди туристов и местного населения обуславливают значительную антропогенную нагрузку на эти водные объекты, что может отражаться на их экологическом состоянии.

Целью данной работы является исследование химического состава вод реки Красный Каньон и водопада Датанла и оценка их качества.



Рис.1. Схема расположения района исследования

В основу работы положены материалы исследования химического состава двух объектов – реки Красный Каньон в районе г. ФанТхьет и водопада Датанла около г. Далат, опробованных сотрудниками НОЦ «Вода» ИПР в 2012 г. Анализ химического состава вод выполнен в ПНИЛ гидрогеохимии НОЦ «Вода» традиционными методами: титриметрия, турбидиметрия, ионная хроматография.

Город Далат – столица провинции Ламдонг, находится в 308 км к северо-востоку от крупного города Хошимин (рис.1). Далат имеет площадь 393,29 км², находится от 11°52' сш – 12°04' сш и 108°20' вд – 108°35' вд, на высоте 1500 м над уровнем моря. Город Фантхьет – политический, экономический, культурный и научный центр провинции БиньТхуан. Фантхьет находится приблизительно в 200 км на северо-востоке от Хошимина. Его площадь 206,45 км² с берегом длиной 57,40 км. Фантхьет находится от 10°42'10" до 11°сш.

Вьетнам, согласно классификации Б.П. Алисова [1] расположен в области климата тропических муссонов (он же субэкваториальный) и относится к типу тропических муссонов восточных берегов. Во Вьетнаме различают три климатических района: Северный, Центральный и Южный. Города Далат и ФанТхьет находятся в центральном районе Вьетнама, однако климатические особенности у рассматриваемых районов различные, что связано с ландшафтом и их высотным положением. Климат известного курорта Далат, расположенного на горном плато, более прохладный, здесь температура воздуха круглый год не превышает 25 °С. Средняя температура воздуха колеблется в пределах от +18 до +21 °С. Максимальное значение температуры воздуха не выше чем + 30 °С, а минимальное значение не ниже чем + 5 °С. Далат имеет очевидные два сезона. Дождливый сезон с мая по

октябрь, солнечный сезон с ноября по апрель. Среднее количество осадков за год 1562 мм, что больше, чем в г. ФанТхьет, при влажности 82 %. В Далате никогда не бывает тайфунов, потому, что восточный склон гор защищает от сильного ветра [2, 3].

Город ФанТхьет находится в более сухой области, среднегодовое количество осадков за период 1996 – 2004 гг. составляло 1221 мм. Средняя годовая температура колеблется от 26 °С до 27 °С. В январе, феврале, декабре (средняя температура 25,5 °С) погода прохладнее, чем в другие месяцы года. Самые высокие температуры появляются в апреле и мае, до + 29 °С. Средняя влажность за год примерно от 78 до 80,7 % [2 – 4].

Средняя высота района г. Далат над уровнем моря – 1500 м. Самое высокое место в центре города это «Дом музея» (1532 м), самое низкое место это долина НгуенЧиФыонг (1398 м). Внутри плато, рельеф Далат очевидно разделен на 2 типа. Первый тип в центре – котловины. Он образуется холмами с круглыми, пологими вершинами относительно высота 25 – 100 м. Средняя высота примерно 1500 м. Второй тип – это горы с высотой примерно 1700 м, которые преграждают движение ветра в центр. На северо-востоке находятся две невысокие горы: Лапбебак 1738 м и Лапбенам 1709 м. А на севере расположено грандиозное плато Ланбианг с высотой 2169 м и оно продолжается в северо-восточном и юго-западном направлении. Внешнее плато это косогоры от 1700 м, которые круто снижаются к платам с высотами от 700 м до 900 м. Рельеф Фантхьет относительно ровный, имеет дюны, песчаные отмели по берегу моря, узкие равнины по берегу реки [2 – 4].

Химический состав рассматриваемых вод представлен табл. По величине общей минерализации рассматриваемые воды ультрапресные. В реке Красный каньон в районе г. ФанТхьет минерализация вод составляет 17,2 мг/л, что несколько ниже минерализации вод водопада Датанла, которая составляет 35,6 мг/л. Формулы Курлова рассматриваемых вод представлены ниже:

$$M_{0,04} \frac{\text{Водопад Датанла}}{\text{HCO}_3^- 43 \text{Cl}^- 36 \text{SO}_4^{2-} 14} \text{pH } 7,0 \quad \text{Река Красный Каньон} \quad M_{0,02} \frac{\text{HCO}_3^- 70 \text{Cl}^- 18} {\text{Ca}^{2+} 41 \text{Na}^+ 32 \text{Mg}^{2+} 18} \text{pH } 6,5$$

Воды водопада Датанла относятся к хлоридно-гидрокарбонатному натриево-кальциевому типу. Также в этих водах отмечается высокая доля в ионном составе сульфат-иона и калия, хотя они и не участвуют в наименовании химического типа. Химический тип вод реки Красный Каньон – гидрокарбонатный натриево-кальциевый, что является типичным составом для рек данного региона. Концентрации большинства исследованных химических элементов в водах реки Красный Каньон ниже, чем в водах водопада Датанла, исключением является цинк и медь.

Таблица

Химический состав реки Красный Каньон и водопада Датанла

Компонент	Единицы измерения	Река Красный Каньон	Водопад Датанла	Кларк речных вод [5]	ПДК [6]
рН	ед. рН	6,5	7,0	–	6,5-9
Удельная электрическая проводимость	мСм/см	0,021	0,05	–	–
Гидрокарбонат - ион	мг/л	10,37	12,2	58,4	–
Карбонат-ион		<3	<3	–	–
Углекислота св.		3,52	5,28	–	–
Нитрат-ион		1,07	2,16	1,0	45
Сульфат-ион		0,55	3,01	11,2	500
Хлорид-ион		1,6	5,85	7,8	350
Фторид-ион		0,16	0,09	0,10	0,7-1,5
Сумма анионов	мг-экв/л	0,24	0,46	–	–
Общая жесткость	°Ж	0,128	0,358	–	7,0
Кальций	мг/л	1,78	5,76	15	–
Магний		0,48	0,83	4,1	–
Натрий		1,63	4,88	6,3	–
Калий		0,74	3,05	2,3	–
Железо общее		0,02	0,03	0,670	0,3
Сумма катионов	мг-экв/л	0,22	0,65	–	–
Минерализация по сумме солей	мг/л	17,2	35,6	–	1000
Цинк		0,026	0,0041	0,005	5,0
Кадмий		<0,0002	<0,0002	0,00011	0,001
Свинец		0,00022	0,00031	0,00003	0,01
Медь		0,0014	0,00066	0,0077	1,0
C _{орг}		2,6	3,6	–	–

Сопоставление химического состава реки Красный Каньон и водопада Датанла со средним химическим составом рек мира показывает, что концентрации сульфат-иона, хлорид-иона, кальция, магния, натрия и меди значительно ниже в рассматриваемых водах. В вышекларковых концентрациях вода водопада Датанла содержит нитрат-ион и калий, их концентрации 2,16 мг/л и 3,05 мг/л соответственно, что в 2 и в 1,3 раза выше кларка. В водах реки Красный Каньон содержание фторид-иона и цинка выше кларка.

Таким образом, в рассматриваемых водах отмечается повышенные концентрации таких элементов-загрязнителей как нитрат-ион, калий, сульфат-ион, фторид-иона и цинка. Однако превышение указанных концентраций над кларковыми не столь высоко, что не позволяет говорить о значительном ухудшении качества вод вследствие большой антропогенной нагрузки. Это подтверждается также сопоставлением показателей химического состава рассматриваемых вод с ПДК питьевых вод. Однако установленная специфика химического состава не характерна для природных вод областей ропического климата.

Литература

1. Хромова С.П., Петросянца М.А. Метеорология и климатология. Учебник. – М.: Из-во Моск. ун-та: Наука, 2006. – 582 с.
2. Электронный ресурс: Гидрография Вьетнама. Ссылка: http://baigiang.violet.vn/present/show?entry_id=4626669. Дата обращения 4 Июня 2013.
3. Электронный ресурс: Сайт администрации провинции Лам Донг [<http://www.lamdong.gov.vn/vi-VN/chinhquyen/bo-may-to-chuc/huyen-tp-tx/Pages/tp-dalat.aspx>- дата обращения 13.12.2013]
4. Электронный ресурс: http://vi.wikipedia.org/wiki/Phan_Thi%E1%BA%BFt – дата обращения 14.12.2013.
5. Справочник по геохимическим поискам полезных ископаемых / А.П. Соловов, А.Я. Архипов, В.А. Бугров и др. – М: Недра, 1990. – 335 с.
6. СанПиН 2.1.4.1175-02. Гигиенические требования к качеству воды нецентрализованного водоснабжения. Санитарная охрана источников.

ГЕОХИМИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ УГЛЕКИСЛЫХ ХОЛОДНЫХ И ТЕРМАЛЬНЫХ ВОД ПРИРОДНОГО КОМПЛЕКСА ЧОЙГАН

А.В. Шестакова, М.Г. Камбалина

Научный руководитель доцент А.А. Хвощевская

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Углекислые воды относятся к категории наиболее ценных и широко известных минеральных вод. Они широко распространены в областях альпийской складчатой системы, а также в прилегающих к этим структурам зонах эпиплатформенного орогенеза (Кавказ, Закарпатье, Восточные Саяны, Забайкалье) [3]. В Восточных Саянах находится одно из уникальных для Сибири месторождений углекислых холодных и термальных вод – это природный комплекс «Чойганские минеральные воды», который располагается на северо-востоке республики Тува рядом с границей Бурятии в долине реки Аржаан-Хем, на абсолютных отметках 1550 – 1580 м. На небольшой площади разгружаются холодные и термальные углекислые родники с уникальным составом биологически активных компонентов – углекислый газ, радон, кремниевая кислота, железо и др. Эти воды используют местное население и туристы в питьевых целях и для лечения различного рода заболеваний.

Интерес исследователей к источникам Чойгана проявлялся довольно давно, их изучением занимались такие ученые как: С.В. Обручев (1945), В.Г. Ткачук (1955), Е.В. Пиннекер (1966 – 1967) и др. С 90-х годов комплексное исследование проводили сотрудники Тувинского института комплексного освоения природных ресурсов (ныне ТИКОПР СО РАН) под руководством к.х.н. К.Д. Аракчаа и др. [1]. В последние годы ведется сотрудничество в изучении источников Чойгана между «Лабораторией аржаанологии и туризма» г. Кызыл (ООО «АржаанЛаб») и ПНИЛ гидрогеохимии научно-образовательного центра «Вода» ИПР ТПУ [1].

Вместе с тем, район является малоизученным, до настоящего времени остаются не обоснованными механизмы формирования химического состава углекислых подземных вод, не исследован характер геохимической обстановки, распространенность в них широкого комплекса химических элементов [2].

Целью исследований является изучение геохимических условий формирования уникальных для Сибири углекислых холодных и термальных подземных вод природного комплекса «Чойганские минеральные воды». Для этого летом 2013 г. в составе научной экспедиции, организованной ООО «АржаанЛаб» на Чойгане проводились комплексные научные исследования физико-химических, гидрохимических, микробиологических, характеристик вод источников, в процессе которых обследовано 33 родника, отбирались пробы воды для определения химического, газового и микробиологического состава. Газовая проба отобрана вакуумным способом с использованием шприц-дегазатора В.А. Зуева. Наряду с этим, на месте исследований проводили измерение быстро меняющихся параметров вод – водородный показатель, окислительно-восстановительный потенциал, температура и электропроводность с использованием портативного прибора Water Test. Комплексный анализ химического, микробиологического и газового состава вод выполнен ПНИЛ гидрогеохимии научно-образовательного центра «Вода».

Образование Чойганских источников связано с крупным широтным разломом в докембрийских породах (гнейсы, мраморы, сланцы), прорванных гранитами и диоритами палеозоя. Разгрузка минеральных вод преимущественно происходит на правом берегу р. Аржаан-Хем. Вокруг источников обширно развиты поля травертиновых отложений. Выходы подземных вод отмечаются на поверхности первой речной террасы вдоль коренного склона, в пойме реки на правом и левом берегу [5].

Район исследования по температуре и геохимической обстановке условно можно разделить на 3 участка – северный, центральный и южный в пределах рассматриваемой зоны долины р. Аржан-Хем. В центре участка наблюдаются термальные воды восстановительной обстановки, на севере и на юге обстановка сменяется на окислительную. Окислительная обстановка также отмечена в водах холодного источника №33, находящегося в 300 м выше дна долины на коренном склоне, и в родниках №29 и 29 «а», которые расположены на левом берегу р. Аржан-Хем, представляющие собой лизиметрические воды, просачивающиеся в небольшую скальную пещеру.

Исходя из анализа гидрогеологических и гидрогеохимических особенностей проявления подземных вод Чойгана в пределах рассматриваемой территории можно выделить следующие типы вод: термальные трещинно-жилльные углекислые воды восстановительной обстановки (ист. №1, 6 – 13, 15 – 17, 19 – 20, 22,31 – 32); воды зоны региональной трещиноватости окислительной обстановки, обогащенные CO₂ (ист. №2-5, 21а, 23-28, 30); грунтовые воды окислительной обстановки зоны региональной трещиноватости (родник 33 и лизиметрические воды покровных отложений, родники 29, 29а) [2]. Данные о среднем химическом составе представлены в табл.

Таблица

Средний химический состав подземных вод источников Чойгана

Компонент	Содержание, мг/л		
	Термальные воды зон разрывных нарушений с восстановительной геохимической обстановкой	Воды зоны региональной трещиноватости окислительной обстановки, обогащенные CO ₂	Воды зоны региональной трещиноватости и лизиметрические окислительной обстановки
Количество источников	18	12	3
T, °C	28,1	15,7	11,1
Rn, Эман	47,3	67,0	16,8
Eh, мВ	21,0	196,3	203
pH, ед. pH	6,4	6,3	7,6
CO ₂ , мг/л	671	817,2	41,3
HCO ₃ ⁻	1619,4	959,6	229,5
SO ₄ ²⁻	14,2	28,4	10,1
Cl ⁻	23,8	11,0	3,3
Ca ²⁺	221,6	185,4	66
Na ⁺	290,4	109,2	2,3
Mg ²⁺	32,5	20,3	6,1
K ⁺	44,6	16,8	2,7
Минерализация	2139,5	1546	320
Химический тип воды	HCO ₃ -Ca-Na	HCO ₃ -Na-Ca	HCO ₃ -Ca

Воды являются преимущественно гидрокарбонатными натриево-кальциевыми или кальциево-натриевыми с минерализацией от 300 мг/л в источнике №33 и до 2600 мг/л – №13. Присутствие в подземных водах углекислоты определяет слабокислый характер водной среды с pH 5,9 – 6,4. В водах с низким содержанием углекислоты формируется нейтральная и слабощелочная среда с pH до 8,3.

В центральной части долины, где наиболее интенсивно разгружаются теплые и горячие подземные воды с минерализацией 1800 – 2600 мг/л и температурой от 23 до 39 °C, величина окислительно-восстановительного потенциала изменяется от отрицательных значений -170 мВ до 70 мВ (ист. №6 – 9, 11 – 13, 16). При разгрузке углекислых источников здесь проявляется термодинамический барьер и происходит отложение карбонатов кальция, образующийся при этом травертиновый купол, имеет бурый цвет благодаря присутствию в нем окисных и гидроокисных минералов железа.

В местах выхода горячих вод содержание углекислоты достигает 1000 мг/л при минерализации от 1500 мг/л до 2500 мг/л. Холодные углекислые воды с более низкой минерализацией (от 700 мг/л до 1500 мг/л) содержат больше, чем горячие воды, углекислоты (до 1500 мг/л). Это объясняется тем, что с ростом температуры и минерализации растворимость углекислоты в подземных водах уменьшается [3]. Происхождение углекислоты связывают с глубинными разломами в области современного и недавно потухшего вулканизма в Восточных Саянах [5]. От центра к северу и к югу исследуемого участка обстановка сменяется на окислительную и значения Eh увеличиваются до 236 мВ (ист. № 21, 5).

Под воздействие свободной углекислоты формируется гидрокарбонатный анионный состав вод с долей гидрокарбонатов от 88 до 98 %-экв, присутствие сульфат-иона в воде увеличивается в окислительной геохимической обстановке до 9 %-экв, в то время как в водах восстановительной обстановке возрастает концентрация хлорид-иона до 3 %-экв. Катионный состав преимущественно кальциевый с его содержанием до 90 %-экв в окислительной обстановке, однако в восстановительной среде над кальцием начинает доминировать натрий до 50 %-экв. Концентрации магния и калия небольшие – 12 %-экв и 4 %-экв соответственно.

При измерении радона в источниках использовали прибор радиометр, который фиксирует объемную активность нуклида радона 222 в жидких пробах. Измерения показали, что содержание радона воде изменяется

от 1 эман/дм³ (3,7 Бк/л) источник № 22, до 256 эман/дм³ (947,2 Бк/л) в источнике № 9 и чаще всего проявляется по зонам разрывных нарушений около коренного склона долины. Обогащение вод радоном, по-видимому, связано с выщелачиванием рассеянных радиоактивных элементов из интрузивных образований.

Лечебные свойства воды определяют минерализация, температура, содержание углекислоты, а также повышенная величина радона и других биологически активных компонентов. С бальнеологической точки зрения согласно действующему ГОСТ Р 54316-2011 подземные воды природного комплекса Чойган можно отнести к маломинерализованным питьевым лечебно-столовым слабоуглекислым водам слабо- и среднерадоновым [4]. Необходимо проводить комплексные исследования уникальных природных источников как гидрогеохимические, так и медицинские, в связи со стихийным лечением населения на них.

Работа выполнена при поддержке Госзадания «Наука» ТПУ.

Литература

1. Аракчаа К.Д., Смирнова И.Н., Копылова Ю.Г. Аржаан Чойган – целительная жемчужина Тувы. – Кызыл: типография КЦО «Аныяк». 2012. – 164 с.
2. Аракчаа К.Д., Копылова Ю.Г., Гусева Н.В., Камбалина М.Г., Хвощевская А.А. Химический состав подземных углекислых вод природного аржаанского комплекса «Чойганские минеральные воды» (Тува) // Курортная база и природные лечебно-оздоровительные местности Тувы и сопредельных регионов: материалы I Международной научно-практической конференции, 17 – 20 июня 2013 г. – Кызыл: типография КЦО «Аныяк», 2013. – С. 145 – 153.
3. Геохимия подземных вод. Теоретические, прикладные и экологические аспекты / С.Р. Крайнов, Б.Н. Рыженко, В.М. Швец. – М.: Наука, 2004. – 677 с.
4. ГОСТ Р 54316-2011. Воды минеральные природные питьевые. Общие технические условия. – М.: Госстандарт РФ. – 46 с.
5. Пиннекер Е.В. Минеральные воды Тувы. – Кызыл: Тувинское книжное издательство, 1968. – 105 с.

ИОНООБМЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ ПРИ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ ЦЕОЛИТСОДЕРЖАЩИХ ПОРОД ШИВИРТУЙСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (ВОСТОЧНОЕ ЗАБАЙКАЛЬЕ) С ДИСТИЛЛИРОВАННОЙ ВОДОЙ

Е.С. Эпова

Институт природных ресурсов, экологии и криологии Сибирского отделения Российской академии наук, г. Чита, Россия

Более 70% разведанных запасов природных цеолитов России находятся в Забайкальском крае. Одно из крупнейших месторождений – Шивиртуйское. Породы этого месторождения представлены клиноптилолитом (до 90%) в ассоциации с монтмориллонитом (до 20%), условно носящие название шивиртуин [2]. Сорбционные и ионообменные способности цеолитов основаны на их большой удельной поверхности за счет структуры внутренних каналов и пор, что позволяет сорбировать ионы с замещением таких катионов как Na⁺, K⁺, Ca²⁺ и др. В настоящее время активно исследуются возможности сорбционных свойств цеолитового сырья как потенциального материала для очистки загрязненных вод и выделения отдельных компонентов растворов.

Для определения комплекса элементов – потенциальных участников ионообменных процессов были проведены динамичные и стационарные эксперименты по взаимодействию шивиртуина с дистиллированной водой (рН=5,46), характеристики соответствуют ГОСТу 6709-72 [1]. В экспериментах использовались навески цеолитсодержащих пород размерностью 2÷3 мм в диаметре. Соотношение т÷ж=1÷10. В динамичных экспериментах через образец шивиртуина (20 г) пропускался объем воды (200 мл), с последующим отбором фильтрата для проведения химического анализа методом атомно-адсорбционной спектроскопии в аккредитованной лаборатории «СЖС Восток Лимитед» (г. Чита).

Как динамичные, так и стационарные эксперименты показали, что из структуры шивиртуинских туфов в растворы выносятся в макроконцентрациях (мг/л) – Na, K, Mg, Ca, Fe, P, Al, Ti, в микроконцентрациях (мкг/л) – Sr, Ba, La (рис.1,2). Таким образом, эти катионы потенциально могут участвовать в ионообменных процессах.

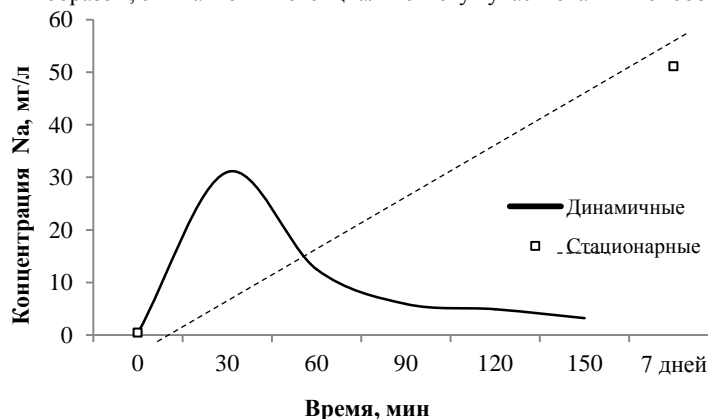


Рис.1 Динамика выход катионов натрия из цеолитовых туфов в раствор

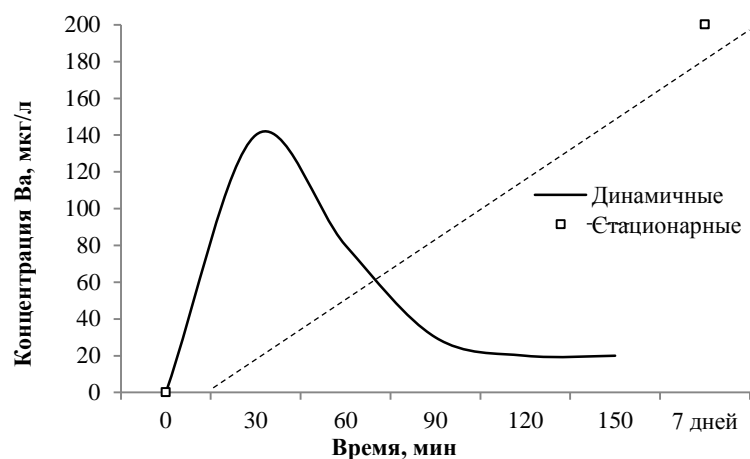


Рис.2 Динамика выхода катионов бария из цеолитовых туфов в раствор

Ранее проведённые эксперименты по взаимодействию шивыртуина с геотехногенными растворами [3] выявили, что некоторые из указанных катионов (Al, Ca, Fe, Mg, K, Ti) интенсивно сорбируются цеолитами (рис.3) из чего можно сделать вывод, что протекание ионообменных процессов зависит от характеристик раствора (кислотность, минерализация и т.п.). Катионом замещения в таких случаях выступает в основном Na.

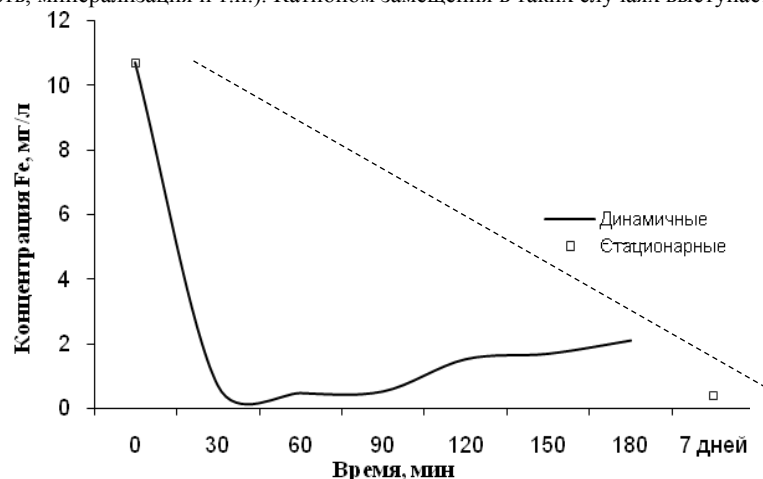


Рис.3 Сорбция железа шивыртуйским туфом из геотехногенного раствора карьера Шерловая Гора

Взаимодействие шивыртуина с дистиллированной водой и геотехногенным раствором показало усиленную миграцию лантана из структуры цеолитов в раствор (рис.4). При этом, «вытеснение» ионов лантана слабокислым раствором карьерного озера является более эффективным.

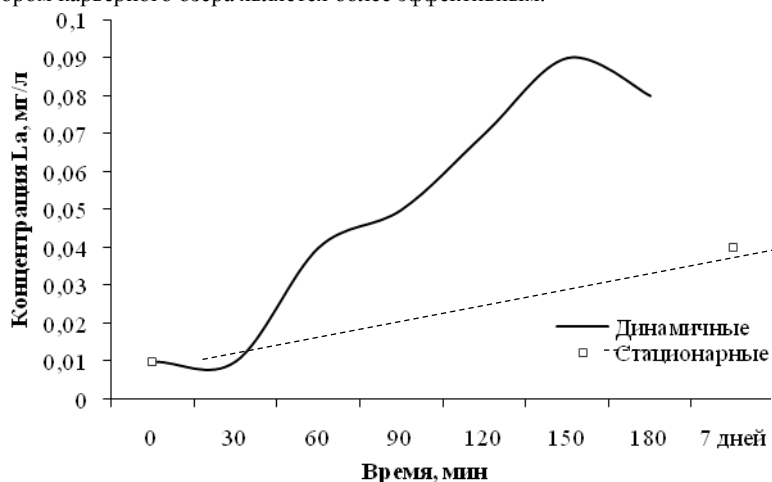


Рис.4 Динамика выноса ионов лантана геотехногенным раствором

Таким образом, к числу катионов, участвующих в ионообменных процессах в структуре шивыртуйских цеолитсодержащих пород, относятся в первую очередь Na, в меньших количествах K, Sr и Ba.

Результаты проведенных экспериментальных работ показали, что стационарные условия взаимодействия цеолитовых туфов с нейтральным раствором (дистиллированная вода), как видно на рисунках 1, 2 оказываются более продуктивными по сравнению с динамичными и больше способствуют их выносу в раствор.

Установленный факт вымывания редких и редкоземельных элементов (таких как La, Y) из шивыртуйского туфа, указывает на то, что эти компоненты либо изначально присутствовали в структуре цеолита в момент его образования, либо оказались там в результате последующих геохимических процессов преобразования пород. Хорошая миграция ионов лантана из структуры цеолитов в раствор может быть использована в методах его выделения.

Представляется перспективным дальнейшее исследование содержания редких и редкоземельных элементов в структуре шивыртуина и их поведение при взаимодействии с нейтральными и слабокислыми растворами.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект № 14-05-98012 p_сибирь_a).

Литература

1. ГОСТ 6709–72 Дистиллированная вода. Технические условия. – М.: Стандартиформ, 2007. – 9 с.
2. Павленко Ю.В. Цеолитовые месторождения Восточного Забайкалья. – Чита: ЧитГТУ, 2000. – 101 с.
3. Эпова Е.С., Еремин О.В., Филенко Р.А., Юргенсон Г.А. Изучение комплексной сорбции в системе геотехногенные растворы – цеолитовые породы. // Химия в интересах устойчивого развития. – 2013. – № 21, С. 207 – 210.

Секция 8

КОСМОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ. МЕТОДЫ. РЕЗУЛЬТАТЫ. ПЕРСПЕКТИВЫ.

ВЛИЯНИЕ ПЕРЕХОДА ПЛАНЕТЫ ЗЕМЛЯ ОТ БЕСКИСЛОРОДНОЙ АТМОСФЕРЫ НА КИСЛОРОДНУЮ НА ФОРМИРОВАНИЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НЕФТИ

А.Р. Гатиятов

Научный руководитель доцент А.Е. Ковешников

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В истории развития планеты Земля никакое другое событие не имело такого важного значения как переход от бескислородной атмосферы к кислородной. Если достоверно установлено, что до определенного периода атмосфера имела бескислородный состав, с соответствующим комплексом живых и соответствующим набором формируемых осадочных пород, то, после определенного скачка резко меняется как характер органических остатков в осадочных породах, так и появляются новые типы пород, в образовании которых принимает участие кислород в больших количествах. Это такие породы как джеспелиты. Резкий скачок разнообразия органических остатков в породах давно привлекает внимание исследователей, как и причины, его породившие. Одной из главных причин этого скачка исследователи связывают с переходом от бескислородной атмосферы к кислородной.

Переход от бескислородной атмосферы к кислородной

Точный состав первичной атмосферы Земли на сегодняшний день неизвестен, однако считается, что она сформировалась в результате дегазации мантии и носила восстановительный характер. Атмосфера состояла из углекислого газа, сероводорода, аммиака и метана. Свидетельством этого являются:

неокисленные отложения, образовавшиеся явно на поверхности (например, речная галька из нестойкого к кислороду пирита);

отсутствие достоверно установленных источников кислорода и других окислителей;

изучение потенциальных источников первичной атмосферы (вулканические газы, состав других небесных тел).

Итак, около 2,4 миллиарда лет назад, в самом начале протерозоя, произошло самое глобальное изменение состава атмосферы Земли – Кислородная катастрофа. В пользу этого свидетельствует то, что горные породы, имеющие возраст около 2 млрд. лет, уже несут признаки сравнительно высокоорганизованной жизни. Таковы, например, сине-зеленые водоросли и простейшие формы грибов, найденные в безжелезистых кремнистых породах Южного Онтарио (США). Минимальное содержание кислорода, при котором возможна жизнь воздуходышащих организмов, равно 1,5—2%. Зная это, можно допустить, что приблизительно в такой обстановке и существовали обитатели Земли 2 миллиардов лет назад.

Фотосинтезирующие организмы биосферы являются единственным значимым источником кислорода атмосферы. Считается, что фотосинтез появился на заре существования биосферы (3,7—3,8 млрд. лет назад), однако, большинство групп бактерий, в том числе и археобактерии, не вырабатывали при фотосинтезе кислород. «Изобретателями» кислородного фотосинтеза были цианобактерии, появившиеся 2,7—2,8 млрд лет назад [3]. (Они и по сей день сохранили за собой эксклюзивные права на осуществление этого жизненно важного для всей биосферы процесса). Выделяющийся кислород практически сразу расходовался на окисление горных пород и преобразования определенных компонентов тогдашней атмосферы. Высокая концентрация кислорода могла возникнуть только локально, в пределах бактериальных матов. Только после того, как приповерхностные породы и неустойчивые к кислороду газы атмосферы оказались окисленными, свободный кислород начал накапливаться в атмосфере во все возрастающих количествах. В результате изменения химического состава атмосферы после кислородной катастрофы изменилась её химическая активность, сформировался озоновый слой, резко уменьшился парниковый эффект.

Формирование нефтяных и газовых месторождений

Последующий этап геологической истории Земли характеризуется ступенчатыми изменениями состава атмосферы. Эти изменения соответствуют эпохам повышенного накопления среди осадочных пород горючих полезных ископаемых и соответствующего образованию каустобиолитов (каменноугольному, юрскому, палеогеновому и неогеновому периодам) Так как высокая концентрация кислорода являлась прямым следствием обилия растений на поверхности земли. В процессе фотосинтеза растения выделяли кислород, а после их отмирания, в случае разрушения и перехода в углекислый газ, вновь расходовался свободный кислород. Таким образом, для накопления в атмосфере кислорода необходимо было, чтобы образующиеся остатки растений для прироста содержания в атмосфере чистого кислорода необходимо было, чтобы осуществлялся процесс удаления отпада органической массы растений, что и осуществлялось при погребении отмершей органической массы растений в воде в условиях восстановительной обстановки (болота, заливы). Это и происходило в упомянутые выше эпохи, в результате чего происходило накопление больших масс ископаемых углей и сапропелитов. В этом отношении наиболее характерен каменноугольный период, в течение которого происходил накопление больших запасов углей, что было даже отражено в названии этого периода геологической истории Земли.

В табл. 1 приведен средний элементарный состав высших растений (древесина) и низших планктонных организмов (фито- и зоопланктона), приведен средний элементарный состав каустобиолитов различного происхождения:

- 1) ископаемых углей, образовавшихся из высших растений;
- 2) ископаемых углей, образовавшихся из планктона;
- 3) нафтидов, исходным материалом которых также является планктон.

Таблица 1

Средний элементарный состав живых организмов и каустобиолитов разной степени преобразования [4]

Вещество	Вид	Элементарный состав, %				
		С	Р	N	S	О
Живые организмы	Высшие растения	49,7	6,1	-	-	44,2
	Планктон	50,08	7,32	8,29	1,22	33,09
Ископаемые угли, происходящие из высших растений	Торф	57,48	6,14	1,55	0,2	34,63
	Бурый уголь	71,64	5,33	1,57	0,38	19,59
	Каменный уголь	83,71	5,12	1,68	0,52	10,52
	Антрацит	94,37	2,19	0,5	0,25	3,32
	Липтиты	81,57	0,915	0,45	1,08	8,35
Ископаемые угли, происходящие из планктона	Сапропель	59,07	7,84	3,61	2,63	30,55
	Сапропелит	72,31	8,87	0,82	2,14	17,21
Нафтиды, происходящие из планктона	Нефть	85,4	12,81	0,22	1,16	1,07
Ряд метаморфизма нафтидов:	керит	84,22	7,65	1,26	1,52	5,15
	антраксолит	91,68	2,58	0,97	3,06	2,07
	шунгит	97,32	0,44	0,74	0,37	0,97

В приведенной таблице каустобиолиты расположены в порядке, отвечающем степени их преобразования. Из приведенных данных видно, что по мере преобразования пород падает и содержание в них кислорода и водорода с параллельным возрастанием содержания углерода. Несколько менее отчетливо эта связь прослеживается и на примере нафтидов. Элементарный состав нефти по сравнению с элементарным составом исходного планктона характеризуется значительно повышенным содержанием водорода и очень низким содержанием кислорода, т.е. высокой степенью восстановленности, что резко отличает ее от других каустобиолитов. Из этого следует, что важную роль в непрерывном разложении отмерших организмов играет кислород.

Не подлежит сомнению, что переход от бескислородной атмосфере к кислородной имел громадное значение для эволюции жизни на Земле, как в растительном, так и животном царствах. Поэтому, можно с уверенностью сказать, что всем на нашей планете Земля движет кислород. Столь тесная связь количества растительности и концентрации кислорода в атмосфере, а также длительность процесса ее стабилизации, занявшего миллионы лет, наводят на мысль, что экосфера Земли более хрупка, чем нам кажется. Спустя сотни лет исследований мы знаем о ней далеко не все.

Литература

1. Иванова Г.М., Столбова Н.Ф. Практикум по петрографии осадочных пород. – Томск: Изд. ТПИ, 1992.
2. Ковешников А.Е. Породы-коллекторы доюрских карбонатно-кремнисто-глинистых отложениях Западно-Сибирской геосинеклизы // Известия Томского политехнического университета. – 2012. – Т. 321. – № 1.
3. Конторович В.А. Сейсмогеологические критерии нефтегазоносности зоны контакта палеозойских и мезозойских отложений Западной Сибири (на примере Чузикско-Чижапской зоны нефтегазонакопления) // Геология и геофизика, 2007. – Т. 48. – № 5.
4. Марков А. У бактерий обнаружен новый тип фотосинтеза://Элемент.2007. URL: <http://elementy.ru/news/430556> . (Дата обращения 21.10.2013).
5. Муратов В.Н. Геология каустобиолитов. – М.: Высшая школа, 1970.
6. Открытия в науках о Земле: [Электронный ресурс]. URL: <http://www.sciencesearth.com>.
7. Издание о высоких технологиях Cnews: [Электронный ресурс]. URL: <http://rnd.cnews.ru>.

**ДИСТАНЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ОЦЕНКИ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ ПЛАТФОРМ,
ОРОГЕННЫХ И СКЛАДЧАТЫХ СИСТЕМ (НА ПРИМЕРЕ КAVKAZA И РУССКОЙ
ПЛАТФОРМЫ)**

Р.И. Исмаилов, Т.В. Логвинова

Научный руководитель доцент В.М. Харченко

Северо-Кавказский федеральный университет, г.Ставрополь, Россия

Одной из фундаментальных особенностей строения Земли и планет земной группы является наличие кольцевых структур или структур центрального типа (СЦТ) размером от первых десятков метров до сотен километров в диаметре, которые составляют в целом своеобразную иерархическую систему. Как правило, СЦТ закономерно сочетаются с линеаментами различного ранга, которые радиально расположены относительно центра структуры или ограничивают блоки земной коры, составляя свою иерархическую систему: от глобальных, соизмеримых по протяженности с радиусом планеты, до самых мелких, протяженностью десятки и сотни метров. В целом рисунок СЦТ и линеаментов представляют собой модель «разбитой тарелки». При сопоставлении контуров СЦТ с площадями распространения различных полезных ископаемых отмечается их преимущественная (70%) приуроченность к центральным и периферическим частям СЦТ [1], а по данным В.Д. Скарятин [2], приуроченность залежей углеводородов (УВ) на порядок больше в контурах СЦТ, чем за их пределами. При многочисленных описаниях СЦТ различной генетической принадлежности: от метеоритной (астроблемы) до магматогенной и тектоногенной, не менее 50% из всех известных остаются «неопознанными» геологическими объектами. В настоящее время в пределах СЦТ закономерности образования и размещения полезных ископаемых, в том числе нефти и газа, остаются практически невыяснены, так как геодинамические условия и механизм их образования трактуются неоднозначно. В.Е. Хаин, при изложении современных проблем геологии на пороге XXI века, одну из глав своей книги (1995) назвал «Загадки кольцевых структур». В последнее время возникли новые предпосылки изучения нефтегазоносности кольцевых структур в связи с установлением вертикальной расчлененности земной коры и мантии по составу и другим свойствам, физические выражающейся в чередовании зон уплотнения и разуплотнения. Зоны разуплотнения, насыщенные флюидами, при неотектонических движениях способны к вертикальной и горизонтальной миграции и тепломассопереносу летучих флюидов, которые были названы «флюидоизированными очагами», «очагами» разуплотнения, насыщенными флюидами» или вместилищами природных растворов и расплавов «геодинамическими узлами с повышенной флюидопроводимостью», «геосолитонами» или субвертикальными зонами деструкции (СЗД), фильтрационными тоннелями с аномальной проницаемостью. При этом величина тепломассопереноса по этим зонам настолько велика, что высказывается мнение о возобновлении запасов нефти и газа. В качестве наиболее реальных объектов для выявления крупных зон разуплотнения, по нашему мнению, должны рассматриваться кольцевые структуры или структуры центрального типа и линеаменты (узлы пересечений радиальных и концентрических тектонических нарушений) [6-11].

Задачей научно-практических исследований является выявление закономерностей распространения и образования рудных и особенно нефтегазовых залежей в пределах платформ, орогенных областей и складчатых систем и территорий Кавказа и Русской платформы на основе использования дистанционных методов.

Для работы использовались космические снимки глобального, регионального и локального плана на указанных территориях; результаты сканерной съемки, фотосъемки черно-белого и цветного фотоизображения и радиолокационной съемки [3].

Конкретно выбраны ключевые участки на платформе (Калининградская область), Волго-Уральская область, Прикаспийская впадина, ряд участков на территории Америки, в целом Кавказский регион: Предкавказье (рис. 1), Большой и Малый Кавказ, Черное и Каспийское море.

Проведено дешифрирование сканерных снимков глобального плана всей Земли, выделены линеаменты и структуры центрального типа с привязкой центров сверхглубоких нефтегазоносных бассейнов (И.С. Гулиев, Э.Г. Алиева, Д.А.-Д. Гусейнова и др 2009г.).

В результате анализа результатов дешифрирования сделан вывод о приуроченных центров этих бассейнов к узловым зонам глобального плана, прогнозируются подобные зоны в узловых точках платформ, предгорных прогибах и в межгорных впадинах орогенных областей и складчатых систем [6-11].

На ключевых участках платформ и складчатых систем проведена интерпретация структур центрального типа с выделением геодинамических центров (главных очагов нефтегазообразования), зон сжатия и растяжения, участков интерпретации СЦТ и особо узловых точки, наиболее перспективные участки для рудо- и нефтегазообразования [6-11]. Даны рекомендации по дальнейшим поискам залежей УВ на рассматриваемых территориях.

Проведено дешифрирование сканерных снимков глобального плана всей Земли, выделены линеаменты и структуры центрального типа с привязкой центров сверхглубоких нефтегазоносных бассейнов (И.С. Гулиев, Э.Г. Алиева, Д.А.-Д. Гусейнова и др 2009г.).

В результате анализа результатов дешифрирования сделан вывод о приуроченных центров этих бассейнов к узловым зонам глобального плана, прогнозируются подобные зоны в узловых точках платформ, предгорных прогибах и в межгорных впадинах орогенных областей и складчатых систем [6-11].

На ключевых участках платформ и складчатых систем проведена интерпретация структур центрального типа с выделением геодинамических центров (главных очагов нефтегазообразования), зон сжатия и растяжения, участков интерпретации СЦТ и особо узловых точки, наиболее перспективные участки для рудо- и

нефтегазообразования [6–11]. Даны рекомендации по дальнейшим поискам залежей УВ на рассматриваемых территориях.

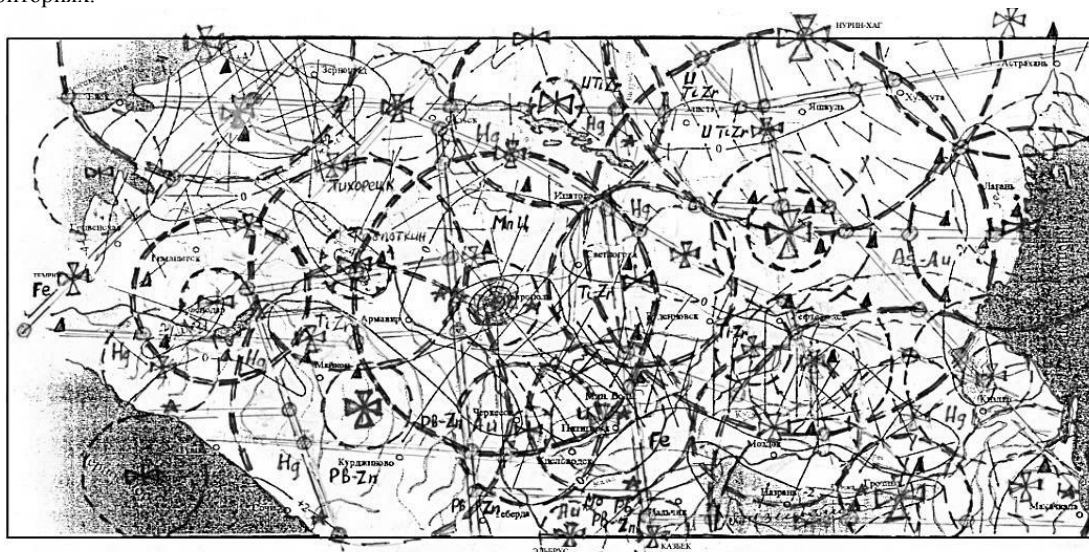


Рис. 1 Карта горизонтальных градиентов современных вертикальных движений земной поверхности на территории Предкавказья и Схема структур центрального типа и линейментов, рудоносность, нефтегазоносность и сейсмичность М: 1:3000 000 (В.М. Харченко, 2011) [6]
1 – положительные структуры центрального типа (СЦТ); **2** - отрицательные структуры центрального типа (СЦТ); **3** - водотоки; **4** – узловые точки **5** – горизонтальный градиент вертикальных движений (стрелка показывает направление к поднятию деформируемой территории и величину градиента, **1** см стрелки = градиенту в **1** мм/год/км); **6** – изолинии скоростей вертикальных движений с сечением **2**мм/год; **7** – рудоносность, нефтегазоносность и сейсмичность; **8** – линейменты.

Литература

1. Милосердова Л.В. Космические образы месторождений нефти и газа // Теоретические основы и технология поисков и разведки нефти и газа. – Москва, 2012. – №1. – С. 59–62.
2. Скарятин В.Д. Нефтяные скопления – баланс прихода и ухода углеводородов // Материалы международной конференции: Нефтегазовые системы осадочных бассейнов. – Москва, 2006. – Т.1. – С. 416–417.
3. Снежко В.В. Тектонические элементы современного развития Северного Кавказа, Восточно–Предкавказская кольцевая структура // Тектоника и геодинамика складчатых поясов и платформ фанерозоя: материалы тектонического совещания. – Москва, 2010. – Т. 11. – С. 281–285.
4. Трифонов В.Г. Новейшая геодинамика коллизионных орогенов – проблемы и решения // Фундаментальные проблемы геотектоники: материалы совещания. – Москва, 2007. – Т.2. – С. 288–292.
5. Федоров А.Е. Проявление куба в строении Земли // Система Планета Земля. Нетрадиционные вопросы геологии: материалы VI научного семинара. – Москва, 2003. – Т.1. – С. 121–153.
6. Харченко В.М. Геолого–тектоническая модель Нурин–Хагской космофотоаномалии на территории Калмыкии // Тезисы доклада 27 Международного Геологического Конгресса. – Москва, 1984. – Т.8. – С. 528.
7. Харченко В.М. Методология и технология дешифрирования аэрокосмофотоснимков для выявления залежей нефти и газа на «закрытых» территориях (на примере Нурин–Хагской кольцевой космофотоаномалии в калмыкии) // Южно–Российский вестник геологии, географии и глобальной энергии. – Астрахань, 2006. – № 4. – С. 27–30.
8. Харченко, В.М. Природа структур центрального типа и закономерности распространения залежей углеводородов, локальных и региональных очагов землетрясений [Текст] / В.М. Харченко // Вестник СевКавГТУ. – Ставрополь, 2006. – № 2 (6). – С.48–53.
9. Харченко В.М. Новые представления о геолого–тектонической модели Ставропольской кольцевой структуре // Разведка и охрана недр. – Москва, 2008. – № 7. – С. 31–34.
10. Харченко В.М. Новые данные о Транскавказском субмеридиональном новейшем поднятии и его связь с залежами углеводородов и очагами землетрясений // Исследование Земли из космоса. – Москва, 2009. – № 1. – С. 56–63.
11. Харченко В.М. Структуры центрального типа, их связь с месторождениями полезных ископаемых (на примере объектов Предкавказья и сопредельных территорий): – С.: СевКавГТУ, 2012. – 103 с.

ТЕОРИЯ МАНТИЙНЫХ ПЛЮМОВ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ФОРМИРОВАНИЕ ЗЕМЛИ
Ю.Ю. Кинзерский

Научный руководитель доцент А.Е. Ковешников

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

За последние десятилетия взгляды исследователей на формирование нашей планеты претерпели значительную эволюцию. Начиная с теории дрейфа континентов Вегенера [1], предложенной научной общественности в 1912 году. В последующие десятилетия одним из наиболее значимых шагов в эволюции взглядов на развитие и существования Земли как планеты является, несомненно теория плюмов.

Плюм или мантийный плюм (по А. Hofmann, 1997 [2]), это узкий, поднимающийся в твердом состоянии участок мантии диаметром порядка 100 км и образующийся в горячем граничном слое с низкой вязкостью, расположенном непосредственно над сейсмическим разделом 660 км (или около границы кора-мантия) на глубине 2900 км. Плюмы относительно стабильны во времени. Современные плюмы имеют возраст до 100-150 млн. лет. Поднимающееся вещество вызывает плавление вышележащей мантии и поэтому сопровождается на поверхности Земли активным вулканизмом в так называемых горячих точках.

Теория плюмов первоначально была предложена канадским геофизиком Дж. Т. Уилсоном в 1969 году [3] применительно к Гавайским островам. Положения теории помогли ее автору объяснить увеличение возраста гор Гавайского подводного хребта по мере удаления от текущего местоположения горячей точки. С 1971 года над развитием теории плюмов работали американский геофизик У. Дж. Морган [4] и другие учёные, применившие её ко многим другим горячим точкам. Под горячей точкой в современной геологии понимается район продолжительного проявления вулканизма, связанного с расплавами мантийной природы.

Образование плюмов. Большинство изученных мантийных аномалий [5 найти источник и поместить в список литературы] начинаются в пограничном слое между мантией и внешним ядром, где наблюдается значительное увеличение температуры. Как в любой расслоенной гидродинамической системе с ярко выраженным термоклином, на этой границе возникают неровности, которые могут перерасти в мантийный плюм различных размеров. По одной из других гипотез [6, ссылка], мантийный плюм начинает функционировать, когда несколько континентальных плит собираются в суперконтинент, препятствуя выходу внутри земного тепла наружу. Образующийся восходящий конвективный поток в мантии приподнимает плиту в виде свода, и, далее, суперконтинент разрушается по сформировавшимся трещинам, а сам плюм может существовать после этого длительное время (до миллиарда лет) [6].

Строение плюма. Рассмотрим строение плюма на примере плюма Йеллоустонского супервулкана на северо-западе США [7] (руины кратера этого гигантского древнего вулкана были обнаружены по спутниковым снимкам в 1960-е гг.) В результате исследований оказалось, что под кратером супервулкана до наших дней сохраняется громадный пузырь магмы, причём глубина этого пузыря такова, что по вертикали в нём уместилась бы 15 Останкинских телебашен. Температура расплава внутри превышает 800 °С; этого хватает, чтобы подогревать термальные источники, гнать из-под земли пары воды, сероводород и углекислоту.

Плюм, обеспечивающий «питание» для вулкана Йеллоустон, представляет собой вертикальный поток твёрдой мантийной породы, раскалённый до 1600 °С. Ближе к поверхности Земли часть плюма расплавляется в магму, что приводит к образованию гейзеров и грязевых котлов. В объеме плюм представляет собой 660-километровый столб с боковыми вздутиями, расширяющийся кверху в форме воронки. Два его верхних ответвления находятся непосредственно под территорией Йеллоустонского национального парка, образуя магматическую камеру (глубиной до 8 - 16 км ниже поверхности Земли).

На протяжении миллионов лет Северо-Американская континентальная плита сдвигалась относительно плюма, а он раз за разом «прожигал» новые кальдеры, вызывая очередные извержения. Последнее извержение супервулкана, соответствующего Йеллоустону произошло около 640 тысяч лет назад. Приблизительно такая же цифра была вычислена учеными как периодичность активизации Йеллоустонского суперплюма.

Следовательно, ожидать нового гигантского извержения лавы можно как в ближайшие годы и даже месяцы, так и в ближайшие тысячи лет. По этой причине, Йеллоустонский спящий в настоящее время супервулкан привлекает внимание многочисленных исследователей. Если извержение произойдет, то последствия этого геологического явления на всю нашу планету могут оказаться весьма губительными.

Ряд современных исследователей считает, что и под Африканским континентом в южной его части находится гигантский суперплюм с диаметром у основания в несколько тысяч километров. Влияние этого суперплюма проявляется в подъеме значительных территорий всего африканского континента [8, по Дж. Ритсем и Х. ван Хейст (J. Ritsema, H. van Heijst)].

Литература

1. <http://wiki.web.ru/wiki/%D0%9F%D0%BB%D1%8E%D0%BC>
2. http://www.pereplet.ru/nauka/Soros/pdf/9601_066.pdf
3. http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B0%D0%BD%D1%82%D0%B8%D0%B9%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D0%BF%D0%BB%D1%8E%D0%BC
4. Конторович В.А. Сейсмогеологические критерии нефтегазоносности зоны контакта палеозойских и мезозойских отложений Западной Сибири (на примере Чузиско-Чижапской зоны нефтегазоаккумуляции) // Геология и геофизика, 2007. – Т. 48. – № 5. С. 538–547.
5. Ковешников А.Е. Породы-коллекторы доюрских карбонатно-кремнисто-глинистых отложениях Западно-Сибирской геосинеклизы // Известия Томского политехнического университета. – 2012. – Т. 321. – № 1. – С. 138–143.

ТАЯНИЕ ЛЬДОВ АРКТИКИ: ПРИЧИНЫ И ПОСЛЕДСТВИЯ

С.Г. Кулышкина

Научный руководитель доцент Т.А. Архангельская

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Льды Арктики имеют огромное значение для климатической системы Земли. Ледяная шапка отражает солнечные лучи и таким образом не даёт планете перегреться. Кроме того, арктические льды играют большую роль в системах циркуляции воды в океанах. Наблюдающееся в последние десятилетия глобальное потепление и сопровождающее его сокращение площади морских льдов определяют пристальное внимание к трансформации ледяного покрова Арктики. Эти процессы оказывают влияние как на условия обитания представителей фауны Арктического бассейна, так и на возможности ведения хозяйственной деятельности в этом регионе. Полярные медведи, как вид, оказались под угрозой вымирания; рыбы, которые никогда раньше не водились в Северном Ледовитом океане, мигрируют в его потеплевшие воды; тундру заменяют леса, характерные для умеренного климата. Открывается доступ к богатым природным ресурсам и новые пути для судоходства [1, 2, 3, 6].

Природа Арктики в высшей степени чувствительна к антропогенному воздействию и очень медленно восстанавливается после неразумного вмешательства. В Арктике сходятся основные атмосферные потоки, речные и морские течения, которые издалека приносят сюда загрязняющие вещества. Глобальные изменения климата в Арктике проявляются, прежде всего, в сокращении площади морских льдов, которое происходит с конца XIX столетия. Правда, на фоне общего сокращения ледяного покрова были стадии его разрастания в 1900-1918 и в 1938-1968 гг., чередующиеся со стадиями его уменьшения в 1918-1938 гг. и с 1968 года по настоящее время. Цикличность этих процессов указывает на их общие естественные причины. Тем не менее, гипотеза о наличии цикла не противоречит антропогенной теории происходящих в настоящее время климатических изменений. К естественным колебаниям добавляется антропогенный фактор, который только усиливает эффект потепления. В результате темпы сокращения ледяного покрова в Арктике в последние десятилетия значительно выше тех, которые происходили на протяжении всего XX века. По данным GREENPEACE, потеря ледяного покрова в летнее время на 60% вызвана деятельностью человека [1, 4, 5].

Сокращается также и толщина арктических льдов. Старые многолетние льды постепенно замещаются более тонкими однолетними. За последние годы площадь многолетних льдов сократилась в несколько раз. Если темпы сокращения льдов сохраняются, то в течение ближайшего десятилетия можно ожидать их отступления к концу лета до приполюсного района Арктики, а через 30 лет в летний период Арктика может полностью освободиться из-под ледового покрова. Таяние арктических льдов приводит к усилению потепления в регионе, вследствие так называемой, положительной обратной связи: увеличение темпов сокращения ледового покрова ведет к уменьшению отражательной способности поверхности (темный океан лучше поглощает тепло, чем белый лед) и, следовательно, увеличению поступления солнечной радиации [1, 4].

Температура воздуха в Арктике за последнее столетие увеличивалась почти вдвое быстрее, чем средняя температура Земли. С 1980-х гг. температура в холодное время года на большей части Арктического пояса увеличивалась примерно на 1 °C за десятилетие. Потепление здесь наиболее заметно зимой. 2007 год был самым теплым для региона за весь период наблюдений с 1921 года. В 2008 году аномалия среднегодовой температуры воздуха в полярной области составила 1,4 °C [1].

Разрушение ледников в Арктике происходит на фоне повышения температуры северных морей, что только усиливает темпы таяния льдов и ослабляет их зимний прирост. В результате потепления морской воды, а также усиливающегося таяния ледников уровень океана повышается. За последние 100 лет средний уровень океана поднялся на 17 см. По прогнозам, к концу XXI в. уровень Мирового океана может подняться на 20-50 см. Это означает, что некоторые прибрежные территории, в том числе и в России, окажутся под угрозой затопления [4].

За последние сто лет количество осадков в Арктике выросло в среднем примерно на 8 %. Больше всего увеличились осадки в виде дождя с максимальным ростом осенью и зимой. Примерно на 10 % уменьшилась площадь снежного покрова за последние 30 лет. Значительное сокращение площади оледенения за последние 30 лет (на 15–20 %) подтверждают инструментальные наблюдения за арктическими льдами со спутников. Спутниковые данные показывают, что в среднем на 2,7 % за десятилетие уменьшалась среднегодовая площадь льдов в Арктике. Особенно заметна динамика летнего льда. За последнее десятилетие площадь морских льдов в сентябре сократилась на 7,4 %. Начиная с 2002 года один за другим регистрировались все более глубокие минимумы летней площади льда, а в 2007 году был достигнут абсолютный минимум за период спутниковых наблюдений с 1979 года – 4,3 млн. км² [1].

На происходящие в Российской Арктике климатические изменения накладываются дополнительные антропогенные факторы, в том числе химическое загрязнение, избыточный вылов рыбы, изменения в землепользовании, рост численности населения и изменения в укладе и структуре экономики, которые усиливают нагрузку на экосистемы, социальную и промышленную инфраструктуру региона. Все это, в свою очередь, приводит к усилению негативных эффектов от потепления климата [4].

Последствия наблюдаемого потепления в Арктике уже сейчас очевидны и многочисленны. Современные климатические изменения существенно влияют на прибрежные сообщества, видовое разнообразие животных и растений, здоровье и благосостояние человека, а также на экономику и инфраструктуру арктических регионов [4].

Изменение климата может привести к необратимым **последствиям экосистемы Арктики:**
сокращение биоразнообразия;

обострение существующих проблем конкуренции видов;
усиление влияния ультрафиолетовой радиации на биологические процессы в морской среде;
сокращение среды обитания белых медведей, тюленей, некоторых видов птиц;
нарушение кормовой базы и традиционных миграционных путей северных оленей и других видов животных.

Для окружающей среды:

- 1) будет продолжаться повышение среднегодовой температуры приземного воздуха. Наиболее заметным рост температуры будет в зимний период;
- 2) ожидается сокращение периода с устойчивым снежным покровом, увеличение осадков (особенно зимних), стока рек и рост температуры воды в водоемах;
- 3) к середине столетия может сократиться период ледостава, увеличатся темпы деградации вечной мерзлоты.

Прогнозируемые потери экономики следующие:

- 1) увеличение высот ветровых волн и появления обломков айсбергов от тающих ледников на арктических островах, которые могут представлять опасность для добывающих сооружений и транспортных средств;
- 2) из-за резких перепадов температуры и усиления опасных гидрометеорологических явлений возможно увеличение нагрузки на объектах энергетической инфраструктуры, рост числа аварий;
- 3) многие объекты хозяйственной деятельности, расположенные в прибрежной зоне, столкнутся с растущим воздействием штормов и интенсивной береговой эрозией.
- 4) нарушение транспортного сообщения из-за увеличения частоты и интенсивности аномальных погодных явлений;
- 5) из-за подвижек грунта в зонах таяния вечной мерзлоты возможен рост рисков в эксплуатации зданий и сооружений, транспортной системы, включая магистральные трубопроводы [1, 4].

Воздействие таяния льдов Северного Ледовитого океана на окружающую среду огромно. Изменения климата и биотических процессов в Арктике будут иметь экономические и экологические последствия планетарного масштаба. С одной стороны, освобождение поверхности Северного Ледовитого океана ото льда позволит превратить его в важнейшую круглогодичную транспортную артерию, но с другой эти изменения повлекут за собой необратимые последствия, которые скажутся как на жизни многих животных и людей, так и на экосистему планеты в целом [6].

Литература

1. Прогнозирование и последствия изменения климата Арктического региона [Электронный ресурс]. URL: <http://narfu.ru/upload/iblock/15c/9.pdf>
2. Сокращение ледяного покрова Арктики по данным спутникового пассивного микроволнового зондирования [Электронный ресурс]. URL: http://d33.infospace.ru/d33_conf/sb2013t1/328-336.pdf
3. Таяние арктических льдов [Электронный ресурс]. URL: http://www.globalaffairs.ru/number/n_10950
4. Тающая красота. Изменение климата и его последствия.– М.: Фонд им. Генриха Бёлля, российский региональный экологический центр, 2009.
5. Таяние арктических льдов. Доклад Гринпис США [Электронный ресурс]. URL: <http://www.greenpeace.org/russia/ru/news/2012/September/Scientists-about-arctic-ice-minimum/>
6. Таяние арктических льдов [Электронный ресурс].
7. URL: <http://stud24.ru/ecology/tayanie-ldov-arktiki/244626-718553-page1.html>

ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ СИСТЕМЫ В ЛИТОСФЕРЕ И АТМОСФЕРЕ ЗЕМЛИ

К.А. Малова

Научный руководитель профессор В.Н. Сальников

Национально-исследовательский Томский политехнический университет. Томск. Россия

К числу последствий негативной человеческой деятельности можно отнести такое явление как самоорганизация электромагнитных систем (ЭМС) [5]. Под электромагнитными системами понимают все объекты вещественной и полевой структуры в виде плазмидов различной формы, наблюдающихся в атмосфере, литосфере, космосе, излучающие электромагнитные импульсы в широком диапазоне от гамма-излучения до радиодиапазона, света и тепла (фото 1,2). На основании показаний очевидцев, визуальных наблюдений, химических, физических исследований были сделаны выводы, позволяющие доказать, что одной из причин появления ЭМС является человеческая деятельность [4,6]. Обобщение имеющихся данных позволило выделить 4 группы причин, по которым образуются электромагнитные системы: климатические, геологические, геофизические, техногенные [3]. Повышенная грозовая активность, резкая перемена погоды приводят к образованию ЭМС в атмосфере. Типичным примером является шаровая молния, которая как известно образуется во время или после сильной грозы и является устойчивым образованием. Исследования в этой области показали, что шаровые молнии могут являться следствием электромагнитной загрязненности окружающей среды. Например, отмечалось тяготение шаровой молнии к источникам электромагнитного поля, телевизионным антеннам, линиям электропередач и т.д. Следует отметить, наличие электромагнитного поля является не единственной причиной появления ЭМС, в частности шаровой молнии. Одной из основных причин

появления ЭМС, является – геологическая. Нами выделены следующие геологические предпосылки появления ЭМС: 1.наличие геологических неоднородностей (разломы, резкие смены литологических разностей и т.д.); 2.повышенная тектоническая активность (землетрясения, опасные геологические процессы и т.д.); 3.выход подземных источников, речные террасы; 4.рудные поля, месторождения.



Фото 1. Образование тороидальной электромагнитной системы. Сначала (слева) возникли два небольших светящихся шара, затем они в поле разряда образовали третий, более крупный, светящийся объект, который релаксирует при помощи мощного разряда. Район г. Вильнюса. Утро, туман. Фото В.Н. Сальникова, август, 1988г.[3]

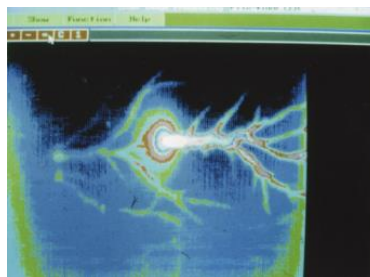


Фото 2. Цветокodирование снимка, изображенного на фото 10, методом эквиденсит. Проявляется тороидальная структура шаровой молнии. Обработка на ЭВМ произведена В.К. Журавлевым.

Геологическая причина появления ЭМС сводится к наличию разрывов, разломов в литосфере, через которые накопленная электромагнитная энергия может выходить на поверхность, образуя электромагнитные системы. Встает вопрос: «Откуда берется электромагнитная энергия в толще горных пород?» В результате геологических процессов (тектонические силы земли, физико-химические процессы), либо деятельности человека в цельной структуре литосферы происходят изменения, которые сопровождаются выделением электромагнитной энергии. Эти изменения разделены на 2 группы [2]:

адгезионно-когезионные - хрупкое разрушение твердого тела, в результате механического воздействия (расщепление и раскалывание по плоскостям спайности или по контакту двух разнородных материалов); взрыв газово-жидких включений при нагревании или облучении; пластическая деформация с образованием микротрещин; взрывное воздействие на твердое тело и др.

флуктуационные - упругая деформация твердого тела, распад и образование новых соединений, дегидратация, фазовые переходы, полиморфные превращения и др.

Физико-химические процессы, происходящие в глубине земли, и приводят к образованию электромагнитной энергии. Когда выделившаяся энергия накапливается до больших объемов, она начинает искать себе выход и продвигается по волноводам на поверхность. Волноводами могут служить геологические неоднородности, разломы, места выходов подземных источников и прочие геологические неоднородности. Важно отметить, что волноводом могут служить созданные человеком сооружения, находящиеся под землей и нарушающие целостность литосферы. Это могут быть различные горные выработки, метрополитен и пр. В процессе прохождения через геологические структуры электромагнитная энергия претерпевает изменения и на выходе на поверхность, вследствие самоорганизации, приобретает свойства квазикристалла. В местах выхода ЭМС на поверхность Земли обнаруживаются странные пустоты в виде ям с исчезновением земли, вывороченный и обгоревший лес, оплавленный песок, светящиеся или, наоборот, черные объекты в атмосфере и диатремы в литосфере [7].

Электромагнитные системы, как и любое другое явление, происходит при действии комплекса причин. Следующая причина появления ЭМС - геофизические и космические факторы. Известно, что Земля является составной частью большой Солнечной системы. Солнечно-земные связи оказывают существенное влияние на физические оболочки нашей планеты, изменяя потенциал магнитного, электрического, гравитационного полей. Исследователями отмечено, что многие проявления ЭМС приходились на время неспокойной геофизической обстановки в районе (например, магнитные бури). И наоборот, в местах выхода электромагнитных систем на поверхность отмечались геофизические аномалии (аномалии магнитных, электрических, радиационных полей). Деятельность человека так же вызывает изменения геофизических полей. Повсеместное развитие и применение электронной техники вызывает повышение потенциала электромагнитного поля, что может спровоцировать проявление ЭМС. Проведенные исследования показали, что этому способствует ряд причин: геологическая, техногенная, геофизическая обстановка. Все вышеуказанные причины связаны между собой. Под техногенной мы будем понимать все, что каким-либо образом связано с человеком, его деятельностью. Здесь так же можно выделить несколько групп причин; 1.непосредственная техногенная деятельность человека; 2.конструкционно-экологическая; 3.психофизическая энергия человека.

Непосредственная деятельность человека является, пожалуй, наиболее мощной причиной появления электромагнитных систем, поскольку человек оказывает влияние на все компоненты окружающей среды. Своей деятельностью человек усиливает природные явления, а так же является стимулятором новых. Так, например, подземные ядерные взрывы приводят к разрушению целостности горных пород, что, как отмечалось выше,

вызывает увеличение генерации электромагнитной энергии и создает дополнительные волноводы для ее выноса. Такую же роль выполняют нефтяные и газовые скважины. Само по себе изъятие полезных ископаемых из литосферы может явиться причиной генерации электромагнитной энергии. Высотные здания вызывают уплотнение горных масс, что приводит к нарушениям их целостности. Еще одним из крупнейших стимулятором проявления ЭМС являются космические исследования, как в космосе, так и их подготовка на Земле. Космические аппараты в процессе выведения их на орбиту и их спуска нарушают естественные геофизические поля планеты, не говоря уже о химическом загрязнении атмосферы, поверхности Земли и Мирового океана. Загрязнение окружающей среды может быть не только видимым и осязаемым, как например, нефтяные загрязнения, повышение концентрации вредных веществ в атмосфере, озоновые дыры, но и скрытым загрязнением, например, электромагнитным.

Можно предполагать, что одной из причин аварии на Саяно-Шушенской ГЭС является выход из литосферы электромагнитной системы по техногенным волноводам и разрушения энергоблоков. Саяно-Шушенская ГЭС построена в районе геоактивной зоны с повышенной сейсмичностью, наличием геологических разломов и, соответственно, электромагнитными волноводами. Ещё в 1972 году при проведении экспедиционных работ по теме «Подземная гроза» на территории строящейся Саяно-Шушенской ГЭС профессор А.А.Воробьев предлагал построить в платину антенну для измерений естественного импульсного электромагнитного поля Земли (ЕИЭМПЗ) с целью прогнозирования геодинамических явлений. Но предложения по прогнозу методом ЕИЭМПЗ не было реализовано, из-за непонимания важности таких исследований. Хотя метод ЕИЭМПЗ в последнее время получил широкое распространение, как наиболее перспективный при прогнозах землетрясений, горных ударов в шахтах, оползневых процессах, он не нашёл широкого применения в мониторинге геодинамических явлений в районах построенных гидроэлектростанций и при выборе мест их проектирования.

Основываясь на электроразрядной гипотезе образования диатрем в литосфере, можно полагать (согласно представлениям о «Подземной грозе» А.А.Воробьева и последним работам К.К.Хазановича-Вульфа), что башни в Нью-Йорке оплавилась и осела в результате электроразряда между железным каркасом этих башен и самолётом (искусственным баллидом).

Литература

1. Арефьев К.П., Заверткин С.Д., Сальников В.Н. Термостимулированные электромагнитные явления в кристаллах и гетерогенных минералах /Под ред. М.В. Кабанова. – Томск: STT 2001. – 400 с.
2. Вершкова Е.М., Русакова А.В., Сальников В.Н., Федощенко В.И. Электромагнитные системы литосферы, как информационная геозкологическая проблема/ Матер.6-го Межд.Симп.: Проблемы экоинформатики. – М.:ИРЭ РАН, 2004. – С.164 – 168.
3. Малова К.А., Сальников В.Н. Синергетика элктромагнитных систем литосферы // Успехи современного естествознания, 2011. – №7. – С.44 – 48.
4. Протасевич Е.Т., Скавинский В.Н. Геофизические фоновые объекты и явления. По страницам архива жандармского управления периода первой мировой войны. – Томск.; изд-во ТПУ, 1996. – 120 с.
5. Сальников В.Н., Арефьев К.П., Завёрткин С.Д. и др. Самоорганизация физико-химических процессов в диэлектрических природно-техногенных средах. Томск: STT,2006. – 524 С.
6. Экология человека в изменяющемся мире/ Коллектив авторов. Екатеринбург:УрО РАН, 2006. – 570 С
7. Хазанович-Вульф К.К. Диатреморвые шлейфы астроблем или «Болидная модель образования кимберлитовых трубок». – Петрозаводск: Изд-во ГЕОМАСТЕР, 2007. – 272 С.

ПРИЧИНЫ И ПОСЛЕДСТВИЯ СМЕЩЕНИЯ ПОЛЮСА ХОЛОДА

Св.А. Тихонова, Сах.А. Тихонова

Научный руководитель доцент Т.А. Гайдукова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Значение палеомагнитных исследований при изучении климатов прошлого состоит в том, что они обеспечивают независимое определение широты и меридионального направления. Палеомагнитные исследования заключаются в установлении направлений намагниченности, как склонения, так и наклонения, измеряемых на образцах горных пород [3].

Метод палеоклиматологии заключается в выявлении некоторых признаков неких палеоклиматологических индикаторов, которые могли бы дать представление об определенных климатологических условиях. Создают модель климатических зон прошлого, в который эти индикаторы помещаются в соответствующие палеоклиматологические зоны.

Существует множество способов по исследованию климатов прошлого, в нашей статье мы выделим метод, связывающий палеомагнетизм с палеоклиматологией. Этот метод рассмотрел в своей научной статье С.К. Ранкорн.

Между палеомагнетизмом и палеоклиматами существует связь, которая становится ясной, если считать, что среднее геомагнитное поле всегда являлось диполем, направленного вдоль оси вращения Земли. Наклон оси геомагнитного поля в настоящее время относительно географической оси равен примерно 11°, однако геомагнитное поле не оставалось всегда постоянным по направлению; оно постепенно изменялось. На рисунке 1 изображены склонения и наклонения поля Лондона начиная с XVI в. Это пример вековых колебаний геомагнитного поля. Направление геомагнитного поля и остаточной намагниченности горных пород

определяется двумя углами: склонением, т.е. углом между вертикальной плоскостью, проходящей через магнитный меридиан, и современным географическим меридианом, и наклоном, т.е. углом, который образует магнитный вектор с горизонтальной плоскостью. На примере Лондона, на рисунке 1 видно, что склонение достигало наибольшего значения (24° з.д.) в 1815 г., а перед 1650 г. оно было северо-восточным. Даже если бы эти исторические наблюдения были единственным источником информации о колебаниях геомагнитного поля, все же можно было бы считать, что в среднем в течение тысячелетий оно было направлено точно на север. В пользу такого предположения имеются, кроме того, веские теоретические доводы.

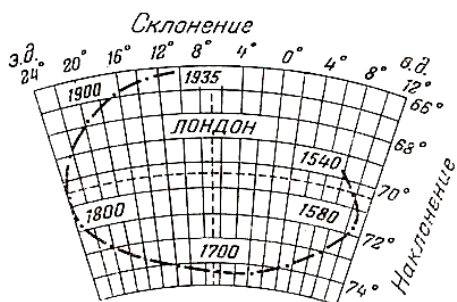


Рис. 1. Изменение магнитного склонения и наклона в Лондоне (за 1540-1935 гг.)

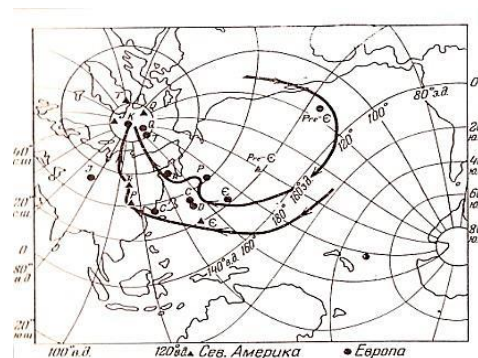


Рис. 2. Карта изоклин (линий равного магнитного наклона) для эпохи 1945 г.

Силикатная мантия Земли простирается примерно до глубины 2900 км; глубже, в центральных частях Земли, находится жидкое ядро большой плотности. Согласно данным физики твердого тела, ядро должно обладать хорошей электропроводностью, а космохимические соображения свидетельствуют в пользу того, что оно состоит из железа. Замечательным свойством жидкого ядра является то, что оно, по-видимому, вращается значительно медленнее, чем мантия; разница составляет примерно $1/5^\circ$ в год. Это удалось установить путем изучения вековых изменений на протяжении исторического времени тех особенностей геомагнитного поля, которые не имеют аксиальной симметрии. Оказалось, что все они перемещаются с течением времени в западном направлении. Любопытно, что это явление было несколько раз обнаружено, потом забыто и вновь открыто. В XVII в. его впервые заметил астроном Галлей, который составил первые карты колебаний склонения (карты изогон, т.е. линий равного склонения) для Атлантического океана. Позднее ван Беммелен, используя карты изогон Европы, показал, что центр одной из аномальных областей магнитного поля за время с 1550 до 1750 г. переместился из Швеции в западную Португалию. Бауэр выявил этот эффект, изучая различия между углами наклона, наблюдавшимися в 1780 и 1885 гг. и теми, которые следовало бы ожидать для поля аксиального диполя. Линии равных отклонений образуют две системы замкнутых овалов, одна из которых находится в западном полушарии, а другая в восточном. Обе системы за период с 1780 по 1885 гг. заметно переместились к западу. За последние полстолетия институтом Карнеги в Вашингтоне были предприняты широкие исследования с целью получения данных о геомагнитном поле по всему земному шару. Вестайн и его сотрудники произвели исчерпывающий анализ вековых колебаний магнитного поля для четырех эпох: 1912—1915, 1922—1925, 1932—1935 и 1942—1945 гг. На составленных ими картах во всех деталях видно перемещение фокусов изопор (т.е. центров роста или уменьшения напряженности магнитного поля) к западу [1].

Эльзассер и Буллард показали, что геомагнитное поле возникает в жидком проводящем земном ядре посредством механизма, напоминающего динамо. Движения в жидком ядре, обусловленные радиоактивным нагревом, обеспечивают энергию, достаточную для поддержания интенсивности магнитного поля на наблюдаемом уровне. При таком подходе вековые колебания, амплитуда которых мала по сравнению с геологическим временем, хорошо объясняются эффектом электромагнитной индукции, возникающей вследствие турбулентных движений в ядре Земли.

Таким образом, геомагнитное поле становится одной из областей приложения новой теории, называемой магнитной гидродинамикой. Эта теория объясняет поведение магнитных полей в движущихся проводящих жидкостях, причем главным образом она имеет дело с движениями крупного масштаба. Одно из основных положений этой теории состоит в утверждении того, что силовые линии магнитного поля имеют тенденцию оставаться связанными с движущимися частицами. Это просто приложение правила Ленца к явлениям крупного масштаба, когда полное время распада системы свободных электрических токов достаточно велико.

Таким образом, перемещение геомагнитного поля в западном направлении, — по-видимому, результат вращения в этом же направлении ядра Земли как целого по отношению к ее мантии. Анализ уравнения Навье — Стокса в применении к гидродинамике земного ядра показывает, что значение вязкости в этом уравнении ничтожно мало, несмотря на высокий верхний предел вязкости ядра. Следовательно, оболочка и ядро вовсе не должны вращаться с абсолютно одинаковой угловой скоростью, поскольку какая-либо веская причина к этому отсутствует. В нижней части силикатной мантии температуры довольно высоки, поэтому следует ожидать, что проводимость там значительна, хотя она и меньше проводимости ядра примерно в 10 000 раз. Нижние слои

мантии являются полупроводником, согласно терминологии, принятой в физике твердого тела. Этим и объясняется, почему скорости оболочки и ядра не могут сильно различаться, поскольку ядро стремится увлечь силовые линии за собой и, следовательно, в оболочке индуцируются вихревые токи. Вращательный момент, создаваемый этими вихревыми токами, не позволяет ядру и оболочке вращаться с существенно различными скоростями. С другой стороны, переменные поля, возникающие в ядре и наблюдаемые на поверхности Земли в виде вековых колебаний, также должны возбуждать токи в мантии, а пондеромоторные силы, порождаемые этими токами, должны вызывать изменения угловой скорости мантии с амплитудой порядка 100 лет. Таким образом, в каждый данный момент скорости, с которыми вращаются ядро и мантия, должны различаться, вероятно, не более чем на 10⁻⁶%. Эти скорости изменяются во времени, причем роль таких изменений весьма значительна, поскольку ими можно объяснить одно из самых интересных астрономических открытий, сделанных за последнее столетие. Было установлено, что в положениях Луны, Солнца, Венеры и Меркурия на небесном своде наблюдаются колебания той же амплитуды, которая характерна для вековых колебаний геомагнитного поля. Это означает существование колебаний во вращении Земли. Таким образом, представления о турбулентных движениях в ядре позволяют связать между собой и объяснить два следующих явления: геомагнитное поле порождает переменное во времени сцепление между ядром и мантией, а это в свою очередь приводит к колебаниям продолжительности суток, обнаруженным астрономами.

Простое следствие этой теории следующее: среднее геомагнитное поле во времени должно быть примерно симметричным относительно оси вращения. При определении направления намагниченности формации горных пород, принадлежащей какому-то данному геологическому периоду, изучается геомагнитное поле в интервале времени, значительно более продолжительного, чем амплитуда вековых колебаний. Поэтому при интерпретации палеомагнитных данных можно считать поле аксиально симметричным. На рисунке 2 показано распределение линий постоянного магнитного наклонения (изоклин) для 1945 г. Вследствие того что геомагнитная ось отклонена в направлении Канады, на изоклинах отчетливо виден изгиб в сторону Южной Америки. Но ядро вращается относительно мантии, увлекая за собой магнитное поле. Поэтому если изучать поле в каком-то одном месте за период во много тысяч или десятков тысяч лет (например, при измерениях, производимых по породам отдела), то подобное исследование равноценно измерению поля во всех точках, лежащих на данной широте, в течение эпохи. Можно математически строго показать, что усреднение по любой широте дает аксиально-симметричное поле; действительно, как видно на рисунке 2, изоклины отклоняются то в одну, то в другую сторону по отношению к параллелям, что и приводит к указанной аксиальной симметрии усредненного поля.

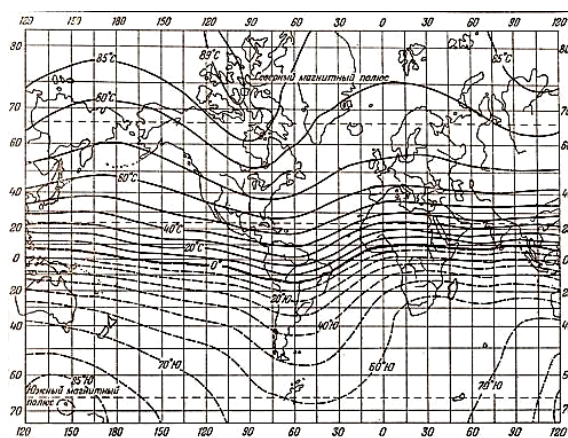


Рис. 3. Положение Северного полюса, определенное по намагниченности горных пород Северной Америки и Великобритании

Далее, учитывая энергетические соображения, возникает предположение о дипольном характере среднего поля, т. е. это поле должно быть эквивалентно полю постоянного магнита малого размера, помещенного в центре Земли и направленного вдоль ее оси вращения. Для поля аксиального диполя существует следующее простое соотношение между величиной магнитного наклонения (I) и широтой (λ):

$$\operatorname{tg} I = 2 \operatorname{tg} \lambda, \quad (1)$$

Именно в силу этого простого обстоятельства оказывается, что магнетизм горных пород имеет прямое отношение к проблемам климатов прошлого. Среднее направление намагниченности пород какого-то отдела, в которое внесена поправка, учитывающая падение слоев, позволяет, получив по формуле (1) значение географической широты места залегания пород. Палеомагнитные данные, собранные на всех континентах, показывают, что в эпохи, предшествовавшие третичному периоду, широты отличались от современных. Брайден и Ирвинг, а также Ранкорн и Блэкет показали, что для каждого геологического периода значения широт, вычисленные по палеомагнитным данным, хорошо согласуются со значениями, полученными при обычных палеоклиматических исследованиях.

Было обнаружено, что пункты положения полюса, если их рассматривать в геохронологической последовательности от древних периодов к четвертичному, ложатся вдоль определенных кривых, показанных на

рисунке 3. Это было первым свидетельством в пользу того, что измерения вскрывают важную закономерность. Позднее Ранкорном были приведены доказательства того, что западное смещение кривой перемещения полюса, построенной по специальным данным, относительно европейской кривой невозможно объяснить вторичной намагниченностью. Поэтому для объяснения расхождения был привлечен дрейф континентов. Действительно, если Европа и Северная Америка до триаса находились, примерно на 30° ближе одна к другой, то существование двух различных кривых перемещения полюса получило бы объяснение.

Согласно принципам механики, среднее геомагнитное поле должно быть аксиальным, нет вполне определенных доказательств того, что земное поле всегда было дипольным. Как видно на рисунке 3, оно было дипольным в течение последних 60 млн. лет, поскольку при вычислении положений полюса пригодна формула (1). Представляет интерес вопрос, не могло ли среднее поле иметь более сложную структуру, чем поле диполя, в течение промежутков времени длительностью порядка нескольких миллионов лет. Потенциал дипольного поля выражается сферической гармоникой второго порядка. Высшие гармоники дают более сложные поля. Наиболее вероятна генерация в ядре дипольного поля, так как такое поле обладает меньшей энергией, чем поле высших гармоник. Однако, поскольку уравнения гидродинамики ядра не линейны, может быть, неверно предполагать, что все изменения в энергии или в радиусе ядра приводят только к изменению напряженности поля, а не к изменению его формы. Магнитное положение квадрупольно направлено по вертикали не только на полюсах, но и на экваторе. Поле окуполя направлено вертикально приблизительно на широтах 20° ю. ш. и 20° с. ш. и на полюсах. Поэтому если среднее геомагнитное поле в палеозое было, например, комбинацией дипольного и окупольного полей и т. д., то связь между широтой и углом магнитного наклона уже не будет определяться формулой (1). В этом случае палеомагнитный метод определения положения материков оказывается уже уязвимым [2].

Литература

1. Личков Б. Л. Движение материков и климаты прошлого земли. – Л., 1935. 127 с.
2. Нэйрн А. Э.М. // Проблемы палеоклиматологии: Труды симпозиума. – М.: Изд-во «МИР», 1968. – 440 с.
3. Сеницын В. М. Введение в палеоклиматологию. – М.: Недра, 1980. – 527 с.

ВОЗДЕЙСТВИЕ ИЗМЕНЕНИЙ НЕКОТОРЫХ КОСМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ НА ИЗМЕНЕНИЕ УРОВНЯ КАСПИЙСКОГО МОРЯ

Хассан Махмуд Гомаа

Научный руководитель профессор Ю.В. Ваньшин

Саратовский государственный университет, г. Саратов, Россия

Изменение климата имеет большое влияние на изменения глобального уровня морей. Солнечная активность также может играть определенную роль в изменении уровня моря. В статье предпринята попытка рассмотреть эффект солнечной активности и глобального потепления на изменение уровня Каспийского моря.

Каспийское море имеет самую большую площадь водной поверхности среди внутренних водоёмов, и составляет 75% объёма от всех солёных озёр Мира [5]. В настоящее время его уровень на 27 м ниже уровня Мирового океана [1]. Каспийское море окружено территориями Российской Федерации, Азербайджана, Ирана, Туркмении и Казахстана, расположено между 36° - 47° с. ш. и 47° - 54° в. д. в полусушистом регионе [4]. Каспий традиционно разделен на три части, определенные морфометрическими параметрами и гидрологическим режимом - северный, средний, и южный. Северная часть моря имеет среднюю глубину 5 метров и содержит около 1% суммарного объёма воды. Средний Каспий относительно глубок – в среднем 190 м и содержит одну треть объёма воды. Глубокая, южная часть содержит две трети объёма воды, приблизительно $78,289 \text{ км}^3$, и достигает максимальной глубины 1024 м. [6].

Уровень Каспийского моря, как типичного внутреннего водоёма, неоднократно подвергался значительным колебаниям в прошлые геологические времена [7]. В период с 1933 по 1940 г. его уровень резко снизился на 1,7 м, а в 1977 г еще на 1,2 м и достиг минимального значения. Затем в период с 1977 по 1995 г г. его уровень неожиданно повысился на 2,5 м [1]. Изменения уровня моря вызвали существенное влияние на экономику, окружающую среду и ресурсы прибрежных стран. Авторы работы [3] предположили наличие связи между изменениями климата и колебаниями уровня Каспийского моря.

В дополнение, американские ученые [10] полагают, что число солнечных пятен (чисел Вольфа) зависит от циклов солнечной активности, максимум которой отмечается каждые 11 лет или около этого. При этом, некоторые исследования указывают на то, что частота образования солнечных пятен за прошлое столетие в целом удвоилась [10]. Некоторые климатологи считают, что пятна и «солнечный ветер» могут играть значительную роль в изменении климата Земли, но подавляющее большинство специалистов рассматривают вклад этих процессов в климатообразование как незначительный, считая основной причиной нагревание атмосферы, эмиссию продуктов индустриальной деятельности, подтверждая это мнение многочисленными фактическими данными.

В придачу, считается [9], что существует прямая связь между современным глобальным потеплением и увеличением в атмосфере концентрации парниковых газов, особенно CO_2 , что может привести в конечном итоге к изменению уровня и Мирового океана. Самые полные данные о динамике концентрации CO_2 в атмосфере,

выраженные как молярная доля в сухом воздухе, содержатся в отчёте по исследованиям, проведенным на Мауна-Лоа (Hawaii, США).

В настоящей работе была посчитана корреляция между числом солнечных пятен (чисел Вольфа), их вариаций и уровнем Каспийского моря. Также была исследована корреляция между содержанием CO_2 в атмосфере и уровнем Каспийского моря.

Как отмечалось ранее, в период с 40-х до 80-х годов XX века уровень Каспийского моря заметно снизился (рис. 1). По мнению специалистов, основной причиной этого процесса явилось создание каскада водохранилищ на реках Волге и Каме, приведшее к понижению уровня моря более чем на 2,5 м до минимальной отметки в -29 м, что за последние 400–500 лет является самым низким показателем [8]. Начиная с 1978 года уровень воды начал быстро повышаться, и теперь он стабилизировался на уровне -27 м. Садыков Д. Ш. и др. [2] замечают, что наблюдаются различные связи между изменением чисел Вольфа в сторону повышения или понижения и градиентом изменения уровня моря. Такая неадекватность между ними, возможно, связана с различиями в механизме повышения и понижения температуры воздуха и воды при изменении плотности энергетического потока. Изменение чисел Вольфа, или магнитного поля Солнца, может вызвать изменение спектрального состава солнечного излучения. Это, в свою очередь, приводит к изменению энергетических характеристик солнечного потока и физико-оптических свойств различных слоев Земли. Но установление прямой связи между параметрами солнечной активности и различных слоев Земли является сложной проблемой.

Для стран региона существенное колебание уровня Каспия несет серьезные последствия, т.к. изменение береговой линии угрожает социальной и экономической сферам.

Нами изучена взаимосвязь (рис. 1) между солнечной активностью и изменением уровня Каспийского моря за период с 1880 до 2008 г.г., а также с содержанием CO_2 с 1960 до 2008 г.г.

Установлено, что коэффициент корреляции между числами Вольфа и изменениями уровня Каспийского моря составил $r = -0,36$ с 1880 до 2008 г.г. и с 1960 по 2008 год составил $r = -0,04$. С другой стороны, коэффициент корреляции между концентрацией CO_2 и изменением уровня моря составил $r = 0,84$ с 1960 до 2008 г.г. Видно, что за последние 50 лет рост выбросов парниковых газов, особенно CO_2 , имеет гораздо большее влияние на изменение уровня Каспийского моря, чем числа Вольфа.

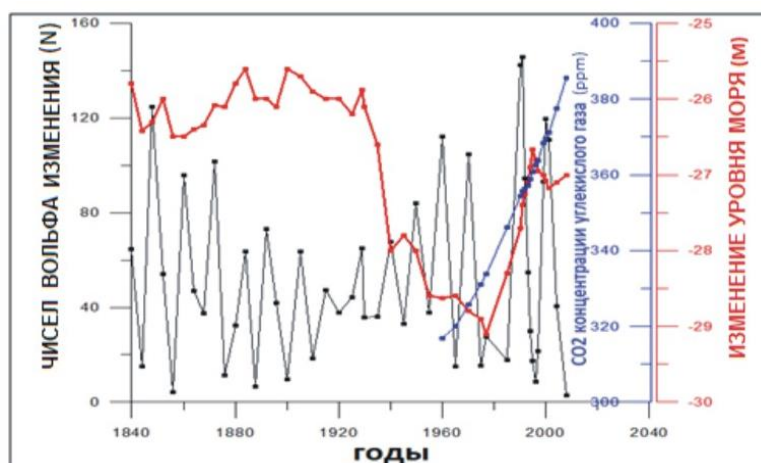


Рис. 1. Корреляция между изменением уровня Каспийского моря (м), чисел Вольфа (N) и концентрацией CO_2 в атмосфере (ppm).

Таким образом, мы можем сказать, что в прошлом повышение уровня Каспийского моря больше связано с глобальным потеплением, связанным с увеличением выбросов парниковых газов в атмосфере, особенно CO_2 . Кроме того, непрерывное увеличение CO_2 в атмосфере может привести к резкому увеличению уровня Каспийского моря в предстоящие годы.

Литература

1. Родионов М.А. Этнографический статус существ, вещей и явлений в культурах Востока. Вып. 1. Собака // Кунсткамера. Этнографические тетради. – СПб., 1994. – № 5–6. – С. 174–261.
2. Садыков Д.Ш., Кунаев М.С. Исследование механизма изменения уровня Каспийского моря на основе анализа взаимодействия природных сил. – Алматы: Рылым, 2000. – 116 с.
3. Школьник И.М., Мелешко В.П., Катцов В.М. Возможные изменения климата на европейской территории России и сопредельных территориях к концу XXI века: расчет с региональной моделью ГГО. Метеорология и гидрология, 2006. – № 3. – 5–16 с.
4. Arpe, K. and Leroy, S. A.G.: The Caspian sea level forced by the atmospheric ... as observed and modelled, Quaternary Int., 2007. – Vol. 173. – pp 144–152.
5. Birkett CM. The contribution of TOPEX / POSEIDON to the global monitoring of climatically sensitive lakes. J Geophys Res 100(C12), 1995. – Vol.25. – pp179–204.

6. Clauer, N., Chaudhuri, S., Toulkeridis, T., Blanc, G. Fluctuations of Caspian Sea level: beyond climatic variations. *Geology*, 2000. – Vol.28. – pp 1015–1018.
7. Kazanci, N., Gulbabazadeh, T., Leroy, S.A.G., Ileri, O. Sedimentary environmental characteristics of the Gilan-Mazenderan plain, northern Iran: influence of long- and short-term Caspianwater-levelfluctuations on geomorphology. *J. Mar. Syst.*, 2004. – Vol.46. – pp 145–168.
8. Kosarev AN. Physico-geographical conditions of the Caspian Sea In: *The Caspian Sea Environment*, Ed. By Kostianoy, A.G., Kosarev A.N., Springer-Verlag, Berlin, 2005. – pp 5–31.
9. Meinshausen M, Meinshausen N, Hare W, Raper SC, Frieler K, Knutti R, Allen MR. Greenhouse-gas emission targets for limiting global warming to 2 deg C. *Nature*; 2009. – Vol.458. – pp1158–1163.
10. NASA's Marshall Space Flight Center, www.solarscience.msfc.nasa.gov; Token Conservative Blog, www.tokenconservative.com; IPCC, www.ipcc.ch.

ПОЛОЖЕНИЯ ГИПОТЕЗЫ РАСШИРЯЮЩЕЙСЯ ЗЕМЛИ

А.А. Шатохина

Научный руководитель доцент А.Е. Ковешников

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Существует много теорий относительно развития нашей планеты. Невозможно объяснить это единственно верным способом, по крайней мере, сейчас. Известные ученые: геологи, физики, математики ищут ответа и создают такие всем известные теории, как теория плюмов, теория континентального дрейфа, теория пульсирующей Земли, гипотеза расширяющейся Земли, рассмотрению отдельных аспектов которой и посвящена настоящая статья.

Концепция расширяющейся Земли объясняет раздвижение материков за счет расширения Земли [1]. По мнению исследователей, сторонников гипотезы расширяющейся Земли, первоначально наша планета состояла из ядра, сложенного гидридами металлов, окружённых оболочкой из металлов с растворённым в них водородом. В силу проявления определённых процессов, верхняя часть этой протопланеты постепенно переходит в силициды (сплавы на основе кремния, магния и железа), и через субдукцию – в Земную кору с гранитным слоем. Завершится этот процесс, по мнению разработчиков гипотезы, полным переходом двух первичных сфер в две вторичные [2].

По мнению одного из разработчиков гипотезы У. Кэри [3], она имеет космологический характер. Он считал, что все во Вселенной взаимно стремится к нулю, и что, если перед возникновением Вселенной существовало некое пулевое состояние, то затем к нулю могло прибавиться все, что угодно. Эти воззрения данного автора изложены в его книге [3], где он пытается объединить законы Ньютона и Хаббла в своего рода двойной эмпирический закон, что подрывает концепцию Большого Взрыва [3].

В России мысли о расширяющейся Земле были близки русскому ученому И.О. Янковскому. Его книга «Всемирное тяготение как следствие образования вещества внутри небесных тел» была опубликована в Москве в 1899 г. и в Санкт-Петербурге в 1912 г. Он полагал, что существует переход от невесомого вещества (эфира) к реальной материи и что он ведет к появлению планет и звезд [3].

Английский физик Поль Дирак в 1937 г. высказывал идею, суть которой в том, что произвольную комбинацию физических констант можно выразить безразмерным числом (интервалы между этими группами так огромны, что эти безразмерные числа должны иметь важное самостоятельное значение). Одна из таких комбинаций включает гравитационную постоянную G , умноженную на возраст Вселенной, из чего он делает вывод о том, что, для того, чтобы величина этого произведения оставалась неизменной, постоянная G должна меняться с возрастом Вселенной и поэтому должна со временем убывать [4].

Однако профессор Томского Политехнического Университета Л.А. Пухляков в своей статье «Некоторые замечания по гипотезам увеличения объема и скорости вращения Земли» [5] опроверг данный факт. По его подсчетам, в случае справедливости гипотезы Дирака-Иордана-Хейзена, расстояние между Солнцем и Землей в начале кембрия должно было быть меньше современного в 43,52 раза, и количество солнечных лучей, которые могли достигать земной поверхности, - превосходить современное примерно в 1900 раз. Но если учесть, что климат нашей планеты в кембрии был примерно таким же, как сегодня, то с данным допущением согласиться нельзя. Поэтому Л.А. Пухляков сделал вывод, что гипотезу увеличения объема Земли можно считать несостоятельной.

В пользу гипотезы расширения Земли говорит и тот факт, что материк древняя Пангея, которую современные ученые представляют в виде всех современных континентов собранных в единый материк, существовала как единое целое около 360 млн. лет назад. При этом если современные очертания материков соединить на современном глобусе, то будет заметно зияние между Австралией и Восточной Азией. В 1962 г. Сирил Барнетт из Лондона предложил объяснять эту несостыковку, размещая современные материки на глобусе 2/3 от современного. Как он заметил, «трудно поверить, что только случайностью объясняется такое совпадение континентальных краев». Позднее он уподобил южные материки лепесткам цветка (рис.1).

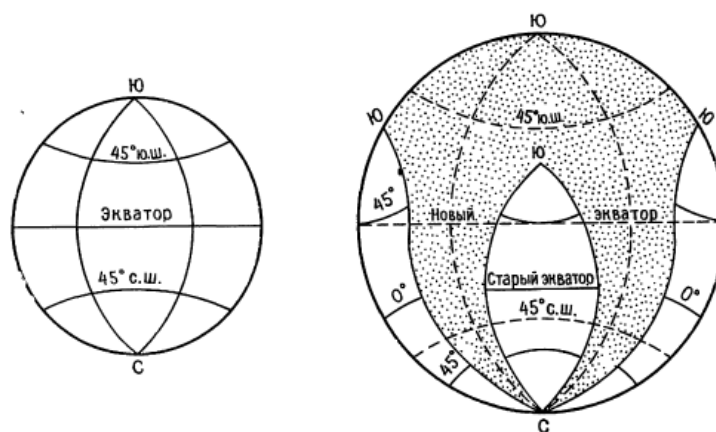


Рис. 1 Аналогия с «раскрывшимся» бутонем [4]

Находки тропических окаменелостей (разнообразных брахиопод, кораллов и фузулинид) в совокупности с совершенно независимыми палеомагнитными данными показывают, что в пермское время (примерно 245-280 млн. лет назад) экватор проходил в Северной Америке через штаты Техас и Нью-Йорк. Современный экватор проходит через Бразилию. Значит, сейчас Северная Америка находится примерно на 35° ближе к Северному полюсу, чем это было в пермском периоде. Точно так же европейские окаменелости и палеомагнитные данные свидетельствуют о том, что пермский экватор проходил всего на несколько градусов южнее Франции. Современный экватор пересекает Центральную Африку. Значит, и Европа сейчас примерно на 40° ближе к Северному полюсу, чем тогда. Следуя этому принципу сопоставления, получается, что Средняя Сибирь ближе к Северному полюсу на 20°, чем тогда.

Итак, за время, прошедшее с пермского периода, материка приблизились друг к другу в районе Арктики, которая соответственно должна была подвергнуться сжатию примерно на 5000 км. Но все это время Арктика была районом растяжения, в результате которого раскрылся Северный Ледовитый океан. Это невозможно объяснить, если считать, что Земля не испытала расширения.

Палеонтологические и палеомагнитные данные для триаса (200-245 млн. лет назад), юры (145-200 млн. лет назад) и мела (66-144 млн. лет назад) независимо друг от друга выявляют тот же парадокс: материка сближались в Арктике после каждого из этих периодов, но все в меньшей степени в каждый последующий период. Все эти данные можно интерпретировать как проявление постепенного и неуклонного крупномасштабного расширения планеты Земля.

В начале 1970-х годов специалисты по палеомагнетизму сообщили, что палеополюс, всегда находится несколько дальше от современного, чем средний палеополюс по данным из всех районов (рис. 27). Именно это и предсказывает теория расширения Земли, так как угловые расстояния на земной поверхности, служащие объектом палеомагнитных измерений, становятся все длиннее в километрах по мере увеличения радиуса Земли.

При распаде Пангеи периметр Тихого океана увеличился по меньшей мере на 10 тыс. км. Однако если допускать, что радиус Земли оставался постоянным, то его периметр должен был увеличиться всего на треть, а площадь, заключенная внутри него, должна была более чем на треть уменьшиться. Это явление принято называть парадоксом периметра Тихого океана.

Американское Национальное управление по аэронавтике и исследованиям космического пространства (НАСА) вот уже несколько лет проводит измерение расстояний между материками, используя для этого три независимых метода: лунные лазерные измерения, сходную процедуру с использованием искусственных спутников Земли и интерферометрию со сверхдлинной базой (ИСДБ) (рис.2). Первые результаты появились в 1986 г. [6].

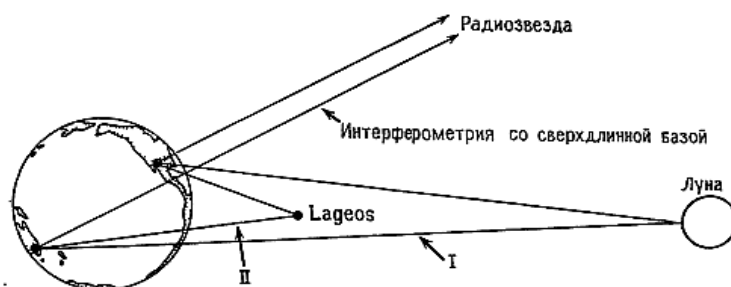


Рис. 2 Спутниковая геодезическая система НАСА. I- определение расстояний с помощью лазерной локации Луны, II- определение расстояний с помощью лазерной локации искусственного спутника [6]

Данные НАСА (по расчетам доктора Паркинсона) указывают на то, что в течение периода наблюдений радиус Земли увеличивался на $2,8 \pm 0,8$ см в год.

Но в 2011 г. в журнале «Geophysical Research» было опубликовано новое исследование НАСА. Команда ученых, применяя новую методику для расчета данных, оценили среднее изменение радиуса Земли в год – 0,1 мм в год. Это является незначимым. И поэтому можно с точностью сказать, что Земля в настоящее время не расширяется.

Но, возможно, расширение проходило в более ранние стадии формирования нашей планеты, а в настоящий момент резко уменьшилось. Ученые считают, что скорость расширения в разное время могла быть разной.

По крайней мере, гипотеза расширяющейся Земли заслуживает внимания, и приведенные данные в пользу такой модели развития нашей планеты заслуживают внимания и дальнейших исследований.

Литература

1. Тектоника. Второе издание, переработанное и дополненное / Ю. А. Косыгин. – М., Недра, 1983 – 536 с.
2. Геология нефти и газа: учебное пособие / А.Е. Ковешников; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011. – 168 с.
3. «В поисках закономерностей развития Земли и Вселенной: История догм в науках о Земле»: Пер. с англ./ Кэри У. – М.: Мир, 1991. – 447 с.
4. Поль Дирак, Пути физики. – М., «Энергоатомиздат», 1983. – 88 с.
5. Некоторые замечания по гипотезам увеличения объема и скорости вращения Земли/ Л. А. Пухляков // Известия Томского политехнического института [Известия ТПИ] / Томский политехнический институт. – Изд-во Томского ун-та, 1970. – Т. 185. – С. 143–149.
6. <http://www.nasa.gov/>

ВЫРАЖЕННОСТЬ ФЛЮИДОПРОВОДЯЩИХ СТРУКТУР ШЕЛЬФА КОНТИНЕНТАЛЬНЫХ МОРЕЙ ЮГО-ВОСТОКА РОССИИ НА КОСМИЧЕСКИХ СНИМКАХ

М.Ж. Шевырева

Научный руководитель старший преподаватель С.Л. Шевырев
Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток, Россия

В связи с необходимостью ведения нефтепоисковых работ на шельфе Дальневосточных морей актуальным может быть уточнение роли региональных разломов и сопутствующих им трещинных структур в миграции и формировании условий для обнаружения скоплений углеводородного сырья.

Наше исследование призвано рассмотреть выраженность флюидопроводящих структур шельфа морей Юго-востока России на космических снимках. Трещинные структуры могут играть роль в миграции и диссипации флюидов (в том числе углеводородов) на континентальном шельфе. В настоящей работе рассматривается возможность установления влияния эндогенного фактора на формирование планктонных сообществ, а также связь тектонической структуры и аномальных концентраций тяжелых углеводородов.

Нами изучались закономерности изменения фитобиоценозов залива Петра Великого по наблюдениям спектро радиометра Modis в течении вегетационного сезона.

В качестве ведущего фактора, определяющего концентрацию хлорофилла в поверхностном слое воды рассматриваются ее температура (при прогреве воды интенсифицируется развитие фитобиоценозов) и трофность (наличие источников и режим поступления биогенов). Эвтрофирование происходит при обогащении воды биогенными элементами и органическим веществом, вызывающими ускоренный рост водорослей и высших растений.[1,2,5] Биогенные вещества попадают в водоем вследствие деятельности рек, коммунальных и промышленных стоков и сжигания ископаемого топлива.

Спутниковые наблюдения, включающие до 13 последовательных сцен Modis, обрабатывались в программе Seadas 6.4. С помощью программы I2gen генерировались продукты спутниковых данных до второго уровня обработки. Осуществлялась генерация продуктов «хлорофилл а» (chl_{or_a}) и «температура поверхности» («sst»).

Локализация максимальных концентраций хлорофилла тяготеет к положению основных источников биогенных элементов, расположенных в Амурском заливе (сточные сооружения Владивостока, устье р. Раздольная), а также в заливе Посыета. Установлено локальное превышение фоновых концентраций в акватории залива Петра Великого и прилегающей акватории. На ряде станций Амурского залива существенно превышен критический уровень концентрации хлорофилла, установленный [6] в 8 мкг/л.

По нерегулярной сети станций (50 станций) производился сбор данных (sst и chl_{or_a}) с вычислением параметров связи температуры и концентрации хлорофилла: коэффициентов корреляции r и ковариации cov(t , chl_{or_a}).

Нами была составлена карта регионов залива Петра Великого, включающего 2 региона.

Анализ хода кривых температуры и концентрации хлорофилла позволил определить динамику состояния водных экосистем залива Петра Великого. Она различна для Амурского и Уссурийского заливов, а также для мористой части залива Петра Великого. Если для Амурского и Уссурийского заливов с существенным влиянием рек и антропогенной деятельности, малых глубин и прогревом вод, концентрация хлорофилла возрастает постепенно с увеличением температуры, а затем постепенно уменьшается; то для мористой части

наблюдается пик в начале вегетационного сезона, затем резкое уменьшение концентрации хлорофилла, а затем постепенное ее увеличение, т.е. в данном случае влияние температуры не является руководящим фактором для формирования фитобиоценозов. Такая динамика характерна для выделенных акваторий мористой части залива Петра Великого.

Учеными, занимающимися мониторингом концентраций метана для акваторий морей Дальнего Востока России [3] установлено постепенное увеличение концентрации метана для акваторий Охотского и Японского морей с наступлением осени. Сопоставление «зоны обратной связи», установленной для температуры и хлорофилла, согласуется с исследованиями [6], показавшими наличие повышенных концентраций метана в водах залива Петра Великого к югу от островов Путятин и Аскольд, которые, как предполагается, связаны с сейсмической активностью в подстилающей акваторию залива земной коре в 2008-2010 годах. О связи эманации углеводородов из недр и развитием биосообществ указывалось [4]

Возможно, наличие такой обратной связи температуры и хлорофилла свидетельствует об эндогенном притоке биогенов, не фиксируемом на единичном снимке, но отражающемся в жизненном цикле водных экосистем.

В пределах акватории залива Петра Великого, нами изучались разломные структуры бухты Новгородская, являющиеся продолжением структур континента. Здесь по данным газогеохимического опробования, проведенного ТОИ ДВО РАН (А.И. Обжиров и др.) выявлены аномалии углеводородов (в том числе пропана и бутана).

С целью выявления связи с геологическим строением и тектонической нарушенностью пород были задействованы дистанционные космические исследования. Последние включали в себя изучения структурного рисунка, наблюдаемого на космическом снимке.

Выводы

По акватории залива Петра Великого наблюдается изменчивая картина сезонной динамики зависимости концентраций хлорофилла и температуры, измеренных по спутниковым данным.

Пространственное распределение коэффициента корреляции и ковариации этих параметров позволяет провести районирование акватории. Для выделенных районов можно предположить различные условия существования морских экосистем и факторы, влияющие на них.

Сопоставление морфологии регионов с отрицательной обратной связью хлорофилл и температуры с полями метана (по [3]) позволяет предположить их выраженность на дистанционной основе в сезонной изменчивости концентрации хлорофилла и ее зависимости от температуры.

Для бухты Новгородская (соответствующая затопленной морем части Краскинской вулканотектонической структуры) сопоставление рассчитанных карт структурных параметров с аномалиями углеводородов, обнаруженных в скважинах работами предшественников позволяет выявить связь полей тектонической нарушенности территории с ее газогеохимическими особенностями.

Красинский и Виноградный разломы, к которым приурочены газогеохимические аномалии в скважинах выражены в локальных максимумах значений фрактальной размерности Минковского и плотности трещин.

Таким образом, данные космического мониторинга помогают выявить разломы, активные на современном этапе с выяснением их роли в тектоническом строении и развитии территории, а также формировании газогеохимических аномалий.

Литература

1. Воронков П.П. Гидрохимический режим залива Петра Великого Японского моря // Вопросы химии моря / ред. П.П. Воронков. – Л.: Гидрометиздат, 1941. – С.42–102.
2. Звалинский В.И., Тищенко П.П., Михайлик Т.А., Тищенко П.Я. Оценка экологического состояния залива Петра Великого // Современное экологическое состояние залива Петра Великого Японского моря: монография / отв. ред. Н.К. Христофорова. – Владивосток. 2012. – С. 75–113
3. Обжиров А.И., Соснин В. А. и др. Мониторинг метана в Охотском море / отв. ред. А.И.Обжиров, А.Н.Салюк, О.Ф.Верещагина. – Владивосток: Дальнаука, 2002. – 250 с.
4. Пестрикова Н.Л., Обжиров А.И. Распределение метана и газогидратов на Сахалинском восточном склоне Охотского моря // Подводные исследования и робототехника, 2010. – №1. – С. 65–71.
5. Andersen J.H., Schlüter L., and A.Erterbjerg G. Coastal eutrophication: recent developments in definitions and implications for monitoring strategies // J. Plancton Research. 2006. – V. 28. – P.621–628.
6. OECD Eutrophication of Water, Monitoring Assessment and Control. Organization of Economic Cooperation and Development. – Paris, 1982.

Секция 9

ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО: НАУКА И ПРАКТИКА

ОБЩЕЕ И РАЗЛИЧНОЕ В ПРОВЕДЕНИИ СТОЛЫПИНСКОЙ И СОВРЕМЕННОЙ ЗЕМЕЛЬНЫХ РЕФОРМ

О.А. Пасько, профессор

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Многогранное влияние на аграрную структуру России, на размещение, развитие производительных сил и повышение культуры земледелия оказала Столыпинская реформа. Сегодня внимание к ней вызвано несколькими причинами: в первую очередь, продолжением современных земельных преобразований и необходимостью объективного анализа исторических уроков; во-вторых, юбилейными датами –150-летием со дня рождения П.А. Столыпина и началом проведения реформы, которая носит его имя.

1.Общее между современной и столыпинской реформами - радикальные попытки государства возродить сельское хозяйство путем директивного изменения господствующих земельных отношений.

2. Суть земельных преобразований заключается в ликвидации коллективных форм землепользования (общины и колхозы) и переходе на индивидуальную (частный собственник, фермер) радикально-либеральными либо административно-командными методами.

3. Эволюция или директива? Директивными способами решалась задача формирования эффективного собственника, фермера в начале 90-х гг. Ее итогом стали: обнищание российской деревни, снижение сельскохозяйственного производства и отчуждение крестьянина от земли. Обе реформы были вызваны напряженной политической и социально-экономической ситуацией в стране, а не последовательным прогрессивным развитием хозяйственных отношений.

Таблица

Общее и различное в решении в проведении Столыпинской и современной земельных реформ

Столыпинская реформа	Современная земельная реформа
Передача земли в частную собственность крестьян для создания крепких единоличных хозяйств. Реально была создана личная, индивидуальная собственность за счет коллективной (общинной или подворной).	Переход от национализации земли к ее денационализации (разгосударствлению); приватизация земель; децентрализация права собственности на землю. Возникла множественность форм права собственности на землю: частная (индивидуальная, общая долевая и общая совм); частная — физических и юридических лиц; государственная, которая подразделяется на федеральную собственность и собственность субъектов Федерации; муниципальная; иные формы права собственности.
Для выхода крестьянина из общины не требовалось ее согласия;	Для выхода из колхоза (совхоза) согласия его членов на выделение с землей из реорганизуемых хозяйств также не требовалось. Было предусмотрено создание крестьянских (фермерских) хозяйств. Они стали создаваться путем выделения колхозников и работников совхозов со своей земельной долей и имущественным паем.
Столыпин делил землю только между фактическими членами общины:	К земельным ресурсам получили доступ лица, зачастую к с.-х. производству отношения не имевших. Значительны были и отличия в правительственной поддержке становления собственников земли как самостоятельных товаропроизводителей
Крестьянин получал в собственность земельный надел, который мог свободно отчуждаться. Община переставала считаться основной законной формой землевладения и землепользования.	Работники колхозов и совхозов земельную долю получали в собственность из с.-х. угодий реорганизуемых хозяйств. Иные категории граждан наделялись землей из районных фондов перераспределения сельскохозяйственных угодий.
Максимальная площадь, разрешенная к выкупу в одни руки, устанавливалась в шесть душевых наделов.	В соответствии с Законом «Об обороте земель сельскохозяйственного назначения» гражданину разрешается выкупать в собственность не более 10% от площади сельхозугодий административного района. Размер земельной доли не зависел от стажа работы, трудового вклада
Финансовая поддержка – Крестьянский банк	Финансовая поддержка – Россельхозбанк
Сроки выделения участка – 1 месяц	Сроки выделения участка – 1 месяц
Реально была создана личная, индивидуальная собственность за счет коллективной (общинной или подворной).	Ликвидирована монополия государства на землю. Произведен переход к многообразным формам земельной собственности. Земли перераспределены в пользу граждан. Введено платное землепользование.

4. Земельные реформы. В подготовке и проведении столыпинской реформы участвовали ведущие специалисты страны, государство не жалело средств на ее проведение. Был использован лучший европейский опыт. Столыпин как лидер реформы взял на себя ответственность, но реформа в изначально задуманном виде реализована не была. В силу традиционного менталитета большинство домохозяев предпочли «хуторской» «отрубную» систему землепользования.

Реформа 90-х годов предполагала создание условий для равноправного развития различных форм хозяйствования на земле, формирования многоукладной экономики на базе многообразия и равенства различных форм собственности на землю. Но она имела финансовые ограничения и проводилась непоследовательно и бессистемно. Выражение «фермер накормит Россию», ставшее его лозунгом, себя не оправдало. В руки многих горожан, зарегистрировавшихся как фермеры, попали машины и орудия сельскохозяйственного производства, крупные земельные участки. Естественно, что ни к какому росту производительности труда это не привело. Средства производства и земельные участки, полученные порой обманом случайными людьми, были проданы с большой прибылью, земли сельскохозяйственного назначения переведены под коттеджное строительство.

Современное законодательство противоречиво и не является единой комплексной системой правового регулирования земельных отношений для эффективной реализации в практической деятельности. Оно не в полной мере учитывает интересы рынка, государства и, главное, крестьянин. К просчетам периода переходной экономики в России в конце XX века следует отнести и ошибочный выбор стратегии земельной реформы, а также и ликвидацию государственной структуры управления земельными ресурсами. В результате административной реформы 2004 г. было утеряно единое государственное управление земельными ресурсами страны. Полномочия и ответственность, участвовавших в управлении землепользованием шести ведомств оказались фрагментарными, что не позволяло решать важнейшие комплексные проблемы рационального использования и охраны земель страны.

Сплыв некомпетентности и коррумпированности в управлении землепользованием и сегодня является главной опасностью для страны. Особенно это характерно для организации управления сельскохозяйственным землепользованием. Сформировать в России эффективного земельного собственника и передать ему бразды хозяйственного управления не удалось. Около 90% сельскохозяйственных предприятий убыточны. Продолжается их ликвидация. Кооперативные и хозяйствующие субъекты разоряются. Растут площади заброшенных земель, необратимо зарастающих мелколесьем. Для исправления этой ситуации требуется принятие комплекса государственных мер, сопоставимых по масштабу со Столыпинской реформой.

ДИНАМИКА ИЗМЕНЕНИЯ ЗЕМЕЛЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ В ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ ЗА 2007 – 2012 ГГ.

А.В. Алиферова

Научный руководитель профессор О.А. Пасько

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Состояние земель сельскохозяйственного назначения всегда имело большое значение для всего агропромышленного комплекса. Контроль за неблагоприятными процессами (эрозионное разрушение, вывод из оборота, зарастание кустарником и лесом, заболачивание и подтопление) невозможен без точных данных о площадях, местоположении и текущем состоянии всех сельскохозяйственных угодий. Данные сезонного мониторинга собираются, публикуются и могут быть использованы для дальнейших исследований. Данная работа содержит информацию о состоянии сельскохозяйственных земель на территории Томской области за последние 5 лет, анализ изменений по годам, площадям, угодьям за это же время и выводы по результатам анализа о процессах, происходящих с землями агропромышленного комплекса и степени их влияния на состояние сельского хозяйства области.

Томская область в современных границах была основана указом Верховного Совета СССР от 13 августа 1944 года. Область занимает юго-восточную часть Западносибирской равнины и имеет общие границы с Тюменской областью и Ханты-Мансийским автономным округом на севере и северо-западе, Омской областью на западе, Новосибирской и Кемеровской областями на юге и Красноярском краем на востоке. Земельный фонд Томской области на 1 января 2012 года составляет 31439,1 тыс.га. Основные площади сельскохозяйственных угодий области расположены в южной ее части и в долинах крупных рек[4].

Прежде чем приступать к анализу информации, необходимо определить разницу в некоторых понятиях, используемых в соответствии с Земельным кодексом РФ в данной статье.

Землями сельскохозяйственного назначения признаются земли, находящиеся за границами населенного пункта и предоставленные для нужд сельского хозяйства, а также предназначенные для этих целей. Земли данной категории выступают как основное средство производства в сельском хозяйстве, имеют особый правовой режим и подлежат особой охране, направленной на сохранение их площади, предотвращение развития негативных процессов и повышение плодородия почв [1].

Земельные угодья – это земли, систематически используемые или пригодные к использованию для конкретных хозяйственных целей и отличающиеся по природно-историческим признакам, они делятся на сельскохозяйственные и несельскохозяйственные.

Сельскохозяйственные угодья – это земельные угодья, систематически используемые для получения сельскохозяйственной продукции. Сельскохозяйственные угодья подлежат особой охране. Предоставление их

для несельскохозяйственных нужд допускается в исключительных случаях. Сельскохозяйственные угодья включают в себя: пашню, залежь, кормовые угодья (сенокосы и пастбища) и многолетние насаждения [1].

Таким образом, следует понимать, что не все сельскохозяйственные угодья являются землями сельскохозяйственного назначения и наоборот. Они входят в состав земель населенных пунктов, земель промышленности, энергетики, транспорта, связи и иного специального назначения, земель лесного фонда, водного фонда и т.д.

Общая площадь земель сельскохозяйственного назначения и сельскохозяйственных угодий в Томской области в рассматриваемом периоде изменялась следующим образом (таблица). За рассматриваемый период площадь земель сельскохозяйственного назначения сократилась на 1457,9 тыс. га, это более чем в 1,7 раза! Что же произошло с этими землями? Эту информацию должны отражать доклады о состоянии земель в Томской области за 2007 – 2012 гг [2 - 4].

Согласно содержащимся в них сведениям, в текущие годы происходило увеличение площади земель населенных пунктов именно за счет земель сельскохозяйственного назначения. Например, в 2009 году, на основании распоряжений Администрации Томской области №126-ра от 13.03.2009, №137-ра от 17.03.2009, №448-ра от 08.07.2009г. земельные участки из состава земель сельскохозяйственного назначения были включены в границы населенных пунктов. Общая площадь этих земельных участков составила 238,41 га.

Важным показателем, характеризующим состояния земель сельскохозяйственного назначения, является структура распределения площадей различных угодий внутри них. Отчетные данные по Томской области появились с 2009 года, но и по ним можно проследить наметившиеся тенденции. Как видно из рисунка, к 2010 году резко сократилась площадь лесных угодий в доле земель сельскохозяйственного назначения.

Таблица

Динамика изменения площадей земель различных категорий

Год	2006 г.	2007 г.	2008 г.	2009 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.
Площадь земель сельскохозяйственного назначения	3479,1	3477,9	3475,5	3474,8	2020,6	2020	2020
Площадь сельскохозяйственных угодий в составе земель сельскохозяйственного назначения	НД*	НД*	НД*	1245,5	1243,6	1243,3	НД*
Площадь сельскохозяйственных угодий всего по области	1371,2	1371,2	1371,2	1371,2	1371,2	1371,1	1371,1

НД* – нет данных.

Из сопоставления данных таблицы и рисунка можно сделать вывод, что именно в 2009 году было произведено резкое сокращение общей площади земель сельскохозяйственного назначения за счет лесных земель. Это было сделано на основании поручения первого заместителя Председателя Правительства РФ от 07.11.2007 № ДМ-П9-5548, ходатайства Департамента развития предпринимательства и реального сектора экономики Томской области и распоряжения Администрации Томской области №42-р-з от 21.07.2009г. и №19-р-з от 05.05.2010г., в которых содержатся указания о переводе лесных площадей из категорий земель сельскохозяйственного назначения (1454,1 тыс.га) в состав земель лесного фонда. Стоит также отметить, что данный процесс должен был иметь место на территории всех субъектов в РФ [5], однако даже на 2012 год не был осуществлен полностью. Например, в Тверской области было переучтено 1183,4 тыс. га земель [6], в Нижегородской области 111,0 тыс. га [7], в Вологодской области 2844,6 тыс. га [8], и т.д.

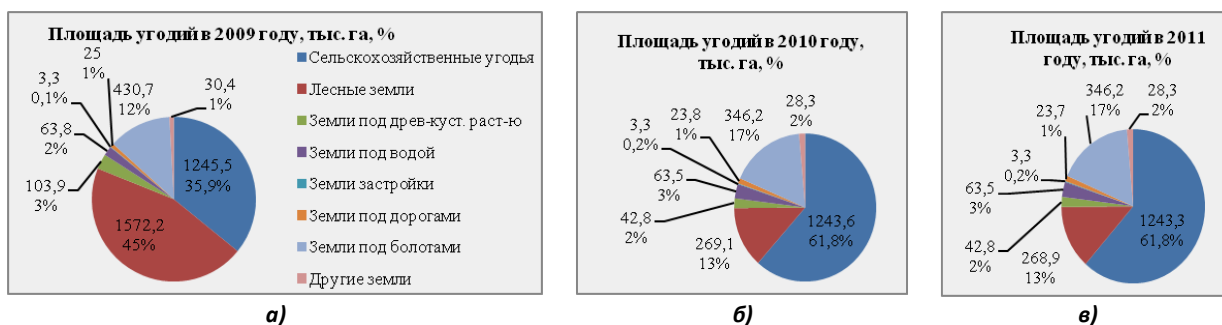


Рисунок. Структура земель сельскохозяйственного назначения по площади угодий: а) в 2009, б) в 2010 году, в) в 2010 гг.

Анализ этих преобразований выявил следующую динамику: ежегодно от земель сельскохозяйственного назначения 2-3 тысячи гектар земли переходят в земли населенных пунктов или в земли промышленности, энергетики, транспорта ... иного специального назначения. В последний год наблюдается замедление этого процесса и это главная позитивная тенденция.

Для сохранения площадей сельскохозяйственных угодий необходимо: постоянно контролировать вид разрешенного использования земель и процесс перевода земель из одной категории в другую, не допускать забрасывания угодий и их зарастания кустарником и лесом, следить за качеством этих земель и вовремя проводить рекультивацию нарушенных.

В будущем было бы интересно добавить к этому анализу данные о плодородии почв отчуждаемых земель, провести корреляционный анализ, чтобы выявить, насколько рациональным был перевод именно этих земель в другую категорию. Возможно составление карты перевода земель из одной категории в другую с целью обеспечения достаточной наглядности.

Литература

1. Земельный кодекс Российской Федерации, в ред. Федерального закона от 22.07.2008 N 141-ФЗ, статьи 77, 79
2. Доклад о состоянии и использовании земель Томской области в 2009 году. Управление Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии по Томской области
3. Доклад о состоянии и использовании земель Томской области в 2010 году. Управление Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии по Томской области
4. Доклад о состоянии и использовании земель Томской области в 2011 году. Управление Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии по Томской области
5. «Земельный фонд Российской Федерации» <http://www.protown.ru/information/hidden/2633.html>
6. Доклад о результатах и основных направлениях деятельности Департамента управления природными ресурсами и охраны окружающей среды Тверской области за 2009 год
7. Доклад о состоянии земельных ресурсов Нижегородской области <http://mineco-nn.ru/otchet-y-o-deyatelnosti>
8. Грачев В. Лесные земли требуют учета//Новый лесной журнал. – 2009г. – № 3. – С. 20 – 22.

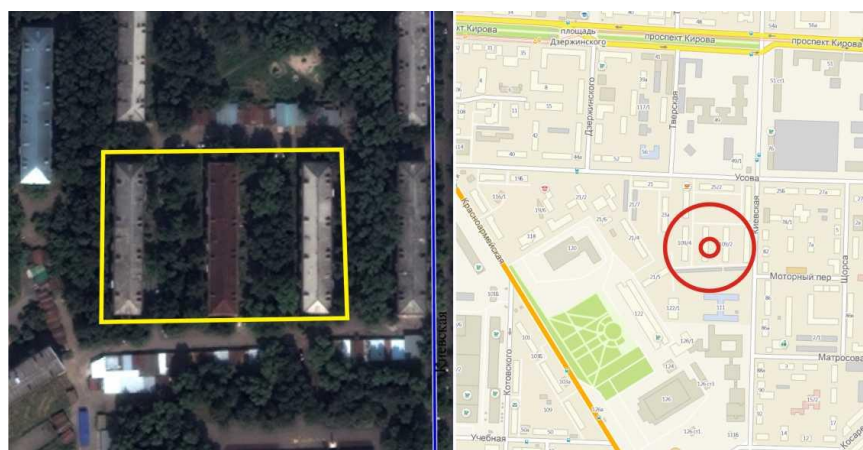
ФОРМИРОВАНИЕ ЗЕМЕЛЬНЫХ УЧАСТКОВ В УСЛОВИЯХ ЗАСТРОЕННОЙ ТЕРРИТОРИИ Л.В. Бабинович

Научный руководитель старший преподаватель В.Н. Поцелуев
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

На урбанизированных территориях в застроенных городах все труднее найти земельный участок, свободный от капитального строения, но все чаще встречаются объекты капитального строительства, расположенные на земельных участках, границы и права для которых не оформлены. Землеустроительными задачами при прогнозировании и рациональном использовании территории земель населенных пунктов являются составление проектов межевания территории, формирование границ земельных участков и вычисление их площади в составе проекта для последующего переноса границ земельных участков в натуру. Кроме того, необходимо учесть тот факт, что от площади земельного участка зависит его кадастровая стоимость, а следовательно, и земельный налог.

В настоящее время для реализации Федерального закона от 21.06.2007 №185-ФЗ «О фонде содействия реформированию жилищно-коммунального хозяйства» необходимо сформировать и поставить на кадастровый учет земельные участки для эксплуатации многоэтажных жилых домов в г. Томске (рис.1). Казалось бы, что может быть проще, чем установить границы для такого объекта капитального строительства, как многоэтажный жилой дом. При формировании границ участка таких объектов необходимо учесть, что он должен быть обеспечен детской площадкой, парковкой, проездами, разворотными и другими площадками (рис.2). Данные объекты имеют нормированную площадь, которая зависит от количества человек, проживающих в нем. Но учитывая сложившиеся условия застроенной территории, не всегда можно обеспечить объект капитального строительства нормированной площадью для его эксплуатации.

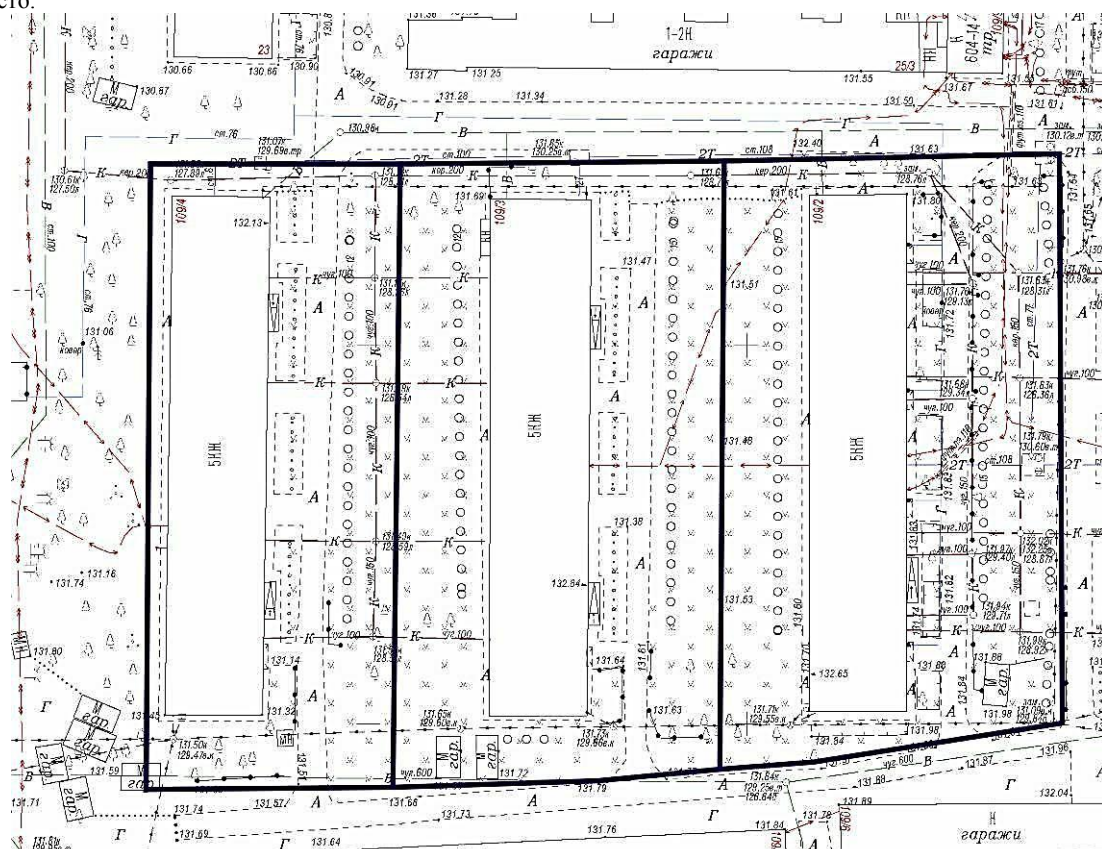
Если земельный участок постановлен на кадастровый учет и находится в долевой собственности у жильцов дома, то собственники имеют права владения, пользования и распоряжения своим имуществом. Регистрация земельных участков в общедолевую собственность позволяет активно и на законных основаниях использовать придомовую территорию для обустройства детских площадок, парковок, палисадников и других нужд. Если не оформлены права на участок, то с учетом градостроительных нормативов, на нем без согласия жителей близлежащих домов, могут быть размещены объекты капитального строительства (магазин, кафе, сауна) или временные объекты (металлические гаражи, автостоянка и др.).



— территория с несформированными границами земельных участков для эксплуатации многоквартирных жилых домов

Рис. 1. Пример территории в г. Томске, для которой не сформированы границы земельных участков для эксплуатации многоэтажных жилых домов

Формирование границ земельного участка и постановка его на кадастровый учет позволит избежать земельного спора с собственниками смежных земельных участков, что как показывает практика, происходит часто.



— предложенные границы земельных участков для эксплуатации многоквартирных жилых домов

Рис. 2. Предложение по формированию границ земельных участков для эксплуатации многоэтажных жилых домов (М 1:1000)

Что касается преимуществ для государства, то с зарегистрированных земельных участков будет поступать земельный налог в бюджет, а свободные территории можно будет продать или сдавать в аренду.

Необходимо отметить, что проблемы при формировании земельных участков на застроенной территории населенных пунктов встречается не только в г. Томске, но и в других городах России, например, в Барнауле, в Иркутске и т.д. В Санкт-Петербурге при формировании участка для обычных флигелей накладывается, например, сервитут. На Украине было предложение разработать «Правила и порядок межевания территории под многоквартирными жилыми домами».

Землеустроительными задачами при прогнозировании и рациональном использовании территории земель населенных пунктов являются: составление проектов межевания территории, формирование границ земельных участков. Анализ работы специалистов, занимающихся данной проблематикой, выявляет, что «землеустроительными задачами» занимаются, в основном проектные институты, архитектурные бюро и т.п. В будущем необходимо при принятии проектных решений по формированию различных земельных участков в условиях застроенной территории, архитекторам и землеустроителям работать в тандеме.

РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗЕМЕЛЬ ЛЕСНОГО ФОНДА НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ

А.А. Бочарова

Научный руководитель профессор В.Б. Жарников

Сибирская государственная геодезическая академия, г. Новосибирск, Россия

Актуальной проблемой современного природопользования (земле- и лесопользования) является оценка его хозяйственного освоения, роль и значение которой отмечается многими отечественными и зарубежными специалистами [1–14].

В этой связи на основе формализации принципа рационального использования земель лесного фонда и произрастающих на них лесов (лесных геосистем) предлагается оценка лесопользования по показателям, характеризующим организационно-правовой, экологический, экономический и социальные условия функционирования лесных геосистем на современном этапе (рисунок 1). Она соответствует современной теории и практике земле- и лесопользования, отвечает устойчивому природопользованию.

В процессе оценки учитывается весомость и разнородность групп показателей, что позволяет решать целый ряд вопросов по оценке влияния тех или иных факторов при хозяйственном освоении лесных геосистем.

Предлагаемая методика реализована в программном продукте «ОРИ». Результаты апробации методики приведены на рисунках 2 и 3.

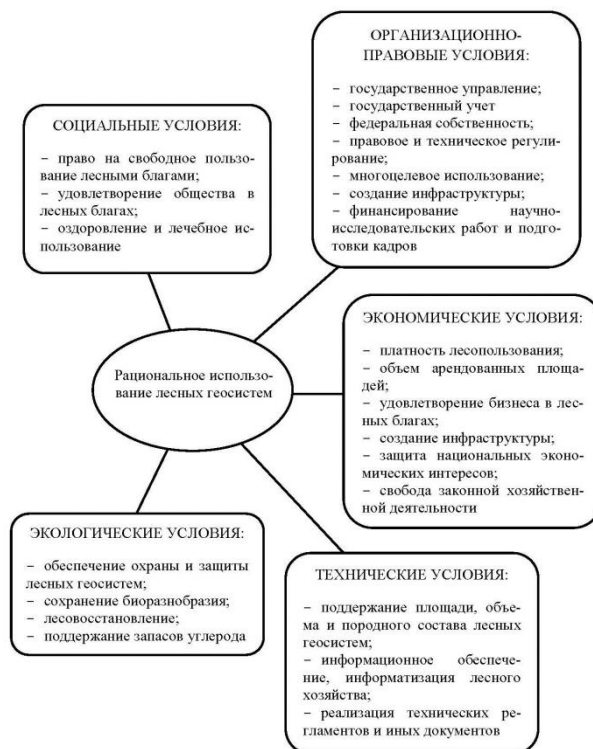


Рис. 1 Основные условия рационального использования лесных геосистем

Отчет о лесопользовании	
Местоположение лесного участка:	Республика Алтай, Майминский район, Майминское лесничество, Манжерокское участковое лесничество, кв. 11-16, 18, 19, 21-23, 24 (выд. 1-42, 43 (часть), 45-49), 25-27
Разрешенное использование:	заготовка древесины
Кадастровый номер лесного участка:	04:01:0202016:17
Площадь:	6496,6 га
Лесопользователь:	ИП Полищук Г.М. (Полищук Галина Михайловна, 649002, Республика Алтай, г. Горно-Алтайск, ул. Ленина, 15, кв. 10, тел.: 8-923-693-73-38)
Договор:	договор аренды лесного участка от 25.11.2010 г. № 25-01-10
<i>Лесопользование полностью соответствует условиям рациональности, рекомендуется продление договорных отношений (преимущественное право)</i>	
Исполнитель:	Начальник-лесничий Иванов П.П.

Рис. 2 Отчет о лесопользовании, сформированный в программе «ОРИ»

Оценка использования лесных участков																				
ЛУ1																				
Местоположение лесного участка:	Республика Алтай, Майминский район, Майминское лесничество, Манжерокское участковое лесничество, кв. 11-16, 18, 19, 21-23, 24 (выд. 1-42, 43 (часть), 45-49), 25-27																			
Разрешенное использование:	заготовка древесины																			
Кадастровый номер лесного участка:	04:01:0202016:17																			
Площадь:	6496,6 га																			
Лесопользователь:	ИП Полищук Г.М. (Полищук Галина Михайловна, 649002, Республика Алтай, г. Горно-Алтайск, ул. Ленина, 15, кв. 10, тел.: 8-923-693-73-38)																			
Договор:	договор аренды лесного участка от 25.11.2010 г. № 25-01-10																			
ЛУ2																				
Местоположение лесного участка:	Республика Алтай, Усть-Коксинский район, Усть-Коксинское лесничество, Мультиинское участковое лесничество, кв.101																			
Разрешенное использование:	осуществление рекреационной деятельности																			
Кадастровый номер лесного участка:	04:05:010203:258																			
Площадь:	2,4 га																			
Лесопользователь:	ОАО «Энigma» (ИНН 0460000016, директор Васильев Андрей Петрович, 649743, Республика Алтай, Усть-Коксинский район, с. Тюнзур, ул. Ясная, д. 25, тел.: (338522) 250-46)																			
Договор:	договор аренды лесного участка от 05.08.2009 г. № 13-08-09																			
<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Лесопользование</th> <th colspan="4">Показатели</th> </tr> <tr> <th>Организационно-правовой</th> <th>Технический</th> <th>Экономический</th> <th>Экологический</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ЛУ1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>1</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>ЛУ2</td> <td>1</td> <td>3</td> <td>1</td> <td>2</td> </tr> </tbody> </table>		Лесопользование	Показатели				Организационно-правовой	Технический	Экономический	Экологический	ЛУ1	2	3	1	3	ЛУ2	1	3	1	2
Лесопользование	Показатели																			
	Организационно-правовой	Технический	Экономический	Экологический																
ЛУ1	2	3	1	3																
ЛУ2	1	3	1	2																
<i>Лесной участок (ИП Полищук Г.М.) в процессе его освоения по сравнению с лесным участком (ОАО «Энigma») используется эффективнее</i>																				
Исполнитель:	Начальник-лесничий Петров С.И.																			

Рис. 3 Отчет об оценке использования двух лесных участков, сформированный в программе «ОРИ»

Литература

1. Ferry St. Environmental Law. Aspen Law & Business. – N.Y., 1997. – P. 120.
2. Findley R.W., Farber D.A., Freeman J. Cases and Materials on Environmental Law. West Publishing Co., 2003. – P. 252.
3. Nilsson, Sten. Forest potentials and policy implications: a sum-mary of a study of eastern and western European forests by the International institute for applied systems analysis/ Sten Nilsson, Ola Sallnas, Peter Duinker. – Laxenburg: IIASA, 1991. – XI, 39 p.: Ill.
4. Shogren E., Weiss K.R. Environmental Officials See a Chance to Shape Regulations // Los Angeles Times. 2004. Nov. 10.
5. Боголюбов С.А. Все о земельных отношениях: учебно-практическое пособие/ Боголюбов С.А., Галиновская Е.А., Минина Е.Л., Устюкова В.В. – М.: Проспект, 2010. – 652 с.
6. Волков С.Н. Новые земельные отношения в Российской Федерации/ С.Н. Волков, А.А. Варламов, П.Ф. Лойко// Земельный вестник России. – Москва, 2005. – № 1-2. – С. 2–8.
7. Ерофеев Б.В. Земельное право: учебник для вузов/ под ред. академика Г.В. Чубукова. – М.: Новый Юрист, 1998. – 544 с.
8. Земельное право: учебное пособие для вузов/ Ю. Г. Жариков, В.Х. Улюкаев, Ж.Л. Демьянцева и др. – М.: Былина, 2000. – 388 с.
9. Конокотин, Д.Н. Юридические основы рационального использования и охраны земель: автореферат дис. канд. юридич. наук. – М., 2006. – 21 с.
10. Крассов О.И. Правовой режим земель государственного лесного фонда. – М.: Наука, 1985. – 233 с.
11. Лебедев Ю.В. Эколого-экономическая оценка лесов Урала. – Екатеринбург: УрОРАН, 1998. – 214 с. :

12. Теоретические и методические положения управления земельными ресурсами и формирования системы государственного земельного кадастра: монография/ под ред. А.А. Варламова// Итоги научно-исследовательской работы ГУЗа в 1996-2000 гг. – М.: ГУЗ, 2001. – 300 с.
13. Хлыстун В.Н. Дискуссионные проблемы развития земельных отношений в России // Землеустроительная наука и образование России в начале третьего тысячелетия; сост. С. Н. Волков, А. А. Варламов. – М.: ГУЗ, 2004. – С. 82-91.
14. Чилимов А.И. Рациональное использование лесных земель: автореферат дис. докт. сельск.-хоз. наук. – М., 1991. – 56 с.

ГИС КАК ИНСТРУМЕНТ МОНИТОРИНГА ОБЪЕКТОВ ЭНЕРГЕТИКИ

Н.Э. Вайсблат, И.С. Перемитин, К.В. Иконникова

Научный руководитель профессор О.А. Пасько

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Залогом устойчивого социально-экономического развития любого региона является надежное энергоснабжение. Серьезные проблемы, как для промышленности, так и для населения могут создавать аварии на линиях электропередач (ЛЭП), в частности, обрывы провода. Для предотвращения подобных ситуаций были ужесточены требования к качеству обслуживания линий электропередач. Согласно постановлению Правительства РФ от 24.02.2009 № 160 [1], было принято решение о возложении ответственности за установление охранных зон объектов электросетевого хозяйства и их соответствие нормам и правилам на сетевые организации, обеспечивающие их содержание. Разработка, строительство и эксплуатация линий электропередач в зонах лесного фонда являются серьезной экологической, экономической и социальной задачами. Они обусловлены вырубкой части лесного массива для воздушных просек, а также с обеспечением непрерывности и качества услуг по поставке электроэнергии.

При этом следует учитывать два альтернативных подхода. С одной стороны, около 4 0% аварийных отключений на высоковольтных линиях (ВЛ) вызвано контактами с растительностью (часто ввиду ненадлежащего содержания просек). Естественным выходом из этой ситуации является увеличения ширины просек для исключения обрывов ЛЭП в результате падения деревьев и соответственно, рост площади вырубки леса под высоковольтными линиями. С другой стороны, усилившееся внимание общественности к проблемам охраны окружающей среды привело к ужесточению экологических требований к строящимся объектам, росту цен на отвод лесных участков и необходимости сокращения площади вырубки леса под ВЛ.

Нами были исследованы основные причины отключения электроэнергии за 2011-2013 г. по данным ОАО «Межрегиональная распределительная сетевая компания Сибири» (ОАО «МРСК Сибири») Сибири [2] Результаты представлены на рис. 1.



Рис.1. Диаграмма причин отключения электроэнергии за 2011-2013 г. (по данным ОАО «МРСК Сибири»)

Из диаграммы следует, что основной процент аварий вызывают механические повреждения ВЛ (30 %) и обрывы ЛЭП в результате падения растительности в периоды ужесточения погодных условий (33 %).

Большинство ВЛ эксплуатируются более 25 лет (а некоторые – около 50-ти). Данные мониторинга роста деревьев и содержания трасс за этот период отсутствуют. Ширина просек не соответствует современным нормативам, да и ее расчеты в России уступают по простоте и проценту погрешности западным аналогам. При проведении анализа данных в рамках данной работы, были проанализированы подходы к формированию просек. Для наглядности результаты представлены на рис. 2.

Анализируя представленные схемы, можно увидеть, что в утвержденных на территории России нормативах присутствуют факторы, нуждающиеся в постоянном мониторинге.

Таким образом, с учетом сложности и многофакторности решения производственных задач необходимо получение современной достоверной информации. Для этого должны быть использованы современные информационные технологии и технологии дистанционного зондирования территорий.

Проблема неконтролируемого зарастания просек под ВЛ в России существует уже не первый год, но особое внимание ей стали уделять лишь в последнее время. На рынке услуг преобладают компании, специализирующиеся на расчистке просек, а не на их мониторинге и анализе перспектив развития территорий

(ГК «ЭнергоСпецСтрой», ТК "Лесничий" и др.) [3]. Их задачей является максимальное сохранение лесных массивов и зеленых насаждений при высокой надежности эксплуатации сооружаемой ВЛ.

На данный момент в сфере обслуживания ЛЭП преобладают диагностика и мониторинг технической составляющей систем. Так, многие предприятия (ОАО «ФСК ЕЭС», ООО «СОЮЗСТАЛЬКОНСТРУКЦИЯ» и др.) [4,5] занимаются проведением тепловизионного обследования линий ЛЭП, позволяющего повышать надежность электроснабжения. Данный метод является эффективным только для диагностирования контактных соединений проводов, участков перегрузки кабелей. Он позволяет оперативно оценивать состояние элементов ЛЭП, обнаруживать скрытые дефекты на ранней стадии развития и принимать меры по их устранению.

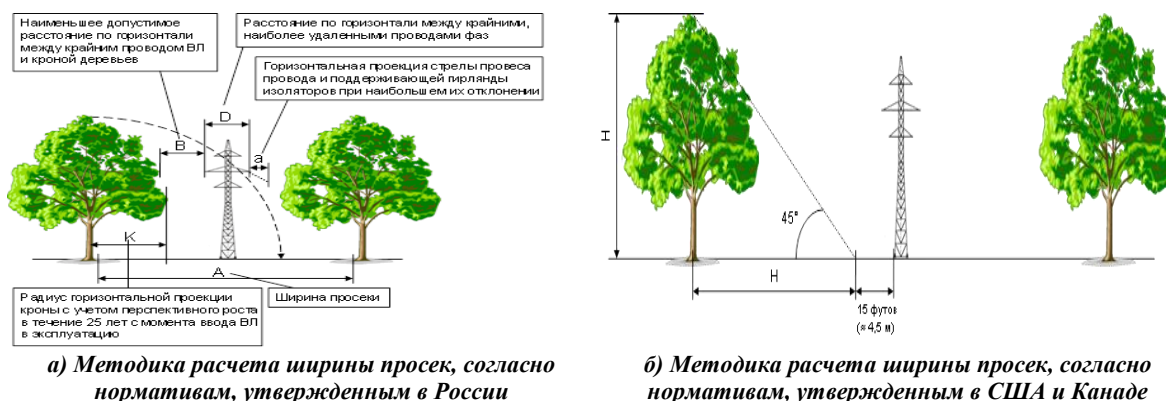


Рис.2. Методика расчета ширины просек, согласно нормативам, утвержденным в России (А), США и Канаде (Б) по данным ОАО «МРСК Сибири»[2]

Другой услугой, занимающей значительную часть рынка услуг в России, является комплексное обследование опор ЛЭП (ИЦ «СтройЭксперт», НТЦ "РЕТЭК") [6, 7]. В состав проводимых работ входят: определение фактической прочности стоек и фундамента, проведение испытаний опор при помощи механического воздействия, исследование прочности линейной арматуры, определение структуры и расчетного сопротивления всех металлоконструкций опор, анализ и исключение дефектов всевозможных повреждений ЛЭП.

Заметим, что в последние годы, в связи с развитием геоинформационных систем и технологий, стали появляться компании предлагающие обследование ЛЭП при помощи беспилотной аэрофотосъемки (Unmanned, ZALA Aero и др.) [8], что позволяет значительно сокращать время поиска повреждений ЛЭП при их аварийном отключении. Например, если длительность обследования одной высоковольтной линии, расположенной на труднодоступном лесном участке, по земле может затянуться на несколько дней, то осмотр с воздуха позволяет провести его за полчаса. Кроме того можно контролировать допустимую высоту деревьев в зоне прохождения высоковольтных линий и анализировать ее зарастание. К сожалению, этот бесспорно перспективный подход сегодня используется не в полной мере, поскольку его стоимость бывает неоправданно завышенной, т.к. технология находится только в стадии становления.

Страны Запада уже давно используют новейшие системы мониторинга ЛЭП. Их острая необходимость была выявлена после крупнейшего блэка-аута (отключения электроэнергии) в Северной Америке в августе 2003 года. В США и Канаде без электричества остались 55 миллионов человек. В Нью-Йорке и Торонто прекратили работу аэропорты и метро. Комиссия, расследовавшая данное происшествие, сделала заключение, что причиной аварии стал контакт ЛЭП с неподстриженными деревьями (т. е. некачественная обработка просек). Короткое замыкание привело к выходу из строя электростанции в Кливленде. Далее из-за ошибки в компьютерной системе и нехватки персонала началась «цепная реакция». В итоге отключилось около 100 других электростанций.

После аварии такого масштаба в законодательство большинства штатов были внесены поправки, обязывавшие энергетические компании производить периодическую проверку состояния своих линий электропередачи, а также условия их прокладки. В энергетических компаниях появились специальные подразделения, занимающиеся «управлением растительностью». В их обязанности вошли: мониторинг состояния просек ЛЭП, растительности произрастающей на данных территориях, планирование работ по удалению деревьев, которые в теории могут соприкоснуться с проводами. Изменения были внесены и в законодательную базу. Теперь, если в аварии оказываются виновными энергетики, они возмещают расходы как за ремонт ВЛ, так и за моральный и материальный ущерб, нанесенный гражданам, оставшимся без электроэнергии.

В последние годы и в России крупнейшие энергетические компании уделяют все более пристальное внимание качеству предоставляемых ими услуг. В связи со стремительным развитием геоинформационных технологий появилась возможность оперативного мониторинга ВЛ с учетом основополагающих характеристик.

Среди множества инновационных способов проведения подобного рода работ хотелось бы выделить мониторинг объектов энергетики при помощи геопортала.

Изучив доступные информационные ресурсы нами было обнаружено что ВЛ и контролю за их содержанием не уделяется должного внимания. Поэтому для решения этой узко специализированной задачи

целесообразно создание геопортала, направленного на детальный мониторинг просек и объектов энергетики в целом.

В рамках решения этой задачи предусматривается создание и развитие системы для обеспечения поиска и доступа к необходимой информации, хранящейся на сервере. Так, как геопортал будет разбит на звенья, аккумулирующие информацию в одном месте, появится возможность ее адресации и передачи в дифференцированном режиме.

К основным преимуществам геопортала можно отнести:

- Достоверность (информация будет точной для того или иного участка земли);
- Мобильность (возможность обновления информации на более актуальную);
- Экономическая выгода для круга потребителей (минимизация затрат на аварии);

Создание геоинформационной системы предполагает разработку тематических слоев, которые будут максимально информативно описывать необходимый объект (рис.3).

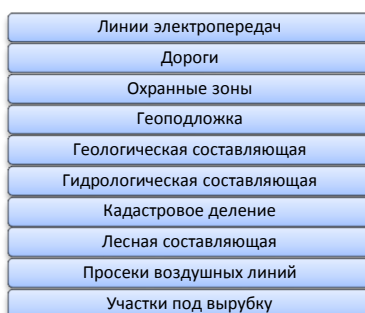


Рис.3. Предлагаемые слои будущего геопортала

Можно выявить явные преимущества при создании геопортала (рис. 4).



Рис. 4. Преимущества геопортала при мониторинге объектов энергетики по сравнению с традиционным способом

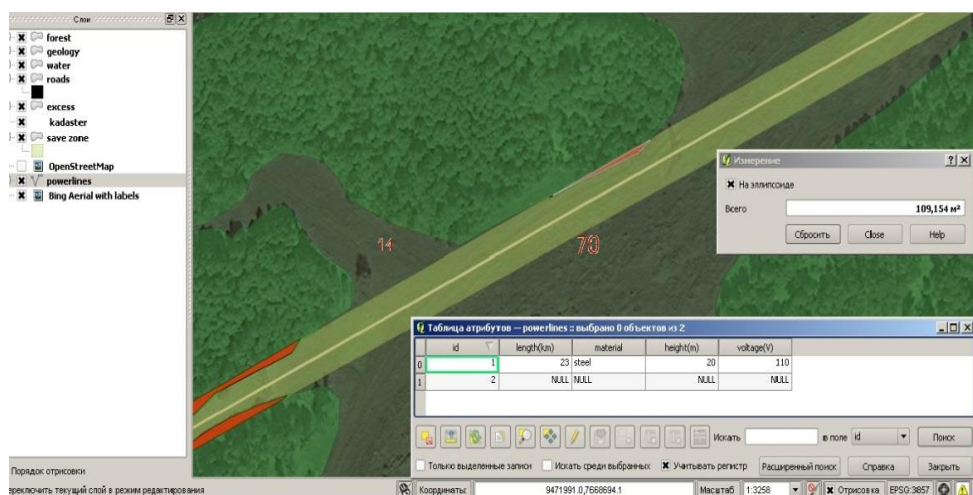


Рис.5. Концепт геопортала с отображением рабочей области

Стоит отметить не только информационные, временные, но и экономические аспекты работы геопортала. Решение задач по очистке просек ВЛ позволит минимизировать количество аварий, происходящих по причине обрыва проводов линий электропередач упавшими деревьями. Точные расчеты станут базой для сбалансированной вырубке леса. В конечном счете, геопортал обеспечит достаточно широкий спектр своего применения.

В использование геоинформационной системы будет заинтересован следующий круг участников:

- Энергетические компании (исключение аварий на ВЛ, минимизация соответствующих рисков);
- Администрации муниципальных образований (возможность контроля недобросовестных поставщиков электроэнергии);
- Лесничества (возможность контроля арендованных участков под ВЛ);
- Физические лица (возможность получения свободного доступа к составной части информации на сервере).

Литература

1. Постановление Правительства РФ №160 от 24.02.2009г о порядке установления охранных зон объектов электросетевого хозяйства.
2. Официальный сайт открытого акционерного общества «Межрегиональная распределительная сетевая компания Сибири» [Электронный ресурс]: <http://www.mrsk-sib.ru/Pages/main.aspx#>
3. Официальный сайт группы компаний «ЭнергоСпецСтрой» [Электронный ресурс]: <http://www.energospesstroy.ru/>
4. Официальный сайт компании ОАО «ФСК ЕЭС» [Электронный ресурс]: <http://www.fsk-ees.ru/>
5. Официальный сайт компании ООО «СОЮЗСТАЛЬКОНСТРУКЦИЯ» [Электронный ресурс]: <http://soyozstal.ru/>
6. Официальный сайт компании ИЦ «СтройЭксперт», [Электронный ресурс]: <http://stroiexpert.net/>
7. Официальный сайт компании НТЦ "РЕТЭК" [Электронный ресурс]: <http://www.ntc-retec.ru/>
8. Официальный сайт компании ZALA Aero [Электронный ресурс]: <http://zala.aero/>

ПРАВОВЫЕ ОСНОВЫ ОФОРМЛЕНИЯ ЗЕМЕЛЬНЫХ УЧАСТКОВ ПОД ЛИНЕЙНЫЕ ОБЪЕКТЫ

М.С. Горохова

Научный руководитель профессор О.А. Пасько

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г.Томск, Россия

В настоящее время в Томской области активно реализуется Программа газификации, которая предусматривает строительство более тысячи километров газопроводов и газификацию 29 тысяч домовладений. Предполагается, к 2018 году уровень газификации в области вырастет практически вдвое (с 7 до 13,7%) [5]. В процессе работы нередко возникают правовые вопросы. Каким образом установление охранных зон газопровода отражается на определении юридической судьбы земельного участка? Какие правовые последствия влечет за собой установление газопровода на земельном участке, находящегося в собственности у физического лица? Какие ограничения устанавливаются при эксплуатации земельных участков под газопроводами?

Земельные участки в составе зон инженерной и транспортной инфраструктур предназначены для застройки объектами железнодорожного, автомобильного, речного, морского, воздушного и трубопроводного транспорта, связи, инженерной инфраструктуры, а также объектами иного назначения согласно градостроительным регламентам [1]. Перечисленные объекты могут наносить вред окружающей среде, а также людям, проживающим на данной территории. Поэтому при размещении линейных объектов предусматривается соблюдение необходимых расстояний до территорий жилых, общественно-деловых и рекреационных зон и выполнение иных требований [7].

Охранная зона объектов системы газоснабжения - территория с особыми условиями использования. Она устанавливается в порядке, определенном Правительством Российской Федерации, вдоль трассы газопроводов и вокруг других объектов данной системы газоснабжения в целях обеспечения нормальных условий эксплуатации таких объектов и исключения возможности их повреждения [3]. В соответствии со статьей 93 Земельного Кодекса РФ на земельных участках в границах охранных зон объектов системы газоснабжения не допускается строительство каких бы то ни было зданий, строений, сооружений в пределах установленных минимальных расстояний до объектов системы газоснабжения; не разрешается препятствовать организации - собственнику системы газоснабжения или уполномоченной ею организации в выполнении ими работ по обслуживанию и ремонту объектов системы газоснабжения, ликвидации последствий возникших на них аварий, катастроф. А это создает дополнительные ограничения и обременения для собственника земельного участка, по которому проходит тот или иной линейный объект.

При оформлении земельных участков под линейными объектами, такими как газопроводы, используют такие варианты как:

- 1) оформление земельного участка в собственность;
- 2) передача земельного участка под данное использование в аренду;
- 3) установление сервитута.

Оформление земельных участков, занятых линейными объектами в собственность не является целесообразным по ряду причин.

Во-первых, их геометрия, а именно большая протяженность при относительно малой ширине, создает сложности при межевании.

Во-вторых, законодатель четко не определил, какие линейные объекты относятся к недвижимому имуществу, а какие нет. Судебная практика чаще всего сводится к непризнанию линейных объектов, в т.ч. газопроводов, недвижимым имуществом. Основанием для отказа в удовлетворении таких требований является установление судом возможности перемещения таких объектов без причинения им соразмерного ущерба.

В-третьих, земельный участок специфической формы невозможно будет использовать под иные цели, что ставит вопрос о разумности платы земельного налога, который повышается с каждым годом, платы иных расходов, связанных с оформлением и регистрацией данного участка.

В-четвертых, такие объекты зачастую расположены в границах населенных пунктов. Следовательно, земельные участки, необходимые для размещения и эксплуатации газопроводов, относятся по своей категории к землям поселений, что в некоторой степени затрудняет процесс оформления земельных правоотношений.

Точно такие же причины преследуют вариант оформления аренды данных земельных участков. Принадлежность земельного участка, необходимого для размещения и эксплуатации газопровода, различным собственникам и владельцам, невозможность использования такого участка для иных целей, постоянно растущая арендная плата, масса административных сложностей с оформлением и регистрацией этого права делают аренду таких земельных участков не актуальной.

Таким образом, проведенный нами анализ позволяет сделать вывод, что единственным удачным вариантом является установление сервитута на данный земельный участок. Сервитут устанавливается по соглашению между лицом, требующим установления сервитута, и собственником земельного участка и подлежит государственной регистрации в порядке, установленном для регистрации прав на недвижимое имущество (п.3 ст.274 ГК РФ). Другой положительной стороной использования такого метода, как установление сервитута является отсутствие необходимости проведения работ по межеванию. Заметим, что закон защищает права лиц, нуждающихся в установлении сервитута (согласно одному из положений п.3 ст.274 ГК РФ, в случае недостижения соглашения об установлении или условиях сервитута спор разрешается судом по иску лица, требующего установления сервитута).

Плата, которую собственник земельного участка вправе требовать от лиц, в чьих интересах установлен сервитут, должна быть в обязательном порядке соразмерной (п.5 ст.274 ГК РФ), то есть соответствовать тем неудобствам и ограничениям, которые испытывает собственник земельного участка в связи с наличием на участке газопровода. Такие отношения заведомо не относятся, категории арендных отношений, характеризующихся регулярным повышением размера арендной платы [6].

Главная проблема заключается в том, что при разрешении вопросов землепользования этот институт (сервитут) применяется в нашей стране относительно редко. Отсюда и недостаточный опыт правового оформления таких отношений.

На наш взгляд, в настоящее время сервитут является наиболее оптимальным способом оформления правоотношений между собственником земельного участка и владельцем соответствующего линейного объекта. На данный момент необходима разработка законодателем особых правовых норм, регулирующих отношения по выделу земельных участков под строительство и эксплуатацию линейных объектов.

Литература

1. Земельный кодекс Российской Федерации от 25 октября 2001 г. N 135-ФЗ (в ред. от 28.12.2013) [Электронный ресурс] // Официальный интернет портал правовой информации. – Государственная система правовой информации. – Электрон.дан. – М., 2014.
2. Гражданский кодекс Российской Федерации от 30 ноября 1994 г. N 51-ФЗ (в ред. от 14.11.2013) [Электронный ресурс] // Официальный интернет портал правовой информации. – Государственная система правовой информации. – Электрон.дан. – М., 2014.
3. Федеральный закон от 31.03.1999 №69-ФЗ (ред. от 05.04.2013) «О газоснабжении в Российской Федерации» [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс : справ.правовая система. – Сетевая версия. – Электрон.дан. – М., 2014.
4. Постановление Государственной думы Томской области от 28 февраля 2008 года № 1008 «Об энергетической стратегии Томской области на период до 2020 года»
5. Блинов А. Земля под линейными объектами. Брать или не брать? // Новая бухгалтерия. №6, 2008.
6. Болтанова Е.С. Земельное право: Учебник. – М.: РИОР, 2009. – 553 с.

РЫНОК НЕДВИЖИМОСТИ ЛАТВИИ И ЛИТВЫ

М.Н. Грундмане

Научный руководитель профессор В.З. Баумане

Латвийский сельскохозяйственный университет, г. Елгава, Латвия

В нормативной базе определение недвижимости отсутствует, но закон «О гражданском праве» указывает, что собственностью является полная власть над правами собственности, то есть право владеть и использовать его для получения всевозможных преимуществ, чтобы реализовать ее и требовать обратно от третьей стороны в соответствии с требованиями. Можно сказать, что собственность – это недвижимое имущество, которое не может быть перемещено без повреждений. К видам недвижимого имущества принадлежит земля, земля с застройкой, жилые дома и квартиры, где права собственности закреплены в земельной книге.

Рынок определяется как место (система), в которой покупатели и продавцы могут обменивать товары или обменивать товары на деньги. Рынок - это общий механизм товаров и услуг, а также продавцы и покупатели, которые определяют рыночную цену товара. Рынок недвижимости имеет определенный набор механизмов, посредством которых передается право имущества и связанные с ними интересы, а также происходит фиксирование цен и распределяются земли среди различных видов использования.

Недвижимость это - товар на рынке недвижимости, только товар «недвижимый». Недвижимость является эксклюзивным продуктом, так как она не приобретается ежедневно. Большинство людей покупают недвижимость несколько раз в жизни, если только покупка-продажа недвижимости не является их работой. Рынок недвижимости является социально-экономической и политической структурой, в рамках которой происходит реальный обмен товарами по согласованной цене для данного времени и места с учетом состояния нормативных ограничений на сделки с недвижимостью.

Участниками рынка недвижимости являются продавцы (физическое или юридическое лицо), рыночные посредники-брокеры и покупатели (в том числе, арендаторы - физические и юридические лица). В Латвии данные по рынку недвижимости сделок собирает Государственная земельная служба. Ежеквартально она готовит доклады о различных сегментах недвижимости, таких, как, к примеру, о рынке офисной недвижимости, о рынке сельскохозяйственной и лесной земли, о рынке жилья и т.д. Цена товара на рынке недвижимости зависит от времени сделки (дата) и места, где находится имущество, которое участвует в сделке. Есть несколько типов сделок, таких, как покупка недвижимости, обмен, аренда и т.д. Активность рынка недвижимости непосредственно связана с экономическим развитием страны. Если экономическое развитие страны снижается, это означает, что активность рынка недвижимости снизится, но, если экономика будет процветать, то и активность рынка будет расти. В табл. показано сравнение между Латвией и Литвой по составу имущества и условиям рынка недвижимости.

Таблица

Сравнение рынков недвижимости в Латвии и Литве

Латвия	Литва	Сравнение
Латвийские и иностранные физические или юридические лица могут приобрести квартиры, дома или коммерческую площадь без каких-либо серьезных ограничений. Но бывают случаи, когда они нуждаются в разрешении на покупку недвижимости от местных муниципалитетов. Иностранцы не имеют права на приобретение недвижимости в Латвии следующие объекты: сельскохозяйственные земли и лесные угодья, земельные участки в приграничной зоне, земли природных парков и в других защищенных зонах и в законах указанных других зонах. В настоящее время связи по сельскохозяйственным землям готовится изменение в законе.	Литовские и иностранные физические или юридические лица могут покупать здания и другую жилую недвижимость без ограничений.	В обеих странах, иностранные граждане имеют возможность приобретать квартирную недвижимость, сельскохозяйственные земли иностранные граждане имеют ограничения, но иностранные компании могут легко арендовать землю и в Латвии и в Литве.
Вопросы, связанные с арендой рассматриваются в ряде латвийских законодательных актов (Указ Кабинета Министров № 515 "О порядке аренды государственных и местных имуществ, о определении арендной платы и о стандартных условиях договора аренды", а также Указ Кабинета Министров № 1191 "Порядок, как публичная личность арендует недвижимость от отдельных лиц или предприятий и публикует информацию о недвижимости, которая сдана в аренду и которую можно арендовать"	Для обеспечения интересов физических лиц-арендаторов аренда жилой площади с конкретными правилами более строго регламентирована, чем аренда коммерческих площадей.	В обеих странах, в рынке недвижимости популярной является аренда недвижимости. В Латвии аренда регулируется несколькими актами закона. В Литве уделяется больше внимания интересам арендаторов недвижимости.
В Латвии так же, как в Литве для строительства или реконструкции дома должны быть получены разрешение на строительство от муниципального строительного управления. После строительных работ(или в группе помещений) сдается в эксплуатацию.	Для начала строительства дома, необходимо получить разрешение на строительство от местных органов власти. По окончании строительства, здание не может быть использовано без специального разрешения, выданного государственными органами.	В обеих странах похожая ситуация с осуществлением строительной деятельности.
В Латвии договор купли-продажи должен быть нотариально заверен. Для внесения изменений в Земельную книгу, надо выплатить налог на недвижимость и налог государству.	Операций с активами должны быть заверены нотариусом, контракты составляются на государственном языке. Надо выплатить налог на недвижимость и налог государства.	В обеих странах юридически действительные документы по сделке будут признавать только те, которые заверены нотариусом.
Налог государству составляет 2% от суммы сделки, и оплачивается в государственной кассе.	Нотариальные расходы зависят от стоимости сделки, что составляет примерно 0,45 % от стоимости недвижимости, но не менее 29 евро и не более 5792 евро.	В обеих странах взимается налог государства, но Латвии составляет 2 % от суммы сделки, а в Литве в среднем 0,45 % от стоимости недвижимости.

С точки зрения приобретения недвижимости и рынка недвижимости в двух странах ситуация очень похожа, например, как в Латвии, так и в Литве иностранные граждане могут приобрести квартиры без проблем. В Латвии многие иностранные граждане (особенно российские граждане) приобрели недвижимость с целью получения разрешения на временное проживание. В Латвии следует рассмотреть вопрос о продаже

недвижимости иностранцам - ли это необходимо, при том, что рынок жилья является весьма прибыльным для латвийской экономики. И Латвия, и Литва в настоящее время рассматривают изменения в возможности приобретения сельскохозяйственной земли иностранными гражданами. Обе страны уже испытывают ситуацию, когда часть сельскохозяйственных земель находится в собственности или аренде иностранных компаний, которые создали и зарегистрировали в Балтии предприятия в сфере малого бизнеса, и чья материнская компания находится в Дании или Швеции. Несмотря на то, что литовский рынок недвижимости в последние годы был медленным, все-таки наблюдается небольшое увеличение цен. В Латвии также последний год наблюдается незначительный рост цен на недвижимость.

В целом, ситуации в Латвии и Литве очень похожи, но есть моменты, в которых Латвия, безусловно, могла бы взять хороший пример со своего соседа.

Литература

1. Civillikums: LR likums. – Rīga: firma „AFS”, 2005. – 350 lpp
2. Valsts zemes dienests: Tīrgusdati (2013): <http://kadastralavertiba.lv/tirgus-dati/> (21.02.14).
3. Valsts zemes dienesta: NEKUSTAMĀ ĪPAŠUMA TIRGUS PĀRSKATS (2013): http://www.vzd.gov.lv/files/nekustama_ipasuma_tirgus_parskats_2013_1.pdf (21.02.14).
4. Nekustamais īpašums Lietuvā: <http://balticexport.com/?article=nekustamais-ipasums-lietuva&lang=lv> (18.02.14).

РАЗРАБОТКА БАЗЫ ГЕОПРОСТРАНСТВЕННЫХ ДАННЫХ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ МОНИТОРИНГА ЗЕМЕЛЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ А.Л. Ильиных

Научный руководитель доцент И.А. Гиниятов

Сибирская государственная геодезическая академия, г. Новосибирск, Россия

Земли сельскохозяйственного назначения имеют для человека особо важное значение, так как являются основным источником получения благ, необходимых для его жизнедеятельности. Поэтому они заслуживают особого отношения к себе.

В настоящее время в большинстве субъектов Российской Федерации продолжается снижение плодородия почв, ухудшается состояние земель, используемых или предоставленных для ведения сельского хозяйства. Почвенный покров, особенно сельскохозяйственных угодий, подвержен деградации и загрязнению, теряет устойчивость к разрушению, способность к восстановлению свойств и воспроизводству плодородия [1, 11].

Очевидно, что выявление всего вышеперечисленного невозможно без наличия специальной системы наблюдений, роль которой в настоящее время играет мониторинг земель сельскохозяйственного назначения.

Объекты кадастра недвижимости и мониторинга земель характеризуются сменой состояний вследствие различных причин, влияющих на природные условия, почвенный покров, поверхностные и грунтовые воды, растительность, земную поверхность, окружающую природную среду, а также кадастровых сведений.

Мониторинг земель на этой основе служит инструментом наблюдений, контроля, прогнозирования и выработки управляющих решений для обеспечения их эффективного и рационального землепользования [4, 9, 10].

Мониторинг земель, как и любой другой мониторинг представляет собой, прежде всего, систему наблюдений за изучаемым объектом, в нашем случае, наблюдений за «землей». То есть основными ключевыми словами в определении мониторинга являются слова «система наблюдений». И здесь определяющее значение имеет то, что мы включаем в состав наблюдений, которые требуется получить для решения задач, стоящих перед мониторингом.

Для правильного решения поставленных задач необходима соответствующая «правильная» информация, которая, в свою очередь, будет существенно зависеть от «правильности» понимания объекта изучения – «земли». Только в этом случае будет получена вся необходимая информация об объекте изучения.

Согласно ГОСТ 26640-85 (91), который действует и в настоящее время, под «землей» понимают важнейшую часть окружающей природной среды, характеризующуюся пространством, рельефом, климатом, почвенным покровом, недрами, водами, растительностью, являющуюся главным средством производства в сельском и лесном хозяйстве и пространственным базисом для размещения всех отраслей человеческой деятельности [5]. Таким образом, земля представляет собой сложную поликомпонентную экологическую систему, в которой рассматриваемый земельный участок, то есть, весь комплекс факторов окружающей природной среды и естественных условий производства, которые определяют рост и развитие растений, условия сельскохозяйственного использования земель и, в конечном счете, определяют фактическое состояние земель, изменения которого и являются конечной целью мониторинга земель. При этом, основной составной частью «земли» как сложного природно-хозяйственного комплекса принято считать почвенный покров, который наиболее полно отражает сущность и свойства земли.

Говоря о состоянии земель, можно по-разному подходить к его определению (или сущности). Можно больше внимания уделять загрязнению земель, либо в большей степени учитывать процессы, определяющие состав и структуру почвенного покрова, и т.п.

С целью решения задачи информационного обеспечения управления земельными ресурсами сельскохозяйственного назначения, и, в частности, мониторинга сельскохозяйственных земель, требуются современные методы и средства получения, хранения, обработки и представления разнообразной информации, а также

средства обмена информацией. К ним относятся методы сбора значительного объема данных по множеству показателей с весьма значительных по площади сельскохозяйственных территорий, которые затем представляются в цифровом виде, пригодном для использования в информационных системах. Эти системы должны объединять пространственные географические данные, аэро- и космические изображения а также тематические данные по множеству сельскохозяйственных параметров, представленных в картографической и табличной формах. Такие системы можно использовать для выведения значительных массивов информации на экран или на твердую копию в удобных для пользователя видах. Накладывая на собранную информацию другие полученные и собранные данные, такие, например, как данные о границах сельскохозяйственных земель (участков, сельскохозяйственных полигонов, контуров), их площадях, хозяйственного использования, данные спутникового мониторинга и т.д., можно получать вторичный производный картографический материал аналитического свойства [3].

В качестве информационной основы принятия управленческих решений в сфере мониторинга земель сельскохозяйственного назначения предлагается создание автоматизированной информационной системы мониторинга земель сельскохозяйственного назначения (АИС МЗ), в основе которой лежат ГИС и геоинформационные технологии, с целью обеспечения органов государственной власти и народного хозяйства страны достоверной информацией о состоянии и использовании сельскохозяйственных земель [8].

Сформированная АИС МЗ сельскохозяйственного назначения позволит:

- проводить анализ состояния и использования земель на основе применения современных информационных технологий, включая геоинформационные технологии;
- прогнозировать развитие негативных почвенных процессов и воздействие на состояние растительного покрова земель негативных природных процессов (засухи, заморозков, инвазии насекомыми и др.);
- предотвращать выбытие сельскохозяйственных земель, сохранять и вовлекать эти земли в сельскохозяйственное производство;
- обосновывать необходимость и целесообразность разработки программ сохранения и восстановления плодородия почв;
- обеспечивать потребности государства, включая органы исполнительной власти, осуществляющие функции государственного земельного контроля, юридических и физических лиц, в том числе осуществляющих функции земельного контроля, а также сельскохозяйственных товаропроизводителей всех форм собственности достоверной информацией о состоянии и плодородии сельскохозяйственных земель, а также об их фактическом использовании;
- проводить эффективную государственную политику в сфере земельных отношений в части, касающейся сельскохозяйственных земель.

На наш взгляд, в итоге сбор любой информации направлен на ее дальнейшее использование для целей управления земельными ресурсами. При этом должна быть использована не только современная информация, но и полученная ранее, совместный анализ которых позволит получить не только актуальное состояние земель, но и выполнить прогноз дальнейшего его развития, что весьма насущно в управлении.

Особое место в кадастре недвижимости и мониторинге земель занимают вопросы применения геоинформационных систем и технологий.

При этом информационный подход состоит в сборе информации об окружающей природной среде (на основе соответствующих показателей), анализе этой информации, создании искусственной информации и применении всей совокупной информации для решения практических задач кадастра недвижимости и мониторинга земель о состоянии и использовании земель на соответствующей территории.

Развитием информационного подхода является геоинформационный подход. Именно он приводит к необходимости геоинформационного мониторинга с применением специализированных баз данных.

Большие объемы такой информации целесообразно размещать в соответствующих базах данных, являющихся основой автоматизированных информационных систем мониторинга земель сельскохозяйственного назначения. В настоящее время разработаны теоретические и методологические основы создания таких баз данных для земель сельскохозяйственного назначения [2, 6, 7].

На наш взгляд, такая база данных должна строиться на основе сведений, поступающих из различных источников и, в том числе, баз данных организаций, занимающихся регулярными или периодическими наблюдениями за состоянием и использованием земель сельскохозяйственного назначения: Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии (Росреестр), Министерства сельского хозяйства (Минсельхоз), Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет), Федерального агентства по управлению государственным имуществом (Росимущество), Федеральной службы государственной статистики (Росстат), Федеральной службы по надзору в сфере природопользования (Росприроднадзор), сети Интернет и других, как показано на рисунке 1.

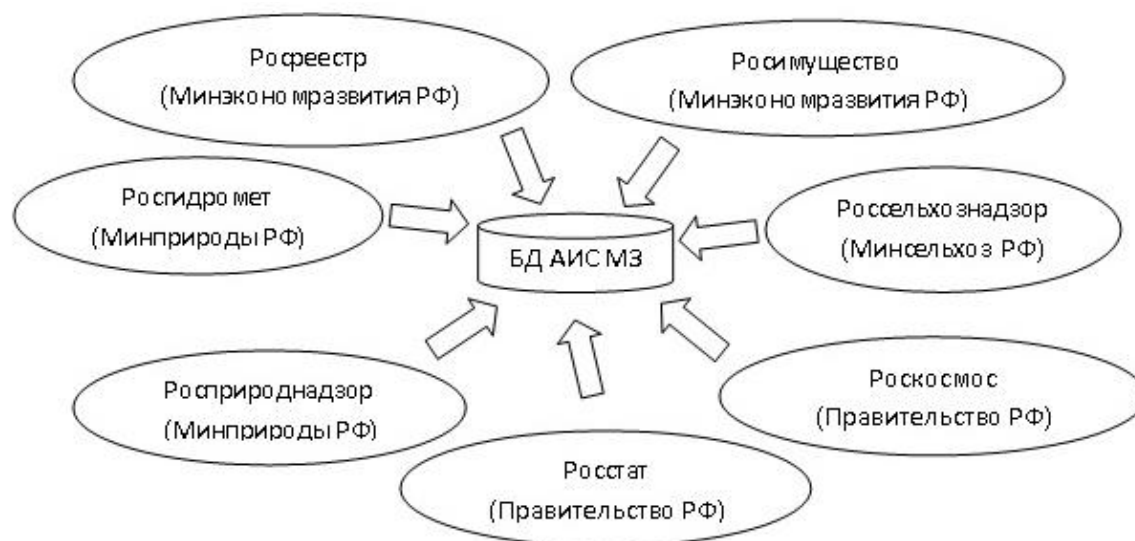


Рис. Источники сведений о состоянии территории

Таким образом, учитывая мировые тенденции сокращения продуктивных земель, рост населения, можно сделать вывод о повышении ценности земельных ресурсов. Так, в настоящее время особую актуальность приобретает изучение состояния земель сельскохозяйственного назначения, поскольку показатели их качественного состояния низки (деградация почв, ухудшение плодородия, низкое содержание органического вещества и т.д.). Большое значение имеют вопросы охраны земель и их рационального использования, систематические наблюдения за состоянием земель для своевременного выявления изменений, их оценки, предупреждения и устранения последствий негативных процессов. Очень важным критерием мониторинга является получение и улучшение методов сбора информации о землях сельскохозяйственного назначения для целей реального повышения эффективности производства с точки зрения критериев жизнеобеспечения, качества и уровня жизни, экономической безопасности и особенно продовольственной безопасности населения.

В этой связи современные информационные технологии в кадастре недвижимости и мониторинге земель претерпели существенные изменения и требуют новых подходов, теоретических и прикладных разработок.

Литература

1. Гиниятов, И.А. Геоинформационное обеспечение мониторинга земель сельскохозяйственного назначения [Текст] / И.А. Гиниятов, А.Л. Ильиных // Вестник СГГА. – 2011. – № 1(14). – С. 33–39.
2. Гиниятов, И.А. К вопросу о создании автоматизированной информационной системы для целей управления территориями агропромышленного комплекса [Текст] / И.А. Гиниятов, А.Л. Ильиных // Геодезия и картография. – 2008. – № 2. – С. 51–53.
3. Гиниятов И.А. О структуре и содержании мониторинга земель в современный период [Текст] / И.А. Гиниятов, В.Б. Жарников // Вестник СГГА. – Новосибирск, 2000. – № 5. – С. 25 – 27.
4. Гиниятов, И.А., Ильиных А.Л. Комплексный подход к мониторингу земель сельскохозяйственного назначения [Текст] / И.А. Гиниятов, А.Л. Ильиных // Информационные технологии, системы и приборы в АПК. Ч.1: материалы 5 – й междунар. научно-практич. конференции «АГРОИНФО – 2012» (Новосибирск, 10 – 11 октября 2012 г.) / Рос. акад. с. – х. наук, Сиб. регион. отделение, Сиб. физико–техн. институт аграр. проблем. – Новосибирск, 2012. – С. 440 – 444.
5. ГОСТ 26640–85 (СТ СЭВ 4472–84) «Земли. Термины и определения». – Взамен ГОСТ 17.5.1.05–80; введен с 01.01.87 г. [Текст] // М.: Изд-во стандартов, 1992.
6. Ильиных, А.Л. Разработка базы данных автоматизированной информационной системы мониторинга земель сельскохозяйственного назначения [Текст] / А.Л. Ильиных // ГЕО–Сибирь – 2011. Т. 3. Экономическое развитие Сибири и Дальнего Востока. Экономика природопользования, землеустройство, лесоустройство, управление недвижимостью. Ч. 2: сб. матер. VII междунар. научн. конгресса «ГЕО–Сибирь – 2011», 19–29 апреля 2011 г., Новосибирск. – Новосибирск: СГГА, 2011. – С. 120 – 124.
7. Ильиных, А.Л. Структура и содержание базы данных автоматизированной информационной системы мониторинга земель сельскохозяйственного назначения [Текст] / А.Л. Ильиных // Вестник СГГА. – 2012. – № 1 (17). – С. 79 – 84.
8. Ильиных А.Л., Гиниятов, И.А. Создание информационной основы для системы принятия управленческих решений в сфере мониторинга земель сельскохозяйственного назначения [Текст] / А.Л. Ильиных, И.А. Гиниятов // Информационные технологии, системы и приборы в АПК. Ч.1: материалы 5–й междунар. научно–практич. конференции «АГРОИНФО–2012» (Новосибирск, 10–11 октября 2012 г.) / Рос. акад. с.–х. наук, Сиб. регион. отд.–е, Сиб. физико–техн. ин–т аграр. проблем. – Новосибирск, 2012. – С. 444 – 447.
9. Положение о мониторинге земель Российской Федерации: Постановление Правительства РФ от 15 июня 1992 г. № 491 [Текст] // Собрание актов Президента и Правительства РФ. – 1992. – № 4.

10. Положение об осуществлении государственного мониторинга земель: Постановление Правительства РФ от 28 ноября 2002 г. № 846 [Текст]// Российская газета. – 5 декабря 2002 г. – № 231 (3099).
11. Российская Федерация. Правительство. Об одобрении концепции развития государственного мониторинга земель сельскохозяйственного назначения и земель, используемых или предоставленных для ведения сельского хозяйства в составе земель иных категорий, и формирования государственных информационных ресурсов об этих землях на период до 2020 года [Электронный ресурс]: распоряжение Правительства Рос. Федерации от 30 июля 2010 г. № 1292 – р. – Режим доступа: Консультант Плюс.

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРИМЕНЕНИЯ 3D КАДАСТРА В ЗЕМЕЛЬНО-ИМУЩЕСТВЕННЫХ ОТНОШЕНИЯХ

Н.И. Калачева

Научный руководитель профессор В.К. Попов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Участки, определенные в двумерной системе представления данных (2D), - основа для кадастровой регистрации. Исследования современных условий земельно-имущественных отношений безотлагательно требуют регистрации собственности в объеме. Например, одной из форм является сервитут. Правообладатели многоуровневых объектов могут и не быть собственниками поверхностных участков.

Многие страны пытаются найти оптимальный способ кадастровой регистрации 3D имущественных ситуаций. Действия по обнаружению и разрешению этих проблем зависят от национальной законодательной системы и возможностей кадастровой регистрации в каждой стране. Проблема заключается в том, что 3D информация не входит в пространственную часть кадастровой базы данных. Она показана только на планах и/или кадастровых, либо инвентаризационных делах [1].

Устойчивое управление и развитие земельно-имущественных отношений являются одними из самых сложных современных задач. Исходя из эколого-экономических задач, во многих городах мира переходят к сложным вертикальным многообъектным и многофункциональным застройкам для обеспечения пригодного и доступного жилья, бизнес пространства и услуг. Для прогресса в управлении земельно-имущественными отношениями, во всем мире очевидна тенденция к принятию и использованию 3D технологий и информации. [2, 8, 6]

В современном мире в качестве инструмента учета объектов недвижимости, пересекающихся друг с другом на разных уровнях, используется 2D представление объекта на карте. Интерес к отображению пересечений объектов друг с другом вызван многими аспектами:

- как производить налогообложение участка, занятого несколькими объектами недвижимости;
- как предоставить земельный участок под объект, который фактически не касается земли (например: мост);
- на какую глубину и высоту над поверхностью земли распространить права на объект;
- как зарегистрировать имущественное право в случае, когда, например, подземный гараж не соответствует конфигурации участка поверхности и т.д.

В условиях современного планирования территории, необходимо установить, на какую высоту и глубину распространяется право собственности на земельный участок. В качестве примера возьмем два участка вблизи муниципальной автомобильной дороги – участки А и В (рис. 1а). В условиях двумерного управления земельными ресурсами, участки А и В не могут пересекаться с муниципальной дорогой. В реальности же эти участки соединяются наземными и подземными каналами (рис. 1б). Пространство под автомобильной дорогой может быть использовано под подземные гаражи, стоянки или подземную торговую улицу. Подобные ситуации указывают на то, что не только кадастровое управление необходимо переводить в 3х мерное представление, но и управление земельными ресурсами должно стать в 3D.

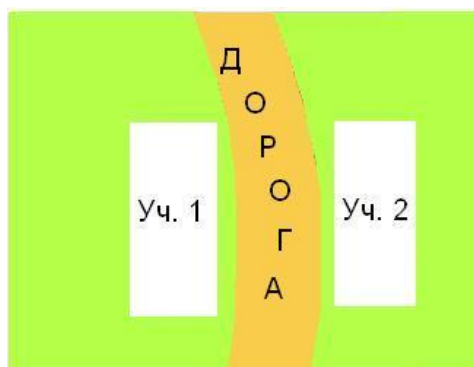


Рис. 1а. Двумерное представление

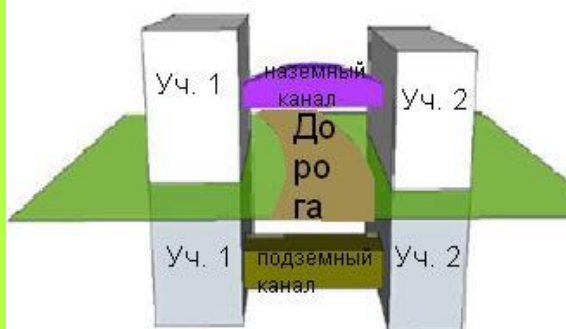


Рис. 1б. Трехмерное представление управления земельными ресурсами

Применение 3D кадастра с временной составляющей на практике позволит упростить и синтезировать решение юридических, кадастровых и технических составляющих кадастровой регистрации. Например, точная информация о месторасположении кабелей, трубопроводов и туннелей предоставляет возможность использовать данную информацию для управления (мероприятий по планированию) подземными слоями [3]. Применение 3D кадастра позволяет выделить следующие функциональные возможности:

регистрировать 3D информацию по правам (на какое пространство имеет право лицо) и по временной составляющей (срок пользования данным участком каждого правообладателя с момента образования данного объекта недвижимости);

установить и наладить связь с внешними базами данных, содержащими объекты, представляющие интерес для кадастра, постоянно отслеживая местоположение (объектов инфраструктуры, районов с загрязненной почвой, лесозащитных зон и т.д.);

использовать информацию об объектах для обеспечения полного учета особенностей объекта недвижимости при их регистрации или исправления допущенных ошибок (правовых) [8].

согласовать (в рамках формируемой Инфраструктуры пространственных данных РФ) электронный формат обмена данными между Росреестром и Росавтодором и осуществить систематический обмен данными с целью своевременной актуализации сведений: текущего состояния земельных участков под дорогами и придорожными полосами для Росавтодора; текущего состояния реестра автомобильных дорог РФ — для Росреестра [5].

Система «3D кадастра» раскрывает полноту пространственно-физических и юридических опций недвижимости. Ее главный ориентир - реализация новых процедур через преемственность предыдущих сформированных систем кадастра и регистрации [6]. Учет объектов недвижимости и регистрация прав производится в соответствии с № 122-ФЗ «О государственной регистрации прав на недвижимое имущество и сделок с ним», № 221-ФЗ «О государственном кадастре недвижимости», которые не предусматривают существование 3D кадастрового имущества. Значит, необходимо вносить поправки в законы, регулирующие земельно-правовые отношения, а это Земельный Кодекс РФ, Гражданский Кодекс РФ, Федеральный закон о государственной регистрации прав на недвижимое имущество и сделок с ним и прочие федеральные законы, связанные с учетом и регистрацией недвижимого имущества [7].

В настоящее время нами выполняются научные исследования по формированию 3D модели автомобильной дороги. Планируется сформировать базу данных содержащую следующую информацию об объектах: правообладатель, вид права, начало и конец возникновения права, категория земель, вид разрешенного использования, данные необходимые для поддержки жизненного цикла дорог на основе информационного моделирования дорог [4].

С целью создания благоприятных условий для введения и поддержания 3D кадастра в России необходимо внести предложения по совершенствованию нормативно-правовой базы. Законодательство и гражданско-правовые отношения должны быть приведены в соответствие с возможностью обеспечения транзакций трехмерных прав. Концепция «3D кадастра» является реальной перспективой.

В данной статье обосновано преимущество внедрения 3D кадастра с временной составляющей и представлены основные задачи для его внедрения на территории страны. Необходимость в трехмерных кадастрах с временной составляющей обусловлена появлением сложных площадей застройки, наземной, подземной, надземной инфраструктуры, поэтому общепринятые существующие плоские, двумерные системы кадастрового учета не обеспечивают возможность в полной мере регистрировать и ставить на государственный кадастровый учет (ГКУ) недвижимость частных и государственных лиц. Основными задачами для внедрения 3D кадастра являются решение вопросов юридической, технической и кадастровой составляющих.

Литература

1. Jantine Esther Stoter. 3D Cadastre// NCG, Nederlandse Commissie voor Geodesie, Delft, July, 2004 – 342 p.
2. Serene Ho and Abbas Rajabifard. Delivering 3D Land and Property Management in Australia: A Preliminary Consideration of Institutional Challenges // 3rd International Workshop on 3D Cadastres: Developments and Practices 25–26 October 2012, Shenzhen, China
3. Бойков, В.Н.: Использование ГИС-технологий в жизненном цикле автомобильных дорог. / В.Н. Бойков и др. Изд-во: Вестник ТГАСУ. – Томск, 2006. – 125–131 с.
4. Бойков В.Н. САПР автодорог – перспективы развития // САПР и ГИС автомобильных дорог, 2013, №1, с.6–9
5. Бойков В.Н., Скворцов А.В., Сарычев Д.С., Филиппов В.Г. Проблемы кадастра недвижимости федеральных автомобильных дорог // Мир дорог, 2011. – № 57, октябрь, – с. 22–25.
6. Калачева Н.И., Филиппов В.Г. Применение 3D кадастра с временной составляющей в земельно-имущественных отношениях дорожного хозяйства // САПР и ГИС автомобильных дорог, 2013, №1, с. 67–69
7. Романов Василий гость портала: 3D кадастр [электронный ресурс]: URL: <http://www.gipern.ru/gost-portal/vasiliy-gomanov> (дата обращения: 22.02.2013).
8. Хайрудинова Н.Ш.: Методологические основы внедрения 3D кадастра в Казахстане на примере зарубежных стран // автореферат – г.Усть-Каменогорск, Казахстан, 2011. – С. 5–9.

ДИНАМИКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ЗЕМЕЛЬ ГОРОДА ТОМСКА

А.Е. Кондрашова, М.И. Колодная, Т.В. Тарбокова

Научные руководители профессор О.А. Пасько, доцент Т.В. Тарбокова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Почва – это богатейший природный ресурс, обеспечивающий живое всем необходимым. Загрязнение, захламенение и нерациональное использование земельных участков приводят к ухудшению экологического состояния окружающей среды и снижению качества жизни населения. Из оборота выводятся крупные земельные массивы, находящиеся вблизи населенных пунктов и потенциально обладающие высокой стоимостью. Более того, деградированные земли нуждаются в проведении дополнительных дорогостоящих землеустроительных мероприятий (рекультивация или консервация), что усугубляет проблему. В доступной нам литературе данные о закономерностях этого процесса отсутствуют.

Целью данной работы стал мониторинг свалок города Томска. Для ее достижения были решены следующие задачи:

1. Собрать статистический материал по выявлению и ликвидации свалок.
2. Провести его математическую обработку.
3. Спрогнозировать развитие процесса появления и роста несанкционированных свалок в Томске на ближайшие 3 года.

Несанкционированные свалки – это территории, не отведенные для размещения отходов. С августа 2011 г. на территории страны выявлено 60359 мест несанкционированного размещения твердых бытовых отходов на общей площади 18390 га (по данным от 16 сентября 2013)[1]. Это примерно равно площади таких крупных городов, как Сочи, Севастополь и Брянск. Более половины несанкционированных свалок образуются на землях населенных пунктов (56 %), значительно меньше - на землях сельскохозяйственного назначения и землях, относящихся к прочим (по 15 %). Минимум свалок образуется на территориях водоохранных зон и на землях лесного фонда (по 7 %) [1].

На основе данных Департамента природных ресурсов и охраны окружающей среды Томской области [2], нами была составлена таблица, характеризующая количество и площадь свалок города Томска в период с 2010 по 2013 год (табл.).

Из таблицы следует, что максимальное количество свалок было выявлено в 2011 году (192), минимальное – в 2012 году (в 1,7 раз меньше). Их среднее значение по четырем годам составляло 142 шт. В 2011 году площадь выявленных свалок была максимальной (8,2 га), ненамного превышая показатель 2012 года (8,00). Максимальное количество ликвидированных свалок наблюдается также в 2011 году (145), минимальное – в 2013 году (почти в 4 раза меньше). Их среднее значение по четырем годам составляло 103 шт. В 2011 году максимальная площадь ликвидированных свалок составила 6,6 га, намного превышая показатель 2013 года (в 13 раз больше), что подтверждает факт роста свалок. Средняя площадь одной свалки составляет около 0,04 га. Количество свалок является относительной величиной, так как на месте ликвидированных свалок могут появляться уженовые, поэтому отслеживать процесс достаточно сложно. Для расширенного представления о данной проблеме, посчитаем процентное соотношение площадей свалок к площади города Томска, которая составляет 29460 га [3]. Расчетные данные представлены на рис.1.

Таблица

Динамика изменения числа свалок в Томске

Года	Выявлено свалок			Ликвидировано свалок		
	Количество, шт.	Площадь, га	Ср. площадь одной свалки, га	Количество, шт.	Площадь, га	Ср. площадь одной свалки, га
2010	160	3,0	0,04	140	2,6	0,04
2011	192	8,2		145	6,6	
2012	115	8,0		89	6,0	
2013	131	2,4		40	0,5	
В среднем	142	5,4		103	3,9	

Из рис. 1 следует, что максимальный показатель наблюдался в 2011 году, а минимальный - в 2013 году. Для обеспечения своевременных и адекватных землеустроительных работ по рекультивации загрязненных участков необходимо не только отслеживать динамику хода процесса, но и прогнозировать ее на ближайшее будущее. На основании данных таблицы 1 нами был получен прогностический график. Ожидаемое число Нuzнавали по расчетной скорости роста свалок V . Расчет производили по формуле:

$$\langle V \rangle = \frac{\Delta S}{\Delta t}, \text{ где } \langle V \rangle - \text{среднее значение скорости на каждом участке; } \Delta S - \text{разность показателей}$$

площади свалок в начале и конце года; dt – время, равное одному году. Расчетная скорость роста свалок при их ликвидации оказалась равной 1,46 га/год, а без ликвидации 5,35 га/год, т.е. в 3,7 раза больше (рис.2).

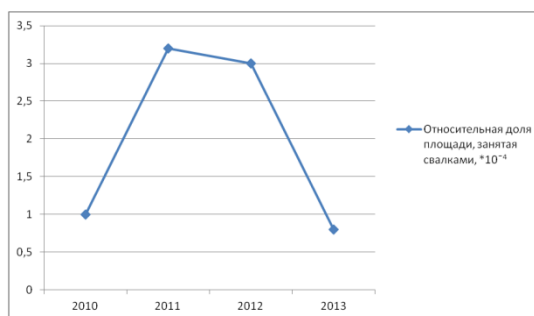


Рис. 1. Динамика изменения относительной доли площади города Томска, занятой свалками в 2010-2013

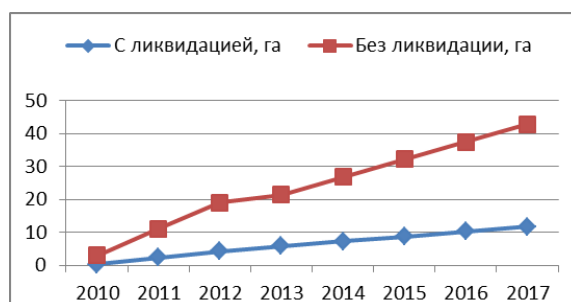


Рис.2 Линейная аппроксимация роста площади несанкционированных свалок на ближайшие три года

Таким образом, при сложившейся ситуации в 2017 году ожидаемое число несанкционированных свалок составит 321 шт.(при ликвидации) и почти 1100 шт.(без ликвидации). Их общая площадь составит 11,5 га и почти 43 га соответственно. Эта величина сравнима с площадью Лагерного сада в Кировском районе. Возможно, эти площади покажутся небольшими, но вспомним пример из книги Медоуз [3]. Предположим, у вас есть пруд, в котором растет одна кувшинка. Каждый день число кувшинок удваивается. На какой день они полностью покроют поверхность пруда, и сколько времени у вас будет, чтобы спасти пруд? На спасение пруда у вас будет всего один день, потому что кувшинки покроют половину поверхности пруда на 29-й день. На следующий день, после финального удвоения, пруд будет покрыт ими полностью. В определенный момент экспоненциальный рост набирает такую силу, что справиться с ним уже невозможно. Та же ситуация наблюдается и с разрастанием свалок.

Выражаем благодарность за ценные консультации ведущему специалисту Департамента природных ресурсов и охраны окружающей среды Т.Н. Мочаловой.

Литература

1. Официальный сайт Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации, 16.09.2013, <http://www.mnr.gov.ru/news/detail.php?ID=131393>
2. Официальный сайт Департамента природных ресурсов и охраны окружающей среды Томской области, <http://www.green.tsu.ru/>
3. Медоуз Д. Л. За пределами роста / М., ИКЦ «АКАДЕМКНИГА», 2007. – 342 с
- 4.

ЗЕМЛЕУСТРОИТЕЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ СЕВЕРСКОГО ПОЛИГОНА ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ

Т.В. Летягина

Научный руководитель профессор О.А.Пасько

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Образование несанкционированных свалок, их разрастание, перезаполнение карт полигонов твердых бытовых отходов (ТБО) – это и многое другое приводят к обострению глобальной проблемы, проблемы обращения с твердыми бытовыми отходами. Отходы производства и потребления – остатки сырья, материалов, полуфабрикатов, иных изделий или продуктов, которые образовались в процессе производства или потребления, а также товары (продукция), утратившие свои потребительские свойства. На территории Российской Федерации действует Федеральный закон от 24.06.1998 №89-ФЗ «Об отходах производства и потребления», который регламентирует деятельность по обращению с отходами. Обращение с отходами – деятельность по сбору, накоплению, использованию, обезвреживанию, транспортированию, размещению отходов.

Площадь всех земель, подверженных загрязнению в Северске, составляет 37053,5 кв.м, площадь отдельного земельного участка варьирует от 10 кв.м. до десятков тысяч кв.м (рис.).



Рис. Космоснимок полигона твердых бытовых отходов в г. Северске. Видно задымление горящих участков.

На основе актов выявления несанкционированных свалок, можно классифицировать все ТБО по морфологическому составу, и в дальнейшем использовать для разработки технологии рекультивации загрязненных земельных участков. Для минимизации территорий под полигоном следует организовать единую систему сортировки мусора и построить мусороперерабатывающий завод.

«ООО Полигон ТБО КБУ» является природоохранным предприятием и предназначено для централизованного сбора и захоронения отходов производства и потребления организация, учреждений, жилых зданий, уличного смета с территории улиц, проездов, площадок и т.д. Он представляет собой комплекс природоохранных сооружений, предназначенных для складирования, изоляции и захоронения ТБО, обеспечивающий защиту от загрязнения атмосферы почвы, поверхностных и грунтовых вод, препятствующий распространению грызунов, насекомых и болезнетворных микроорганизмов.

Площадь северского полигона ТБО составляет 17,2644 га (172644 м²). Расположен он в промышленной зоне г. Северска. Автодорога, 2/26. Год ввода полигона в эксплуатацию – 1956. Рассчитан данный полигон изначально на 63 года, то есть до 2019, но на данный момент лицензии и лимиты на размещение ТБО закончены. Характерны следующие проблемы: возгорание в нижних слоях ТБО на картах из-за выбросов метана; разрастание карт полигона уже до черты леса. Ежегодно проводится мониторинг окружающей среды, посредством которого осуществляется контроль за соблюдением требований по складированию и хранению ТБО, выявление нарушений и предотвращение возможных аварий.

На наш взгляд, данный полигон уже требует закрытия, начала проведения рекультивации (сначала технологический этап, затем биологический) и, в зависимости от решения администрации, начала строительства мусороперерабатывающего завода.

СОЗДАНИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ЗЕМЕЛЬ ЛЕСНОГО ФОНДА НА ПРИМЕРЕ ТЕРРИТОРИИ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ, УЛУ-ЮЛЬСКОГО ЛЕСНИЧЕСТВА, АЛЬМЯКОВСКОГО УРОЧИЩА

К.А. Малова

Научный руководитель профессор О.А. Пасько

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г.Томск, Россия

Согласно ст. 130 Гражданского кодекса РФ к недвижимому имуществу относятся земельные участки, участки недр и все, что прочно связано с землей, то есть объекты, перемещение которых без несоразмерного ущерба их назначению невозможно, в том числе здания, сооружения, объекты незавершенного строительства. Таким образом, лесные участки, являющиеся в соответствии со ст. 7 Лесного кодекса РФ одним из видов земельных участков, относятся к объектам недвижимости.

На сегодняшний момент, значительную часть территории РФ занимают именно леса, поэтому, управлению данных объектов недвижимости уделяется особое внимание.

При учете лесных участков осуществляется два вида деятельности, это ведение государственного лесного реестра и государственный кадастровый учет, осуществляемый в рамках ведения государственного кадастра недвижимости [1].

Самой главной и сложной задачей, стоящей перед лесной службой, является постановка на кадастровый учет лесных участков, где важным действием является определение границ. Такая процедура выявляет огромное количество спорных ситуаций. Основная их часть порождена наличием недостаточной точности данных либо в

кадастре недвижимости, либо в лесных картографических материалах. Это тормозит процесс постановки лесных участков на кадастровый учет. Сложившаяся ситуация требует изменения процедуры постановки на кадастровый учет земель лесного фонда, так как эти земли принадлежат Российской Федерации на праве собственности и занимают две трети нашего государства. А ведь на лесных землях ведутся добыча нефти, газа и других очень ценных ископаемых. Кроме того, на них закладываются магистральные трубопроводы, строятся магистральные дороги, линии электропередачи и другие линейные сооружения. А без кадастра и регистрации прав это делать невозможно, как и без лесоустройства невозможно ведение самого кадастра [2].

Необходимо совмещение потоков информации от различных данных.

Исходя из этого, предлагается создание цифровой электронной карты Томской области. Готовый продукт будет включать в себя информацию о границах и площадях лесничеств с максимальной детализацией (лесничество – участковое лесничество – урочище – квартал – выдел – часть выдела). Указанная информация будет представлена в виде векторных слоев и привязана к географическим координатам. Эта карта будет позволять создавать новые слои с любой информацией, которую можно привязать к географическим координатам - местоположение, площадь лесных пожаров, выполненные и проектируемые мероприятия по защите, охране, воспроизводству и использованию лесов, сведения об обременении лесных участков (в послыном разрезе) по видам разрешенного использования лесов и по лесопользователям. Также предусматривается отображение на карте информации об учетных записях лесных участков в государственном лесном реестре и о земельных участках, поставленных на кадастровый учет.

Данную карту, как единый лесной картографический ресурс, смогут использовать лесопользователи, землеустроители и проектные организации для формирования лесных участков для дальнейшего предоставления их в пользование (аренду). Также будет предусмотрена степень доступа к той или иной информации (для общего пользования, для служебного пользования).

Для примера было взято Альмяковское урочище, Улу-Юльского лесничества. Данное лесничество расположено в восточной части Томской области, на территории Первомайского (89,6%), Молчановского (7,1%) и Асиновского муниципальных районов (3,3%). Максимальная протяженность территории, на которой размещаются урочища, в широтном направлении составляет 180 км, в направлении с севера на юг – 114 км.

Общая площадь лесничества составляет 862708 га. В него входит одно участковое лесничество. Кадастровый (или условный) номер лесного участка: 70-70-06/145/2008- 664.

Работа по созданию карты состоит из этапов:

- редактирование и шивание частей карты в программе Adobe Photoshop;
- привязка растровой карты в MapInfo Professional;
- оцифровка растрового изображения в MapInfo Professional;
- ввод необходимой информации в слои карты.

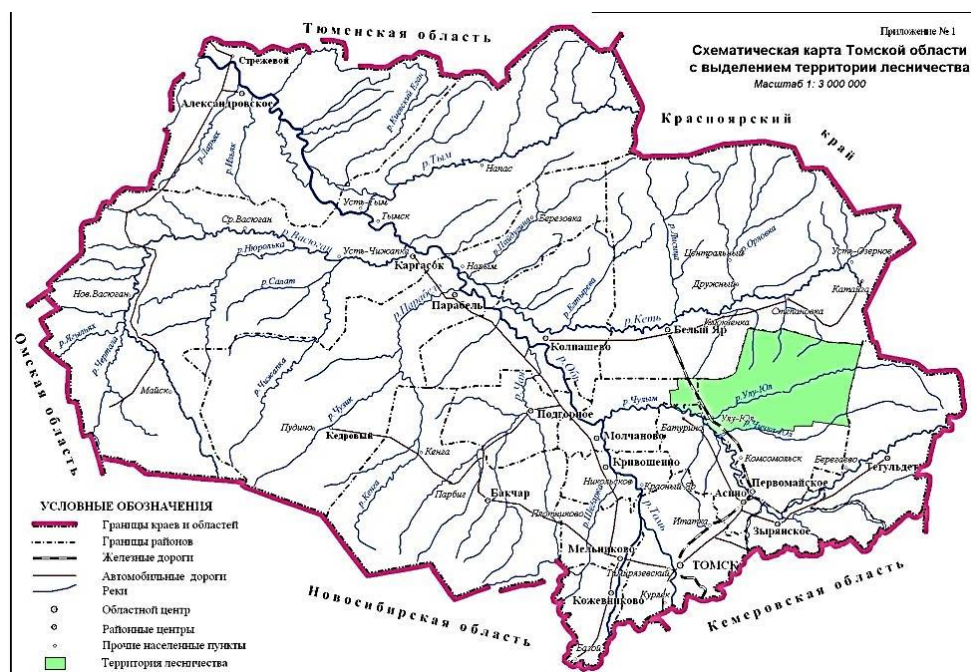


Рис.1. Схематическая карта Томской области с выделением территории Улу-Юльского лесничества

Внесенная информация о границах лесных участков позволит их использовать при заключении договоров аренды и переводе земель из одной категории в другую, а также при подготовке генеральных планов, утверждении границ населенных пунктов и других согласовательных процедурах. Наличие в кадастре недвижимости информационного слоя, созданного на основе данных государственного учета земель лесного фонда по состоянию на дату последнего лесоустройства, сделает более прозрачной процедуру согласования

границ смежных землепользований с государственными органами, отвечающими за сохранение лесов, а также позволит оперативно решать вопросы, связанные с оформлением документов о переводе участков из одной категории земель в другую. Местоположение границ будет постоянно уточняться по более точным данным, получаемым при производстве кадастровых работ. В заключение отметим, что правильно установленная в натуре и на плане граница лесного участка служит основой точного определения его площади.

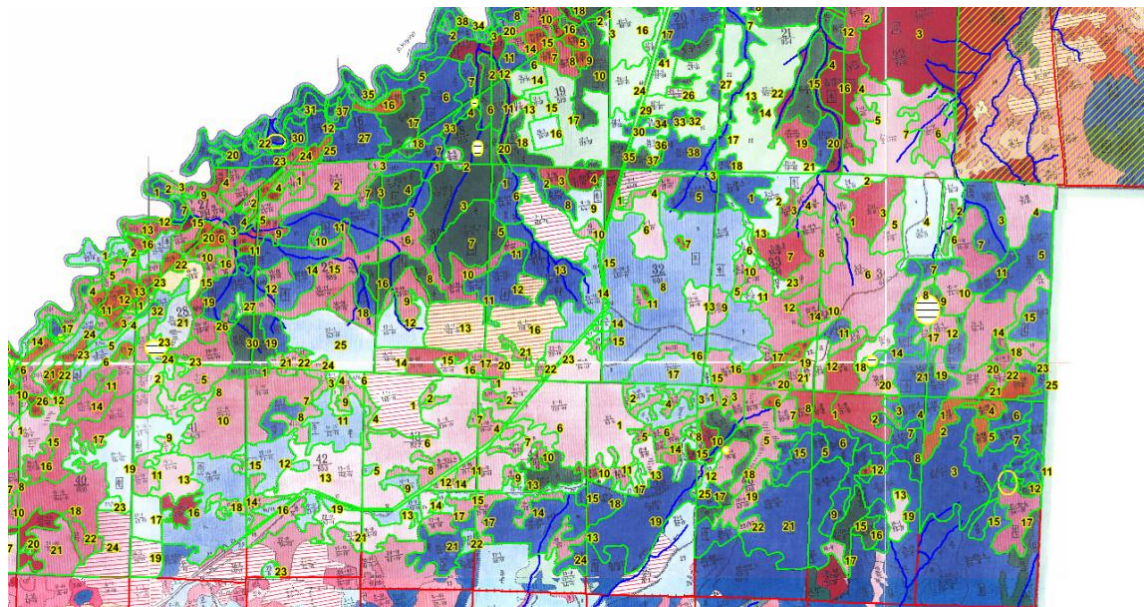


Рис. 2. Карта Альмяковского урочища, Уду-Юльского лесничества Томской области с активными слоями «Выдела» и «Линейные объекты»

Литература

1. Лесной Кодекс Российской Федерации, от 04.12.2006 N 200-ФЗ.
2. Лурье И.К. Геоинформационное картографирование. Методы геоинформатики и цифровой обработки космических снимков. – М.: КДУ, 2008. – 424 с.

АНАЛИЗ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА БОЛЬШЕУКОВСКОГО РАЙОНА ОМСКОЙ ОБЛАСТИ

В.С. Могилева

Научный руководитель профессор В.К. Попов

Омский Государственный Аграрный Университет им. П.А. Столыпина, г. Омск, Россия

Посевные площади сельскохозяйственных культур Большеуковского района занимают около 17,5 тыс.га. Под зерновые культуры отводится свыше 8 тыс.га, под кормовые - более 8 тыс. 400 га. В последние года большое внимание уделяется выращиванию и переработке льна-долгунца. Посевы в 2012 году составили 720 га льна, в 2013 году посевы увеличились в 2 раза и составили 1530 га. Большую поддержку в развитии этого направления оказывает Министерство сельского хозяйства Омской области. На эти цели из федерального и регионального бюджетов выделяются субсидии до 80% средств на погашение приобретенной техники и оборудования для выращивания и производства льна-долгунца. Так в 2013 году было получено субсидий на поддержку производства льна около 10,0 млн. рублей из почти 12,0 млн. рублей, выделенных и полученных сельскохозяйственными товаропроизводителями района [3].

В 2014 году объем продукции сельского хозяйства в хозяйствах всех категорий относительно 2013 года вырос в среднем на 5% в связи с получением высокой урожайности зерновых культур в 2013 году. Тенденцию повышения или понижения урожайности зерновых культур за 2004-2011 гг. можно проследить на гистограмме:

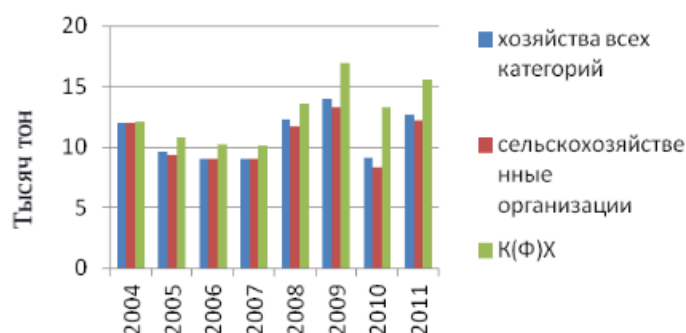


Рис. 1 – Урожайность зерновых культур по категориям хозяйств в Большеуковском районе (

Можно сделать вывод о том, что в 2009 год отличился самой высокой урожайностью зерновых культур. Наибольшую урожайность имеют территории под К(Ф)Х. Анализ валового сбора по Большеуковскому району показал, что решающим фактором при росте объемов производства зерна стало изменение посевных площадей, а не урожайность зерновых культур.

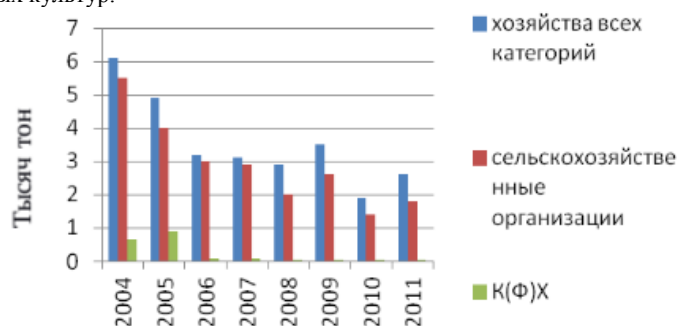


Рис. 2 – Валовый сбор зерна по категориям хозяйств в Большеуковском районе (в весе после доработки)

По данному исследованию динамика валовых сборов зерновых в период с 2004 по 2011 год имела отрицательный тренд. Основными факторами, влияющими на изменение валового сбора, стали площадь и урожайность. Так, как в период 2004-2011 гг. посевные площади сокращались, соответственно снижался валовой сбор [1].

Одним из направлений сельскохозяйственного производства района считается мясо-молочное животноводство. В реестре предприятий Больших Уков значатся 30 фермерских хозяйств, а также 7 большеуковских предприятий кооперативного типа: СПК «Уралы», СПК «Искорка», СПК «Фирстовский», СПК «Росинка», СПК «Север», СПК «Белогривский», СПК «Колос», которые специализируются на производстве мяса, молока, зерна и льна. Доля прибыльных сельскохозяйственных организаций уже на протяжении двух лет составляет 100% [2].

В животноводстве на протяжении ряда лет наблюдается стабильность количества голов КРС, лошадей. В крестьянских фермерских хозяйствах, в 2014 году и на последующие три года планируется увеличение поголовья КРС примерно на 10%, лошадей – 12%. Широкое распространение получили новые отрасли животноводства в районе, овцеводство, коневодство, птицеводство.

В целях выполнения намеченных показателей прироста мяса и молока, предусмотренных соглашением между Министерством сельского хозяйства Омской области и Большеуковским муниципальным районом, стабилизации и увеличения роста поголовья сельскохозяйственных животных необходимо принять меры по устранению отмеченных недостатков, активно вести работу по реализации приоритетного национального проекта «Развитие АПК» по направлению ускоренного развития животноводства и предпринять максимум усилий для выполнения намеченных показателей прироста молока и мяса, предусмотреть ежегодное увеличение роста поголовья крупного рогатого скота, свиней в СПК и личном подсобном хозяйстве, крестьянских фермерских хозяйствах на 8 - 10 процентов.

Литература

1. Растениеводство Омской области: Стат.сб./Омкстат. – Омск. 2013 – 100 с.
2. Животноводство Омской области: Стат.сб./Омкстат. – Омск. 2013 – 80 с.
3. Портал Правительства Омской области «Омская губерния» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.omskportal.ru/ru/government.html>

**РЕКУЛЬТИВАЦИЯ И ОХРАНА ЗЕМЕЛЬНЫХ УЧАСТКОВ ОБЪЕКТОВ
НЕФТЕГАЗОДОБЫВАЮЩЕГО КОМПЛЕКСА НА ЗЕМЛЯХ ЛЕСНОГО ФОНДА****Е.А. Монахова**

Научный руководитель Н.М. Мирецкая

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

ОАО «Томскнефть» ВНК является одним из крупнейших промышленных предприятий Томской области, которые осознают характер и масштаб влияния своей деятельности на окружающую среду, свою ответственность за обеспечение безопасных условий труда, защиту здоровья работников и населения, проживающих в районах деятельности общества.

С 2009 года на объектах нефтегазодобывающего комплекса количество зарегистрированных некатегорийных отказов постепенно снижается за счёт природоохранных мероприятий, на проведение которых предприятие затрачивает немалые средства.

Основное количество отказов происходит на нефтепроводах и водоводах в результате быстрой коррозии труб и повышения интенсивности эксплуатаций месторождений, приводящих к отказам технологического оборудования, порывам нефтепровода, нефтесборных коллекторов, водоводов и выкидных линий скважин. Согласно оперативным данным ОАО «Томскнефть», ВНК во время последних четырех лет во время отказов из трубопроводов вытекает около 8 т нефти и 9 т высокоминерализованной жидкости ежегодно, что в свою очередь загрязняет гектары почвенного покрова. Поэтому необходимо проводить мероприятия по защите и охране почвенных ресурсов.

Правовую основу регулирования государственной охраны земель составляют: глава 2 Земельного кодекса РФ; ФЗ «О землеустройстве» от 18.06.2001;ФЗ «Об охране окружающей среды» от 10.01.2011;ФЗ «О мелиорации земель» от 10.01.1996.

Правовые меры государственной охраны земель:

- рациональная организация земель (землеустройство, мониторинг земель, государственный земельный контроль);
- защита почв от эрозии, загрязнения и других вредных воздействий;
- восстановление нарушенных земель (рекультивация нарушенных земель и консервация деградированных земель).

Для предприятий нефтегазового комплекса при отводе земельного участка на землях лесного фонда необходимо составить проект рекультивации земель и проект освоения лесов, где землеустроитель предусматривает воздействие строительства и прочих необходимых мероприятий, производимых на отведенном земельном участке, и как восстановить земельные ресурсы, вследствие антропогенного загрязнения.

Работы по рекультивации земель лесного фонда проводятся в соответствии с требованиями:

- Федерального закона «Об охране окружающей среды» от 10.01.2002 г. №7–ФЗ (с изменениями на 14.03.2009 №32–ФЗ);
- Федерального закона от 18.06.2001 г. №78–ФЗ «О землеустройстве» (с изменениями на 23.07.2008 №160–ФЗ);
- Водного кодекса РФ №74–ФЗ от 03.06.2006 г.;
- Лесной кодекс РФ №200–ФЗ от 04.12.2006г.;
- ГОСТ 17.4.3.02–85 Охрана природы. Почвы. Требования к охране плодородного слоя почвы при производстве земляных работ;
- ГОСТ 17.5.3.04–83. Общие требования к рекультивации земель;
- ГОСТ 17.5.1.02–85. Классификация нарушенных земель для рекультивации;
- Постановления Правительства Российской Федерации от 23.02.1994 №140 «О рекультивации земель, снятии, сохранении и рациональном использовании плодородного слоя почвы»;
- Приказа Минприроды Российской Федерации и Роскомзема от 22.12.1995 г. №525/67 «Об утверждении основных положений о рекультивации земель, снятии, сохранении и рациональном использовании плодородного слоя почвы»;
- Приказа Рослесхоза от 10.06.2011 г. № 223 «Об утверждении Правил использования лесов для строительства, реконструкции, эксплуатации линейных объектов»;
- Приказа Министерства природных ресурсов РФ от 16.07.2007 №183 «Об утверждении правил лесовосстановления»;

Рекультивация – это комплекс работ, направленных на восстановление продуктивности и хозяйственной ценности земель, а также на улучшение условий окружающей среды.

Выбор направления рекультивации определяется в соответствии с требованиями ГОСТ 17.5.1.02–85 «Охрана природы. Земли. Классификация нарушенных земель для рекультивации».

Цель проводимых работ по рекультивации земель – подготовка земель к дальнейшему использованию (восстановление растительного покрова), защите земель от эрозии и заболачивания.

Работы по рекультивации выполняются Подрядной организацией.

Данной проектной документацией определяются основные требования к восстановлению земель после ликвидации объекта. Предложенные проектной документацией мероприятия, а также направление рекультивации, могут подлежать уточнению и изменению в зависимости от фактического состояния земельных участков на момент рекультивации земель.

Рекультивация нарушенных земель согласно ГОСТ 17.5.3.04–83 «Охрана природы. Земли. Общие требования к рекультивации земель» будет осуществляться в два последовательных этапа: технический и биологический.

Технический этап рекультивации на участках земель по окончании строительных работ включает работы, направленные на подготовку земель для последующего целевого использования.

Из состава работ технического этапа рекультивации на площади, необходимой для размещения проектируемых объектов, согласно ГОСТ 17.5.3.04–83 «Охрана природы. Земли. Общие требования к рекультивации земель» закладываются следующие виды работ: уборка строительного мусора, удаление всех временных сооружений; распределение оставшегося грунта равномерным слоем; засыпка или выравнивание рытвин и ям; планировка территории.

Нарушения рельефа, возникшие при передвижении строительной техники, будут ликвидированы при планировке площади после выполнения монтажных, демонтажных работ. Планировка территории предусматривается на всей краткосрочно нарушаемой площади, не занятой сооружениями, подъездными дорогами, проездами. В результате этого рельеф участков, затронутых при строительстве, будет приведен в естественное состояние.

Согласно требованиям ГОСТ 17.4.3.02–85 «Охрана природы. Почвы. Требования к охране плодородного слоя почвы при производстве земляных работ», целесообразность снятия плодородного слоя устанавливается в зависимости от уровня плодородия почвенного покрова конкретного региона, природной зоны, типов и подтипов почв и основных показателей свойств почв. Почвы территории проведения работ характеризуются низким естественным плодородием, кислой реакцией среды по всему почвенному профилю, отсутствием гумусового слоя, поэтому снятие плодородного слоя не производится.

Биологический этап рекультивации включает комплекс агротехнических и фитомелиоративных мероприятий по восстановлению плодородия нарушенных земель. Биологический этап рекультивации выполняется после завершения технического этапа и является завершающим этапом рекультивации.

Начальным этапом биологического этапа рекультивации является внесение минеральных удобрений (азотные – 30 кг/га; фосфорные – 150 кг/га; калийные – 100 кг/га).

Для посева используются семена трав местного происхождения, наиболее приспособленные к местным почвенно-климатическим условиям. Посев трав выполняется после окончания проектных работ в осенний период, в сентябре (предснежный), при невозможности – весной.

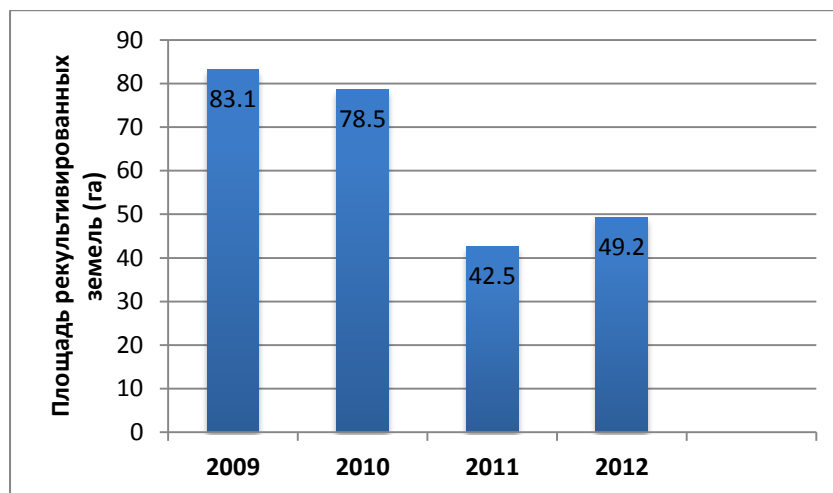


Рис. 1. Рекультивация земель ОАО «Томскнефть» ВНК

Для восстановления лесных насаждений на землях лесного фонда рекомендуется посадка саженцев хвойных пород (сосна обыкновенная) с выполнением следующих видов работ: внесение минеральных удобрений, посев трав, боронование почв, посадка саженцев хвойных пород. Норма внесения минеральных удобрений определена согласно ВСН 014–89.

На диаграмме видно резкое сокращение рекультивированных земель, что связано с улучшением состояния нефтепроводов и водоводов и безопасной транспортировкой нефти в другие регионы. Небольшой «скачок» в 2012 году объясним тем, что всё оборудование заменить сразу невозможно, и происходят аварийные ситуации. А в целом, ОАО «Томскнефть» ВНК показывает положительную динамику, так как это предприятие заботится об окружающей среде, что можно проследить из показателей затрат на природоохранные мероприятия.

ДЕГРАДАЦИЯ ЗЕМЕЛЬ, ЗАГРЯЗНЕННЫХ ОТХОДАМИ

Т.Н. Мочалова, О.А. Пасько

Научный руководитель профессор О.А. Пасько

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

На территории Томской области в 2012 году 688,96 га земли было занято под объекты размещения отходов производства и потребления, на которых накоплено 1975912 т отходов. Еще 19,3 га площади занято под скотомогильники (биотермические ямы). Площадь Томской области составляет 314,4 тыс. км² [4]. Таким образом, примерно 0,002% территории области занято под санкционированные объекты размещения отходов. Учитывая, что более 85% территории области относится к труднодоступным районам, приравненным к местностям Крайнего Севера [4], этот показатель достигает уже 0,014%

На территории области в 2012 году образовано 1255 тыс. отходов производства и потребления, 7, 8 тыс. т медицинских отходов, 6,9 тыс. т биологических отходов. Кроме санкционированных объектов размещения отходов существует проблема несанкционированных свалок. Ежегодно на территории области ликвидируется несколько сотен несанкционированных свалок, затрачиваются миллионы рублей бюджетных средств. Данные по ликвидации несанкционированных свалок приведены в табл.

Таблица

Данные по ликвидации несанкционированных свалок на территории Томской области

Годы	Общее количество свалок			Объем затраченных средств (тыс. руб.)
	Количество убранных свалок	Объем (тонн)	Площадь (га)	
2010	693	21069,7	174,9	27316,7
2012	967	18095	273,1	8706,6
2013	1275	16342,7	279,8	3536,0

Как правило, на несанкционированных свалках размещают отходы потребления, которые согласно «Федеральному классификационному каталогу отходов» относят к 4 классу опасности [3]. В соответствии с «Критериями отнесения опасных отходов к классу опасности для окружающей среды» отходы 4 класса опасности являются малоопасными, при которых экологическая система нарушена и период самовосстановления не менее 3-х лет [2]. Однако зачастую на свалках можно встретить отходы и 1 класса опасности (например, люминесцентные ртутьсодержащие лампы), которые являются чрезвычайно опасными. При их размещении экологическая система необратимо разрушается. Период восстановления отсутствует.

Медицинские и биологические отходы помимо негативного воздействия на окружающую среду несут в себе потенциальную опасность для здоровья человека, т.к. могут содержать возбудителей инфекционных заболеваний.

Поэтому проблеме загрязнения земель отходами, деградации почв, возникающей в результате несоблюдения правил обращения с отходами должно уделяться особое внимание не только на уровне собственников отходов, но и на государственном уровне.

В настоящее время с целью снижения негативного воздействия отходов на земельные ресурсы необходимо разрабатывать программу по обращению с отходами, причем программа должна включать систему обращения с бытовыми, промышленными, медицинскими и биологическими отходами. Причем, акцент должен быть сделан на вовлечение как можно большего количества образованных отходов в последующее использование, переработку и утилизацию. По данным Министерства природных ресурсов Российской Федерации в 2012 году Томская область занимала 59 место среди субъектов Российской Федерации по доле использованных и обезвреженных отходов производства и потребления от общего объема образованных (27,16%) [1].

В 2013 году в области создана Рабочая группа (с участием специалистов Департамента здравоохранения Томской области, Управления ветеринарии по Томской области, Администрации г. Томска, ОГБУ «Облкомприрода» и др.) по разработке Государственной программы по обращению с отходами на территории Томской области. Результатом работы Рабочей группы должны стать разработка Генеральной схемы очистки территории Томской области, предотвращение образования несанкционированных свалок, ликвидация существующих несанкционированных свалок, снижение негативного воздействия отходов на земельные ресурсы, введение селективного сбора отходов, увеличение доли использованных и утилизированных отходов, вовлечение честного бизнеса в процесс утилизации и переработки отходов.

Литература

1. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2012 году» [Электронный ресурс] // <http://www.ecogodosklad.ru/default.aspx>.
2. Об утверждении Критериев отнесения опасных отходов к классу опасности для окружающей природной среды: Приказ Министерства природных ресурсов Российской Федерации от 15.06.2001 № 511 [Электронный ресурс] // Справочно-правовая система «Консультант Плюс». – Режим доступа: локальный. – Дата обращения 04.04.2014.

3. Об утверждении Федерального классификационного каталога отходов: Приказ Министерства природных ресурсов Российской Федерации от 02.12.2002 № 786 [Электронный ресурс] // Справочно-правовая система «Консультант Плюс». – Режим доступа: локальный. – Дата обращения 04.04.2014.
4. Экологический мониторинг: Доклад о состоянии и охране окружающей среды Томской области/ Глав. ред. А.М. Адам, редкол.: В.А. Коняшкин, О.И. Кобзарь; Департамент природных ресурсов и охраны окружающей среды Томской области, ОГБУ «Облкомприрода». – Томск: Дельтаплан, 2013. – 172 с., ил., рис., диагр., фото.

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СТОРОНА СНЕГОТВАЛОВ. АНАЛИЗ И МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ

А.В. Одинцова

Научный руководитель профессор О.А. Пасько

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г.Томск, Россия

Значительную часть территорий России объединяют природно-климатические условия с выпадением большого количества осадков в зимний период. Это вызывает необходимость уборки снега, его дальнейшего размещения и утилизации. В крупных городах Сибири зимняя уборка магистралей сопоставима с ликвидацией последствий стихийного бедствия. В весенний период таяние снега ведет к подтоплению земельных участков. Во избежание накопления снега в Томске реализуется метод складирования на специально отведенных площадках — снегоотвалах. Но их мощности не хватает и переполненность снегоотвалов приводит к образованию несанкционированных свалок, угрожающих загрязнением и подтоплением участков, где они находятся. Накопление в снегу токсичных веществ за длительный период нахождения в городе вызывает химическое загрязнение ее территории снегоотвалов и необходимость проведения рекультивации. Несмотря на очевидную актуальность проблемы, ее научной разработкой в России практически никто не занимался. В интернете при поиске информации по снегоотвалам выдается лишь описание технических устройств для очистки заснеженных территорий.

Целью данной работы было определить основные проблемы землеустройства территорий под снегоотвалами на примере города Томска.

Для ее достижения были решены следующие задачи:

1. Собрать информацию о месте размещения, числе снегоотвалов и площади земельных участков, которую они занимают;
2. Сравнить показатели загрязнения снежного покрова и почвы под ним опасными веществами;
3. Предложить пути решения проблем.

Место размещения указанных площадок, в установленном порядке, согласовывается с территориальным органом федерального органа исполнительной власти, осуществляющего функции по контролю и надзору в сфере обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения по Томской области. Оно также определяется и организуется с учетом конкретных местных условий и должно максимально исключать возможность отрицательного воздействия на окружающую среду [1]. Насколько эти «положения» работают в Томске?

В осенне-зимний период 2013-2014 действовали восемь снегоотвалов. Снег из северной части города вывозили на полигоны, расположенные по адресам: ул.2-я Лесная, 2б, Торговая, 2б, Мостовая, 40а, ул. Мелиоративная и пересечение ул. Ивановского и ул.Высоцкого. Снег, собранный на юге Томска, вывозили на снегоотвалы в Хромовке, а также на резервный склад за рекой на Московском тракте, 117а, 121, 123. Их общая площадь составила около 20 гектаров [3].

Согласно градостроительным документам, участок по адресу Московский тракт, 121, где и находится Сенная Курья, располагается в зоне лесопарков, городских лесов и отдыха. Предназначение этой зоны — организация отдыха и досуга населения. А именно на таких участках нужно сохранять природный ландшафт и экологически чистую окружающую среду. Возможность складирования снега в таких зонах законом запрещена. Кроме того, территория Сенной Курьи имеет гидравлическую связь с основными водоприемниками (озером Сенная Курья и рекой Томь). Таяние снега на снежном полигоне может приводить к загрязнению этих водных объектов неочищенными тальми водами. Несмотря на это, муниципальные службы организовали на экологически защищенную землю вывоз остротоксичного снега с автомобильных городских Анализ проб, взятых на снегоотвале, до прошлого года действующем на ул. Вицмана, выявил существенные различия по сравнению с фоновыми данными (рис.).

N – коэффициент превышения показателей проб снежного покрова на снегоотвале (II) в сравнении с фоновыми (I) – 300 м от участка. Рис.1 (А): 1 – медь, 2 – фенолы летучие, 3 – кадмий, 4 – нитрит-ион, 5 – ХПК, 6 – сухой остаток, 7– железо, 8 – взвешенные вещества, 9 – хлорид-ион, 10 – нефтепродукты; Рис. (Б): 1 –никель, 2 – свинец, 3 – цинк, 4 – нефтепродукты, 5 – медь.

Максимальные различия (в 140 – 400 раз) отмечены для железа, взвешенных веществ, хлорид-иона и нефтепродуктов, минимальные (в 10 – 20 раз) для меди, летучих фенолов и кадмия и такие вещества, как нитрит-ион, ХПК и сухой остаток заняли промежуточное положение (рис., А). Значительное увеличение ПДК, а также обширный диапазон колебаний вредных веществ, объясняется использованием противогололедных реагентов, а также выбросами транспорта и промышленных производств. При этом, если они содержатся в снеге, значит есть в томском воздухе. Токсичные вещества диффундировали в почву, вызывая её загрязнение (рис., Б). Максимум накопления происходил по таким веществам как медь и нефтепродукты. Все вещества, перечисленные выше, токсичны и некоторые являются канцерогенами (вызывают онкологические заболевания). Экологи добились

того, чтобы остановить эксплуатацию территории на ул. Вицмана, но данный участок нуждается не просто в консервации, но и в рекультивации дорог.

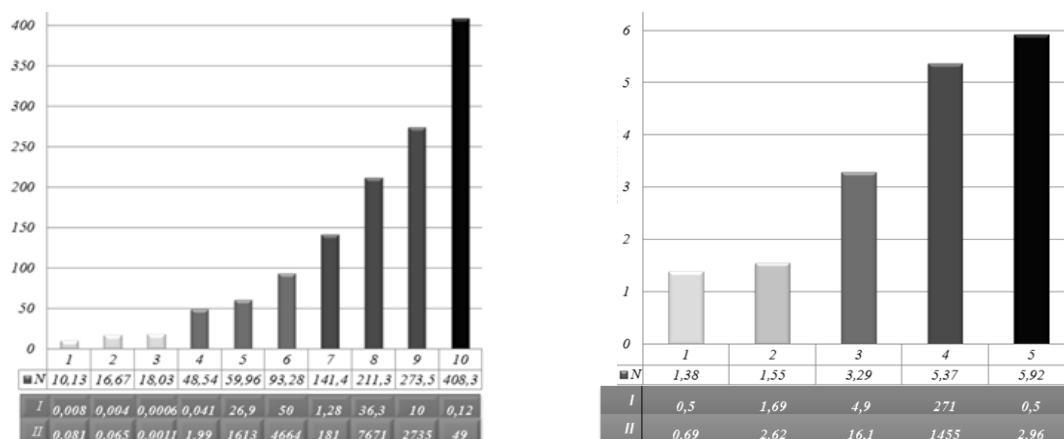


Рис. Степень загрязнения снежного покрова (А) и почвы (Б) на снегоотвале

Исходя из полученных данных, можно сделать вывод, что снежные отвалы содержат противогололедные реагенты, являются накопителем токсичных веществ и нефтепродуктов за счет выхлопных газов и утечек бензина из автомобильного транспорта, т.е. представляет угрозу загрязнения поверхностных и подземных водных объектов, земельных ресурсов в период их таяния. За счет этого близлежащие почвы подвержены заболачиванию, засолению, окислению, а из-за оставшегося мусора территория превращается в свалку, покрывается грибок и плесенью, а соседние участки встречают таких гостей, как крысы, мышей и тараканов.

Анализ опыта в зарубежных странах (Канада, США) и европейской части России (Московская и Ленинградская области) показал, что более 30 лет для решения данной проблемы применяются как стационарные, так и передвижные снегоплавильные станции. Этот способ является более экономичным и экологичным, а также минимизирует загрязнение водных объектов в черте города и обеспечивает возможность сезонного размещения без получения землеотводов, сложных согласований и постоянного подключения к инженерным сетям, сохранение дорогих городских земель для пользования, и максимально возможное сокращение или даже исключение этапом вывоза снега. Реальная суточная производительность передвижных и самоходных станций может составлять 600 – 800 м³, а максимальная расчетная – до 1400 м³/сут. Крупный мусор и взвесь, содержащиеся в снеге, собирают в установленные на дне камеры таяния поддоны. Талая вода поступает на очистные сооружения ливнеоттока [2].

В заключении можно сделать вывод, что современный подход к утилизации снега действительно поможет улучшить обстановку в нашем городе. Снегоплавильные установки конечно, как и законодательная база в этой области, нуждаются в доработках, но уже доказан тот факт, что автономность, эффективность и экологический аспект, полностью компенсируют затраты на топливо и конечно не сравнятся с глобальными потерями земель, где в настоящее время всё ещё существуют снегоотвалы.

Автор выражает благодарность за предоставленные протоколы анализа почвы и снежного покрова, а также за ценные консультации Департаменту природных ресурсов и охраны окружающей среды Томской области в лице Ушаковой Натальи Сергеевны, государственного инспектора Томской области по охране природы.

Литература

1. Постановление администрации Города Томска от 26.10.2001 № 136-ФЗ (ред. от 28.12.2013) [Электронный ресурс] // Справочно-правовая система «Консультант Плюс». – Режим доступа: локальный.
2. Лагунов, А.Я. Снеготаялки: московский опыт эксплуатации [Текст] / А.Я. Лагунов // Строительные и дорожные машины. 2010. № 1. С. 1-7.
3. Ушаков Н.С. Экологические проблемы урбанизированных и промышленных территорий [Текст] / Н.С. Ушаков // 2013.

ТАКСАЦИОННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ НАСАЖДЕНИЙ – ОСНОВА ДЛЯ КАДАСТРОВОЙ ОЦЕНКИ ЛЕСНЫХ ЗЕМЕЛЬ

А.Ю. Романчиков¹, В.Ф. Ковязин¹, В.В. Беляев¹, О.А. Пасько²

¹Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», г. Санкт-Петербург, Россия
²Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Таксационные показатели насаждений обновляются раз в 10 лет, их получают с применением современных приборов и инструментов [1]. Для покрытых лесом территорий таксационные показатели насаждений могут быть основой для расчета кадастровой стоимости лесных земель. Таксационная информация о насаждениях представляется в неудобной для статистической обработки виде, поэтому на подготовительном этапе она нами структурирована в электронном виде. В таблице 1 приведен пример электронного вида лесоустроительной документации. Для исследования взята выборка по 100 выделам Курортного лесопарка Санкт-Петербурга [4].

Таблица 1

Таксационные показатели древостоя на выделе №1, оформленные в электронном виде

№ выд	Состав пород, возраст	Ярус	Высота, м	Диаметр, м	Класс возраста	Класс товарности	Класс бонитета	Полнота		Запас, м ³		Запас на выделе, м ³	
								Тип леса	ТЛУ	на 1 га	Общая	сухо- стоя	Захл- амл.
								Год учета					
1	6Е - 65	1	20	24	4	1	2	0,7	232	27	2	2	
0,2	1С - 65	--	19	24	--	1	-	КС	--	5	---	---	
2013	3Б - 50	19	18	18	2	2	-	С2	46	14	-	1	

В качестве факторов использовались следующие таксационные показатели:

- номер выдела – это порядковый номер лесного участка в квартале, его удобно использовать для нумерации объектов;
- площадь участка (га) – важная информация, однако при сравнении объектов между собой требуются относительные показатели, которым площадь не является. К тому же величина площади целевого участка учтена в показателе «Общий запас древесины»;
- год учета – позволяет определить актуальность указанной информации, однако все выделы учтены в один сезон, поэтому надобности в использовании величины нет. В случае, если таксационные показатели определялись в разные годы существует возможность вводить поправку на возраст;
- состав древесных пород и их возраст – в данной колонке в виде NX указывается состав пород, где N – относительная доля породы в составе древостоя в десятках процентов, X – сокращенное название породы. Через дефис указывается средний возраст данной породы на выделе;
- запас древесины – важнейший показатель, позволяющий оценивать экономическую привлекательность того или иного выдела, в колонке указаны также величины, зависящие от данного показателя;
- высота (м), диаметр (см) – показатели, характеризующие средние форму и размеры стволов деревьев на выделе;
- класс возраста, класс товарности, класс бонитета - оценочные величины, присваивающиеся на основании значения других факторов и статистически не вносящие никакого вклада в оценку;
- запас на выделе сухостоя и захлащенный (м³) – запас неликвидной древесины. Как правило, он мал и не вносит значительного вклада в оценку [2].

Для перехода к единой системе измерений и правильного учета расстояний между факторами было проведено нормирование полученных значений как деление каждого из значения факторов на максимальное значение в выборке. Максимальный запас сырой древесины, принятый за единицу, был выявлен на 34 участке и составил 268 м³/га.

Таким образом, набор факторов по каждому выделу будет выглядеть в виде, представленном в таблице 2.

Показатель, показывающий долю хвойных деревьев в составе древостоя, по сути своей вносит вклад в стоимость кубометра древесины, соответственно учитывать его можно только после проведения всех базовых вычислений. Согласно данным Росстата за 2013 год кубометр хвойного кругляка стоит в 1,14 раз дороже, чем кубометр лиственного, причем подобное соотношение является не случайным, а закономерно прослеживается с 1998 года. Тогда коэффициент, увеличивающий стоимость древесины для полностью лиственного древостоя составит 1, а для полностью хвойного 1,14. Для выделов, находящихся в промежуточном состоянии формула будет иметь вид

$$k = 1 + f \cdot 1,14,$$

где:

k – коэффициент увеличения стоимости древостоя;

f – доля содержания хвойных пород в составе древостоя.

Таким образом, после исключения доли хвойных деревьев, у нас остаются два таксационных показателя, влияющих на кадастровую стоимость – количество лет до рубки и запас древесины. После дальнейших преобразований нами получены относительные значения стоимости (табл. 3), являющиеся долями стоимости идеального участка, значение которого принимается за единицу (в нашем случае это выдел № 34).

Таблица 2
Факторы, влияющие на результаты кадастровой оценки земель лесного фонда с насаждениями различных пород (фрагмент)

№ выдела	Состав насаждений, доли единицы					Возраст, лет					Диаметр, см					Высота яруса, м	Запас древесины, м ³
	Б	Ол	Е	С	Ос	Б	Ол	Е	С	Ос	Б	Ол	Е	С	Ос		
1	0,5	0,5	0	0	0	55	55	-	-	-	18	20	-	-	-	17	124
2	0,5	0,5	0	0	0	65	65	-	-	-	20	22	-	-	-	18	136
3	0	1	0	0	0	-	70	-	-	-	-	24	-	-	-	18	136
4	0,3	0,7	0	0	0	55	35	-	-	-	16	18	-	-	-	16	93
5	0,1	0	0	0,9	0	45	-	-	65	-	14	-	-	22	-	18	181
6	0	0	0	1	0	-	-	-	65	-	-	-	-	18	-	15	123
7	0,2	0	0	0,7	0,1	25	-	-	30	25	8	-	-	14	-	9	82
8	0,1	0	0,1	0,8	0	40	-	50	60	-	16	-	18	18	-	17	197
9	0,7	0,2	0,1	0	0	65	65	70	-	-	20	22	22	-	-	18	136
10	0,2	0	0,6	0,2	0	65	-	80	75	-	20	-	24	22	-	19	232
11	0,8	0	0,1	0,1	0	50	-	55	60	-	18	-	20	18	-	17	144
12	0,7	0	0,2	0	0,1	60	-	60	-	55	20	-	22	-	22	18	158
13	0,1	0	0,6	0,3	0	50	-	60	60	-	16	-	20	20	-	19	232
14	0,2	0	0,2	0,6	0	50	-	60	70	-	16	-	20	20	-	18	211
15	0,1	0	0	0,9	0	40	-	-	65	-	14	-	-	18	-	16	153

Таблица 3

Нормирование коэффициента относительной стоимости

№ выдела	Коэффициент относительной стоимости	Нормированный коэффициент относительной стоимости
1	0.689354	0.577137
2	0.686628	0.574855
3	0.726742	0.608439
4	0.649571	0.543831
5	1.020828	0.854651
6	0.912164	0.763677
7	0.784878	0.574855
8	1.060969	0.657111
9	0.701685	0.888259
10	1.032341	0.587461
11	0.765812	0.864291
12	0.783673	0.641149
13	1.116127	0.656103
14	1.035925	0.934438
15	0.971402	0.813272

Таким образом, метод, представленный в работе характеризует степень изменения стоимости участков, покрытых лесными насаждениями в той же мере, что и методика 2002 года, однако, в отличии от нее, метод главных компонент не оперирует значением коэффициента капитализации, а опирается исключительно на таксационные показатели насаждений, которые имеются в лесничестве для каждого участка (выдела).

Литература

1. Ковязин В.Ф., Мартынов А.Н., Мельников Е.С. и др. Основы лесного хозяйства и таксации леса: Учебное пособие /Под науч. ред. В.Ф.Ковязина. 3 изд., испр. и доп. – СПб.: Издательство «Лань», 2012. – 432 с.
2. Минаев В.Н., Леонтьев Л.Л., Ковязин В.Ф. Таксация леса: Учебное пособие /Под науч. ред. В.Ф. Ковязина. – СПб.: Издательство «Лань», 2010. – 240 с.

3. Об утверждении методики государственной кадастровой оценки земель лесного фонда Российской Федерации: приказ Росземкадастра от 17.10.2002 г. № П/336 // Справочно-правовая система «Консультант Плюс»: [Электронный ресурс] / Компания «Консультант Плюс».
4. Таксационные описания насаждений Песочинского лесничества Курортного лесопарка. – СПб.: Леспроект, 2013. – 586 с.

ТРАНСФОРМАЦИЯ СЕЛЬСКОГО РАССЕЛЕНИЯ НА УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ

Е.С. Рычкова

Научный руководитель профессор А.Л. Желясков

Пермская государственная сельскохозяйственная академия, г. Пермь, Россия

Вопросы рационального использования земельных ресурсов – основные вопросы, решаемые землеустроительной наукой. По-прежнему актуальными остаются вопросы использования и перспектив развития сельских территорий. Трансформация сельского расселения, миграционный отток жителей села в город, неопределенность политики государства в области сельского хозяйства и пр. создает неопределенность и в использовании земель населенных пунктов. С одной стороны наблюдается усиленный отток жителей из периферийных населенных пунктов, с другой ажиотажный спрос на землю в пригороде. Представляется, что происходит усиление влияния крупных городов на близлежащие пригородные территории. Выявить процессы урбанизации, оценить последствия, предвидеть масштабность этого явления – задача, которую еще предстоит решить в большинстве городов России.

В современной истории города играют важную роль в качестве центров управления, производства, торговли, знаний, новшеств и более высокой производительности труда. Без городов трудно представить себе изменения, произошедшие в результате промышленной революции.

Города плюс дорожная сеть — это каркас, формирующий территорию, придающий ей определенную конфигурацию. В России городом считается населенный пункт с числом жителей свыше 12 тыс. человек и с долей занятых вне сельскохозяйственного производства не менее 85 % трудоспособного населения.

Урбанизацией называется рост городов, повышение удельного веса городского населения в стране, регионе, мире, возникновение и развитие всё более сложных сетей и систем городов. Следовательно, урбанизация представляет собой исторический процесс повышения роли городов в жизни общества, постепенное преобразование его в преимущественно городское по характеру труда, образу жизни и культуры населения, особенностям размещения производства.

Выделяют ряд признаков урбанизации: увеличиваются — доля городского населения; плотность и степень равномерности размещения сети городов на территории всей страны; число и равномерность размещения крупных городов; доступность крупных городов для всего населения, а также многообразие отраслей народного хозяйства. [1]

Процесс урбанизации сопровождают как позитивные, так и негативные последствия. Среди позитивных последствий можно отметить следующие: становление и распространение новых, более развитых форм образа жизни и социальной организации; большой выбор форм деятельности, более интеллектуальных и содержательных; лучшее культурное и бытовое обслуживание, а также проведение свободного времени, а среди негативных — ухудшение экологической обстановки; снижение естественного прироста населения; повышение уровня заболеваемости; отчуждение масс городского населения от традиционной культуры, свойственной селу и небольшим городкам.

Для России процесс урбанизации имеет особое значение, в виду сурового климата, неблагоприятных природно-климатических условий и необходимости в этих обстоятельствах обеспечения высокой социально-экономической активности при необходимом уровне жизненного комфорта и качества жизни населения. Строительство современных городов и поддержание сложнейшего городского хозяйства сопряжено в России с большими материальными и трудовыми затратами. Все это делает производство в нашей стране менее рентабельным, чем в странах с теплым климатом.

На сегодняшний день, доля городского населения в России составляет 76%, а наиболее урбанизированными государствами (кроме таких государств-городов, как, например, Гонконг, Сингапур, Монако, где этот показатель достигает 100%) являются Кувейт (98,3% населения проживает в городах), Бахрейн (96,2%), Катар (95,3%) и Мальта (95%). К наименее урбанизированным странам можно отнести страны Африки и Азии, особенно Бурунди (9,7%), Бутан (10,8%), Тринидад и Тобаго(11,9%) и Уганда (12,5% городского населения). [3]

Рассмотрим процесс урбанизации в Пермском крае. Пермский край один из развитых субъектов Российской Федерации. В пермском крае расположены крупные промышленные предприятия. Численность населения края имеет положительную динамику. В нем преобладает городское население, которое оказывает влияние на долю городского населения всей страны.

Таблица 1

Доля городского населения в Пермском крае

Пермский край	1950	1960	1970	1980	1990	2000	2010
в %	30,9	38,6	42,9	56,7	62,3	66,1	75,3
в тыс. чел.	925,24	1155,25	1297,06	1707,54	1886,4	1902,95	1984,4

Проанализировав табл. 1, можно сделать вывод, что доля городского населения в крае увеличивается как в процентном, так и в количественном выражении. Это отражает, что край и страна находятся на пути индустриализации, то есть общество экономически развивается. Однако не стоит забывать о том, что не только города оказывают существенное развитие на край, но и большое значение имеют сельские населенные пункты, так как основная доля продуктов питания поступает к нам с сельскохозяйственных территорий. [6]

Сельское расселение - распределение жителей по населенным пунктам, находящимся в сельской местности. При этом сельской местностью считается вся территория, расположенная за пределами городских поселений. В начале XXI в. в Российской Федерации насчитывается примерно 150 тыс. сельских населенных пунктов, в которых проживает 48 млн. человек.

В отличие от городских поселений некоторые сельские населенные пункты являются обитаемыми только временно (в том числе сезонно).

Но главное отличие сельских поселений от городских - занятие их жителей преимущественно сельским хозяйством. В действительности в современной России сельским хозяйством занимается лишь 55% сельского населения, остальные 45% работают в промышленности, транспорте, непромышленной сфере и других «городских» отраслях экономики. Часто это жители сельских поселений, расположенных вблизи городов (особенно в пределах городских агломераций), работающие в городских поселениях. Но во многих случаях несельскохозяйственные предприятия (в основном это учреждения сферы обслуживания) расположены непосредственно в сельских поселениях, особенно в наиболее крупных.

При этом доля занятых в сфере обслуживания в сельской местности России значительно меньше, чем в городских поселениях. Учреждения обслуживания в городах работают, как правило, не только для собственного населения, но и для жителей окружающей сельской местности, в чем и проявляются центральные функции городских поселений. Кроме того, сфера обслуживания на селе имеет в России значительно меньший уровень развития, чем в городах. Незрелость сферы обслуживания является одной из главных причин, «выталкивающих» сельских жителей в городские поселения.

Почти половина (48%) всех сельских поселений страны являются мельчайшими, но проживает в них лишь 3% сельского населения. Доля мельчайших поселений в общей численности сельского населения постепенно уменьшается. В 1959 г. она составляла около 6%. Современные мельчайшие поселения в прошлом, как правило, являлись довольно большими деревнями, но потеряли большую часть своего населения в результате миграции. Уезжала в основном молодежь, и сегодня в таких деревнях остались проживать пенсионеры, часто всего лишь по 5-10 человек. Большинство домов заброшено жителями. Люди более молодых возрастов (дети и внуки современных жителей) появляются в них лишь на летние месяцы, помогая своим родственникам в работах на приусадебных участках и используя окрестности для отдыха. В ближайшие десятилетия большая часть мельчайших деревень, скорее всего, исчезнет или превратится в летние обитаемые дачные поселения. Это связано с существующими проблемами сельских поселений. [3]

Рассмотрим несколько основных проблем сельского населения. Низкая социальная активность есть другое наименование социальной депрессивности. Главе села не на кого опереться, и сам он находится в сложном правовом поле, один на один с тощим и нищим бюджетом, без сельского актива, без людей, «которым больше всех надо», без поддержки бизнеса, которого почти нет. В депрессивной среде устанавливается тонус, чаще всего несовместимый с деловой предпринимательской активностью. Будь люди более активными, они не дали бы захиреть своим клубам и библиотекам, помогали бы школам, строили детские и спортивные площадки, в партнерстве с местной властью и предпринимателями. Пока же они возлагают эту обязанность на своего главу, который чаще всего, и работать с населением нигде не учился. Он обычно не в состоянии не только работать с населением, но и создавать благоприятную среду для развития местного производящего бизнеса.

Ничтожность предпринимательского сектора – причина нищего сельского бюджета, а через нищий бюджет – причина приходящих в запустение сельских учреждений культуры, да и вообще бедности населения.

Активное население – это настоящие и потенциальные предприниматели, интеллигенция, без которых село начинает медленно умирать, потому что некому наладить нормальную работу в школе и клубе, некому быть опорой главе и населению, предоставляя рабочие места. Расцветает наркомания, повышается криминальный фон и выталкивает последних активных людей.

Особое внимание нужно обращать на факторы, которые играют ключевую роль: низкая социальная активность; низкая предпринимательская активность; слабый сельский менеджмент.

Анализируя проблемы сельских поселений, доходы и расходы местных бюджетов, можно сделать вывод, что института местного самоуправления на уровне села фактически до сих пор нет. Сельским местным самоуправлением фактически управляют губернаторы, и так может быть еще долго. В силу слабого социально-экономического развития, в силу того, что там просто мало граждан, которые хотели бы и могли бы управлять сами.

Недостаток собственных доходов привел к тому, что сельские администрации стали отказываться от полномочий, делегируя их на уровень муниципального района. [4]

По моему мнению, решить социально-экономические проблемы сельских населенных пунктов можно с помощью развития сельских территорий, усиления системы власти, создания более благоприятных условий для развития предпринимательства. В не урбанизированных зонах государство в большей степени должно взять на себя ответственность за строительство и работу крупных инфраструктурных объектов, соблюдения базовых стандартов оказания услуг и финансового обеспечения. По-другому реализовать экономические интересы сельских поселений не представляется возможным.

Система расселения отражает уровень развития общества, особенности его функционирования и меняется вслед за изменением социально-экономической ситуации.

Система расселения — это совокупность населенных мест, расположенных на определенной территории и связанных общей организацией управления, обслуживания, транспорта и т. д.

Различают два вида сельского расселения: рассеянное и групповое. К рассеянному виду расселения относятся такие формы как хутор, ферма, а к групповому расселению – село, деревня.

На систему сельского расселения оказывают влияние природные, экономические и социальные факторы; в свою очередь, она оказывает на них обратное воздействие.

К числу природных факторов относятся, прежде всего, климат, плодородие земель, рельеф местности, гидрографию, растительность.

Среди экономических факторов следует отметить, прежде всего, уровень интенсивности сельскохозяйственного производства, близость рынков сбыта сельскохозяйственной продукции (городов, курортов, промышленных и транспортных узлов), развитие сети межхозяйственных и внутрихозяйственных дорог и других объектов инфраструктуры.

Социальные факторы включают тип земельных отношений, формы собственности на землю и другие средства производства, уровень социального обеспечения и культурно-бытового обслуживания населения. В формировании городского образа жизни и полноценного горожанина велика роль мобильности населения. Она проявляется в изменении положения индивидов и групп в географическом пространстве, и в социальных структурах. В теории социальной мобильности выделяют вертикальную мобильность – переход вверх (или вниз) по ступеням иерархии (к более сложным, квалифицированным видам труда) и горизонтальную мобильность, связанную с изменением положения в пределах одного пункта вертикальной шкалы (например, перемещение в географическом пространстве). Мобильность является важнейшим фактором усиления контактов городского и сельского населения, распространение образа жизни больших городов на сельскую местность, расширяя, таким образом, сферу влияния урбанизации.

Складывающиеся новые формы сельского расселения, изменения в характере и размещении производительных сил являются объектом пристального внимания ряда исследователей.

Помимо сельского расселения существует еще одна категория поселений, которая называется пригородная зона.

Под пригородной зоной принято понимать территорию, прилегающую к городу. Современный город, особенно крупный, оказывает многостороннее влияние на пригородную зону. Например, быстрый рост вызывает миграцию населения из окружающих поселений, что может лишить предприятия, расположенные в них, трудовых ресурсов.

Без пригородной зоны город не может эффективно функционировать и развиваться. В то же время функционирование и развитие пригородной зоны невозможно без города. [2]

Процесс урбанизации обострил проблемы городов. Возник особый образ жизни, характерными чертами которого являются скученность, автомобилизация, проблемы транспорта, экологии и т.п. Центры многих городов оказались неблагоприятны для проживания, и богатые люди начали селиться в пригородах. Постепенно последние превратились в неотъемлемый элемент пространственной структуры города. Предназначение пригорода состоит в концентрации пространственного, трудового и продовольственного ресурса для развития города. С формированием пригородной зоны связаны маятниковые миграции, сопровождающие привлечение трудовых ресурсов на предприятия города. В них сосредоточена значительная часть площадей сельскохозяйственного назначения, а также участки промышленных и санитарно-защитных зон. По объему пригородной зоны судят о перспективах градостроительства и размерах популяционной емкости самого города.

Важное предназначение пригородной зоны состоит также в обеспечении экологического равновесия на территории, где размещается городское поселение, сохранении рекреационных зон и снижении антропогенной нагрузки на ландшафты.

Если центр города снова растет либо его население сокращается медленнее, чем население пригорода, говорят о стадии реурбанизации. Через эти стадии прошло развитие значительного числа городов, что связано с тенденциями ветшания жилищного фонда в центральных районах крупных городов, развитием автомобильного сообщения, снизившего значение фактора транспортной доступности. К примеру, в 20-х годах прошлого века в США пригороды по темпам прироста населения начали существенно опережать крупные города, что объяснялось двумя причинами: развитием автомобильного транспорта и страхованием кредитов для частного строительства, которое приходилось на более дешевые пригородные земли. Среди жителей центральных районов стали преобладать люди со сравнительно низким достатком и невысоким социальным статусом, тогда как богатые высокостатусные группы предпочитают жить в пригородах.

В России процесс урбанизации породил устойчивую тенденцию перетока сельского населения в города, пик которой пришелся на 60 - 80-е годы прошлого века. Однако тогда обозначилось стремление многих горожан приобрести дачные участки за городом.

Характерными особенностями пригородных зон многих российских городов является размещение не только сельских поселений, дачных участков и зон массового отдыха, но и рабочих поселков. Особенностью такого поселка является, как правило, наличие промышленного предприятия, в результате строительства которого сельскохозяйственные виды деятельности оказались вытеснены несельскохозяйственными. В пригородных поселках построены многоэтажные жилые дома, сформировалась самостоятельная инженерная и социальная инфраструктура.

В ходе реформы территориальной организации местного самоуправления многие пригородные поселки были включены в черту городов и вошли в состав соответствующего городского округа в качестве его микрорайонов. Недостатком такого подхода является то, что их жители оказались удаленными от органов местного самоуправления. Другие поселки, находящиеся в пригородной зоне, стали муниципальными образованиями и позиционировались как городские поселения в составе муниципального района, окружающего город. [5]

Пермский край относительно успешный индустриальный регион, несмотря на невысокий уровень урбанизации (66% против 75% в среднем по стране). Сегодня население Пермского края преимущественно городское население. Плотность населения на в крае составляет 16,9 человека на 1 км². При этом, 56% населения живет в семи крупнейших городах с численностью жителей больше 50 тыс. человек.

В настоящее время нет изолированных автономных населенных пунктов. Все населенные пункты независимо от их значимости, людности и размещения, связаны между собой. Наиболее тесными являются производственные связи. Так, население ряда сел сообща работает на одном сельскохозяйственном предприятии. Примерами могут служить размещение поселков шахтеров, нефтяников, участие населения пригородов в работе предприятий, городов и др. Населенные пункты часто связаны единым управлением, осуществляемым из центра области, района, центра сельской администрации, сельскохозяйственной организации. Весьма тесные связи устанавливаются между селениями в силу форм обслуживания – медицинского, торгового, школьного и др. Большинство поселков связано между собой различными видами транспорта. [6]

Исходя из того, что доля урбанизированных территорий растет, можно сделать вывод, сельские населенные пункты исчезают. Для того, чтобы это исследовать, проведем анализ Пермского района Пермского края.

Объектом исследования являются все населенные пункты, находящиеся в границах районов.

Проанализировав, можно сделать вывод, что в Пермском районе наибольший удельный вес занимают рекреационные и дачные поселки (46,4%), наименьший удельный вес занимают транспортные и промышленные населенные пункты (8,3%). Это объясняется близостью административного центра (г.Пермь). Большинство жителей г.Перми имеют дачные участки и загородные дома на близлежащей территории, т.е. в Пермском районе. Поскольку район граничит с высокоразвитым промышленным центром, в котором находятся основные градообразующие предприятия, это объясняет отсутствие большого количества промышленности в районе.

Плотность населения выше там, где близко расположены дорожные сети, а также влияет непосредственная близость водных объектов и административного центра.

Также следует отметить, что сокращение численности сельского населения наблюдается в 75 регионах Российской Федерации. Что касается Пермского края, то наблюдается как рост естественной убыли сельского населения, так и миграционными потерями. Миграционный прирост сельского населения, начавшийся в начале 90-х годов, к 2004 г. сменился оттоком. При этом интенсивность миграции молодежи из села в возрасте до 30 лет почти в 2 раза выше среднего уровня. [6]

В 2012 году Пермь вновь вернула себе звание города – миллионера. Этому способствовал скоростной процесс урбанизации в Пермском районе. Все примыкающие сельские населенные пункты к Перми в большинстве стали дачными и брошенными поселками, не получая должного финансирования и поддержки государства.

Также особое внимание стоит обратить внимание на «вымывание активного населения» из деревни. Это связано с тем, что деревня не развивается, нет перспектив для молодежи. Молодые люди уезжают, предприятия закрываются, население стареет, в результате чего сельский населенный пункт превращается в коттеджный, а далее может быть и в дачный поселок, теряя тем самым способность обеспечивать район продовольствием. [4]

Современная урбанизация привела к углублению социально-территориальных различий. Своего рода платой за концентрацию и экономическую эффективность производства, в условиях урбанизации стали постоянно воспроизводимая в наиболее развитых странах территориально-социальная поляризация между отсталыми и передовыми районами, между центральными районами городов и пригородами.

Этот процесс мы можем наблюдать и в Пермском районе. Наибольшее количество населенных пунктов занимают дачные и коттеджные поселки. Таким образом, можно сказать, что Пермь является одним из крупных, промышленных центров России, и это накладывает отпечаток на расселение близлежащих территорий.

Однако большим преимуществом урбанизации является повышение производительности труда, которое позволяет решать многие социальные проблемы общества. Например, в городской среде медицинское обслуживание находится на высоком уровне по сравнению с сельскими населенными пунктами. Также города являются центрами культуры и искусства.

Литература

1. Варламов А.А. Земельный кадастр в бтомах, том III Теоретические основы государственного земельного кадастра – М.: КолосС, 2003г.
2. Желясков А.Л., Шестакова О.А. Актуальные задачи совершенствования системы сельского расселения.
3. Города России: энциклопедия. – М., 1994.
4. Ядов В.А. Теоретическая социология в России: проблемы и решения // Общество и экономика. 2006г.
5. Скопин А.Ю. Введение в экономическую географию: Учебник для ВУЗов. – М, 2004 г.
6. Сведения Пермского района –[http:// www.permaion.ru/](http://www.permaion.ru/)

ПРОБЛЕМЫ ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВА СНЕГООТВАЛОВ**Н.С. Ушакова¹**Научный руководитель профессор О.А. Пасько²¹*Департамент природных ресурсов и охраны окружающей среды Томской области, г. Томск, Россия*²*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Проблемы охраны окружающей среды, рационального использования и воспроизводства природных ресурсов постоянно находятся в центре внимания правительств и общественности всех стран мира. В перспективе, по мере дальнейшего развития человеческого общества, актуальность этих проблем будет непрерывно возрастать и постепенно приобретать глобальный характер.

Результаты мониторинга состояния природной среды на территории Российской Федерации свидетельствуют о том, что благоприятный прогноз улучшения ее состояния при ожидающемся росте производства и активизации всей хозяйственной деятельности в стране возможен лишь при условии совершенствования и неукоснительного соблюдения природоохранного законодательства, модернизации и внедрения во все сферы производственной деятельности современных технологий очистки и жесткого контроля природоохранной деятельности со стороны соответствующих государственных органов.

Проблема снегоудаления является важнейшей проблемой всех северных городов, Томск – не исключение. В нем реализуется складирование снега на специально отведенных площадках – снежных полигонах.

В соответствии со статьей 14 Федерального закона «Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации» утверждение правил благоустройства территории поселения относится к вопросам местного значения поселения (Администрация г. Томска) [9].

Согласно утвержденным постановлением администрации г. Томска «Правилам благоустройства территории муниципального образования "Город Томск"» вывоз снега и льда с автомобильных дорог общего пользования местного значения, территорий общего пользования городского округа, внутриквартальных проездов и иных объектов благоустройства муниципального образования "Город Томск" осуществляется на специально подготовленные площадки. Место размещения указанных площадок в установленном порядке согласовывается с территориальным органом федерального органа исполнительной власти, осуществляющего функции по контролю и надзору в сфере обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения, по Томской области, а также определяется и организуется с учетом конкретных местных условий, исключая при этом возможность негативного воздействия на окружающую среду [4].

Места расположения специализированных площадок определяются до 1 сентября уполномоченным органом администрации Города Томска, осуществляющим управленческие функции в области городского хозяйства, по согласованию с администрациями районов Города Томска и уполномоченным органом администрации, осуществляющим управленческие функции в области охраны окружающей среды, и утверждаются муниципальным правовым актом администрации Города Томска.

Общая площадь отведенных для организации снежных отвалов земель на осенне-зимний период 2013-2014 гг. составляет 19,31 Га [5, 6].

Данные специализированные площадки оборудуются подъездными путями, освещением, бытовыми помещениями и ограждением. После снеготаяния они должны быть очищены от мусора и благоустроены организациями их эксплуатирующими либо привлеченными в установленном порядке.

Иные требования к обустройству таких площадок действующим законодательством не определены.

Площадки снегоотвалов не имеют никаких защитных сооружений для минимизации негативного воздействия на почво-грунты и подземные воды.

Анализ химического состава снежного покрова на снегоотвалах города Томска показал, что концентрации таких веществ, как сульфат-ион, аммоний-ион, нитрат-ион, фосфат-ион, АПАФ (анионные поверхностные активные вещества), цинк, свинец, бенз(а)пирен в разы превышают концентрации тех же химических веществ в снежном покрове за пределами снеговалов; таких веществ как нитрит-ион, ХПК, железо (общее), фенолы летучие (в пересчете на фенол), медь и кадмий – в десятки раз, а взвешенных веществ, хлорид-иона и нефтепродуктов – в сотни.

Именно поэтому талые воды на снегоотвалах являются источником вторичного загрязнения почвогрунтов, поверхностных и подземных вод. По мере таяния снега загрязняющие вещества либо выносятся по рельефу с водой, либо, отфильтровываясь грунтами, мигрируют к грунтовым водам. Они загрязняют и грунты, и грунтовые воды и далее попадают в те или иные водные объекты по векторам стока.

Большая часть загрязняющих веществ остается в почве на территории снегоотвала. Так, согласно анализам почвы, на территории снежных полигонов наблюдается повышенное содержание цинка, меди, никеля, свинца и нефтепродуктов.

При этом способе снегоудаления экологический мониторинг за негативным воздействием на окружающую среду (водные объекты, почвы и грунтовые воды) необходимо возведение сети наблюдательных скважин и обеспечение аналитического контроля на нескольких горизонтах почвогрунтов. Это требует больших экономических затрат со стороны городского бюджета и сложно осуществимо.

Другой проблемой стало высокое содержание песка (до 40%) в снеге с городских территорий, используемого во время гололеда на автомобильных дорогах и тротуарах города, и других твердых бытовых отходов. После таяния снега это приводит к сильному захламлению площадки и вызывает необходимость

дополнительных финансовых и временных затрат в весенне-летний период со стороны администрации. Требуется производить очистку значительных территорий от мусора и его вывоз на полигон.

Ежегодное использование земель под снегоотвалы приводит к угнетению на их территории растительности, нарушению водного баланса, загрязнению почвы, поверхностных и подземных вод и другим негативным для окружающей среды последствиям.

На сегодняшний день в мире разработано и функционирует несколько методов снегоудаления в городах и населенных пунктах. В зависимости от природно-климатических, социальных, экономических и экологических факторов применяются различные подходы к решению этой проблемы. Например, в Японии разработан гибкий план использования методов снегоудаления с максимальной экономией средств и минимальным воздействием на окружающую среду, с целью достижения необходимого уровня комфортности для людей, проживающих в городе в зимний период.

В Москве с 2000 г. введена и успешно функционирует «Генеральная схема снегоудаления в Москве» разработанная в рамках «Целевой комплексной программы организации «сухих» снегосвалок, снегосплавных камер и снеготаялок в соответствии с экологическими требованиями». Эта система зарекомендовала себя как эффективная, экономичная, а главное, более безопасной для окружающей среды в черте города [7].

Для плодотворного обмена опытом и новыми идеями создана Международная ассоциация мэров северных городов (International Association of Mayors of Northern Cities, или IAMNC). Регулярно проходит Межгородская конференция мэров северных городов (Northern Intercity Conference of Mayors, или NICM) [1].

Научно-технический прогресс не стоит на месте. Постоянно обновляется и информация о возможных путях улучшения инфраструктуры зимних городов в рамках гармонии с окружающей средой. Эта система постоянно обновляющихся баз данных и составляет основу сети WinterNet, связывающей наиболее холодные города Европы, Азии и Северной Америки [1]. Используются и другие инновационные подходы:

1. Подогрев дорог. Системы подогрева дорог установлены в японском городе Саппоро на участках с уклоном 4 % и более, на пересечениях дорог и крутых поворотах. Системы предусматривают как электрический, так и газовый подогрев на основе показателей с дополнительных датчиков-мультисенсоров о температуре воздуха, влажности дорожного покрытия, выпадении осадков и их интенсивности, являющихся частью системы «Зимняя дорога». Две системы подогрева дорог пока экспериментальные. Одна из них использует воды горячего источника, другая – воды обработки стоков [1].

Информационная система точного прогнозирования снегопадов предназначена для эффективного управления снегоуборкой и зимним прогревом дорог. Ее работа основывается на использовании данных метеорадаров и мультисенсоров [1].

Существует два вида прогнозирования – кратковременное и долговременное. Первое рассчитано на ближайшие 3 часа. При этом определение географического положения зоны снегопада и её площади, а так же интенсивности снегопада осуществляется через каждые полчаса. Второе состоит в предсказании характеристик снегопадов в течение ближайших 12 часов. Все данные направляются в районные управления общественных работ и снегоуборочные центры [1].

А в японском городе Тояма используется новый способ очистки улиц от снега. Под тротуаром проложены металлические трубы, по которым циркулирует горячая вода. Нагрев производится микроорганизмами при ферментации смеси рисовых отрубей, мякни, и опилок. Достаточно один раз загрузить ферментер, чтобы поддерживать нужную температуру в течение двух недель. Система решает две проблемы: уборку тротуаров и утилизацию отходов [8].

Многие тротуары в Хельсинки подогреваются, и на них вообще нет снега [10].

2. Разбрасывание антифриза. В Саппоро в соответствии с законом от 1991 г. использование шипованных шин для защиты экипажей от скольжения в принципе запрещено. Поэтому на основании изысканий упомянутой подкомиссии IAMNC по изучению проблем городской среды в зимнее время по проезжей части улиц и дорог Саппоро разбрасывается с целью предотвращения обледенения покрытия кальциево-магниевый ацетат (КМА). Воздействие КМА вызывает меньшую по сравнению с хлористым натрием коррозию покрытия и шин. Он является безвредным для окружающей среды антифризом, сохраняющим свою эффективность в течение относительно длительного времени, что позволяет планировать подобные мероприятия. Действие КМА проявляется в том, что снег все время остается в порошкообразном состоянии, не слеживаясь. Это и предохраняет дороги от обледенения [1].

В северных странах, например в Финляндии, для борьбы со снежными заносами и гололедом на дорогах вместо соли используют гранитную крошку. Разбрасывают ее специальные грузовики с бортовым компьютером и несколькими видеокамерами, которые позволяют маневрировать между автомобилями и не царапать их навесным оборудованием [10, 3]. В отличие от российских городов в Хельсинки практически не существует проблем с оставленным на дороге транспортом. Когда машина мешает уборке, дорожные службы выставляют предупреждающий знак о том, что до определенного времени необходимо убрать машину, иначе ее отвезут на платную стоянку [3].

Если из-за плохого состояния дорог произойдет ДТП или из-за гололеда получит травму пешеход, все расходы компенсирует мэрия. Поэтому дорожные службы вынуждены работать хорошо [3].

3. Снегосточные каналы. Снегосточные каналы представляют собой проложенные под землей параллельно осям транспортных магистралей каналы, в которые сбрасывается снег через расположенные (подобно ливневым) у краев тротуаров специальные колодцы. Проточные воды обработки хозяйственных и промышленных стоков снег увлекает в общий сток. Проживающие по соседству горожане образуют по месту жительства ассоциации по эксплуатации таких систем [1].

Температура воды для обработки достаточна для обеспечения таяния снега. В некоторых снегосточных каналах установлены водомеры, что позволяет своевременно реагировать на стремительное нарастание расхода. Информация немедленно поступает в управление общественных работ соответствующего района Саппоро. В бесснежное время года снегосточные каналы используют для сбора и отвода ливневых стоков [1].

4. Снегосплавильные резервуары наиболее эффективны в урбанистическом отношении районах Саппоро, где имеется дефицит пространства. В этих резервуарах (иногда — в накопительных трубах больших диаметров) осуществляется таяние больших объемов снега с использованием сточной либо подогретой воды [1]. Помимо вод обработки стоков, для извлечения необходимых энергоресурсов может быть успешно использовано тепло, выделяющееся при сжигании мусора, а так же не использованное в течение суток тепло, вырабатываемое для отопления городских районов [1].

Снегосплавной бассейн Ацубэцу – первое из построенных в Саппоро подобных сооружений. При растаивании снега используют воды обработки стоков очистных сооружений Ацубэцу. В течение суток через бассейн проходит 10 000 м³ снега, в течение зимы — 600 000 м³ [1]. Всю образующуюся воду в конечном итоге сбрасывают в реку или городскую канализационную систему, а нерастворимый неорганический осадок остается на дне бассейна. В летнее время сооружение используется как дренажный резервуар для дополнительной очистки сбрасываемых в реку Наппоро сточных вод очистных сооружений Ацубэцу. Строго говоря, бассейн возведен на пути стоков из очистных сооружений в реку как дополнительное звено технологической схемы [1]. А вот снегосплавной резервуар Хассаму – первое в мире снегообрабатывающее сооружение, использующее тепловую энергию, образующуюся при сжигании отходов на мусороперерабатывающем предприятии Хассаму. Энергия аккумулируется в виде пара, который преобразуется в горячую воду и используется для снеготаяния. Для ускорения процесса в технологическую схему включен волнообразователь. Воды, образующиеся при таянии снега, сбрасываются в общегородскую канализационную систему. Ежесуточная производительность резервуара Хассаму — 2200 м³ снега, ежезимняя — 130 000 м³ [1]. В летнее время сооружение используется как ливневый резервуар, при помощи которого регулируется уровень ливневых вод. Таким образом, снижается вероятность, как наводнений, так и прямого попадания ливневых вод в реки и ливневые коллекторы [1].

Строительство резервуара Тошинкита осуществляется в рамках реализации проекта реконструкции и расширения железнодорожного вокзала Норт-Плаза в Саппоро. В соответствии с проектом непосредственно к резервуару будут примыкать подземные автостоянки и автопроезды. В данном случае в качестве источника тепла будет использована система отопления, вентиляции и кондиционирования строящегося комплекса. В итоге, помимо значительного сокращения пробега груженых снегом самосвалов удастся обеспечить ритмичную работу транспортных сооружений в зимний период [1].

Еще один резервуар – Восточный – строится на пути стоков, сбрасываемых в реку Сосэи. Замкнутая система водоводов диаметром 5 м будет соединять резервуар с обрабатывающим стоки предприятием. Легом резервуар предполагается использовать аналогично резервуару Ацубэцу [1].

Мировой опыт показывает, что для поддержания бесперебойного функционирования высоконагруженной дорожной сети северного мегаполиса необходимы:

1. Обоснованная оценка объемов выпадающих снежных масс и периодичность их образования на дорожных покрытиях;
2. Подбор и внедрение высокоэффективных видов противогололедных реагентов и технологий их применения;
3. Разработка научно обоснованных конструкторских и технологических решений по утилизации снега [2].

В России проблема снегоудаления в настоящее время решается тремя способами:

1. Применение противогололедных реагентов для низкотемпературного таяния снега с последующим отводом талых вод системой водостока;
2. Механизированное удаление снега с дорог и последующим сбросом непосредственно в водные объекты города;
3. Складированием снега на специально отведенных площадках – снежных полигонах (применяется в Томске).

Для решения проблемы снегоотвалов необходимы дальнейшие тщательные исследования, которые позволят разработать необходимые землеустроительные мероприятия.

Литература

1. Золотов С. Снег – он и в Японии снег [Электронный ресурс]: Журнал «Строительство и недвижимость». Электронная версия. – 2005. - Режим доступа: <http://www.nestor.minsk.by/sn/1999/01/sn90112.htm>.
2. Корецкий В.Е. Экологичное снегосплавление // Дорожное хозяйство // Коммунальный комплекс России. – 2006. - № 2 (20).
3. Пелина В. Холодно – получи компенсацию [Электронный ресурс]: Издание «Вечерний Мурманск». Электронная версия. – 26.01.2006. – Режим доступа: <http://www.b-report.com/info/smi/vm/?issue=1069&article=20341>.
4. Постановление администрации Города Томска от 26.01.2011 № 55 «Об утверждении Правил благоустройства территории муниципального образования "Город Томск"» [Электронный ресурс] // Справочно-правовая система «Консультант Плюс». – Режим доступа: локальный.

5. Распоряжение администрации г. Томска от 14.10.2013 № р 1080 «Об организации уборки территории муниципального образования «Город Томск» от снега в осенне-зимний период 2013-2014 гг.» [Электронный ресурс] // Справочно-правовая система «Консультант Плюс». – Режим доступа: локальный.
6. Распоряжение администрации г. Томска от 04.12.2013 № р 1244 «О внесении изменений в распоряжение администрации г. Томска от 14.10.2013 № р 1080 «Об организации уборки территории муниципального образования «Город Томск» от снега в осенне-зимний период 2013-2014 гг.» [Электронный ресурс] // Справочно-правовая система «Консультант Плюс». – Режим доступа: локальный.
7. Систер В.Г., Корецкий В.Е. Инженерно-экологическая защита водной системы северного мегаполиса в зимний период: Учебное пособие по курсу Инженерная защита окружающей среды. – М., 2004. – 159 с.
8. Тимохов В. Картотека биологических эффектов // Журнал изобретатель и рационализатор. – 1987. - № 12. – С. 1.
9. Федеральный закон от 06.10.2003 № 131-ФЗ (ред. от 28.12.2013) «Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации» [Электронный ресурс] // Справочно-правовая система «Консультант Плюс». – Режим доступа: локальный.
10. Хельсинки: дорожные службы вынуждены работать хорошо [Электронный ресурс]: Информационный портал новостей. - 29.01.2003. - Режим доступа: <http://newsportal.com.ru/item/21/14757>.

ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ РАБОТ ПО УСТАНОВЛЕНИЮ ПРИДОРОЖНЫХ ПОЛОС АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Д.Д. Федотова

Научные руководители старший преподаватель В.Г. Филиппов, старший преподаватель В.Н. Поцелуев

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Для создания необходимых условий использования автомобильных дорог и их сохранности, обеспечения соблюдения требований безопасности дорожного движения и безопасности граждан за пределами населенных пунктов устанавливаются придорожные полосы автомобильных дорог. Установление границ полос отвода автомобильных дорог и границ придорожных полос автомобильных дорог, использование таких полос отвода и придорожных полос осуществляются в соответствии с законодательством Российской Федерации об автомобильных дорогах и о дорожной деятельности [2].

Придорожные полосы автомобильной дороги — территории, которые прилегают с обеих сторон к полосе отвода автомобильной дороги и в границах которых устанавливается особый режим использования земельных участков (частей земельных участков) в целях обеспечения требований безопасности дорожного движения, а также нормальных условий реконструкции, капитального ремонта, ремонта, содержания автомобильной дороги, ее сохранности с учетом перспектив развития автомобильной дороги. В придорожных полосах автомобильных дорог запрещается строительство капитальных сооружений, за исключением:

1. Объектов, предназначенных для обслуживания таких автомобильных дорог, их строительства, реконструкции, капитального ремонта, ремонта и содержания;
2. Объектов Государственной инспекции безопасности дорожного движения Министерства внутренних дел Российской Федерации;
3. Объектов дорожного сервиса, рекламных конструкций, информационных щитов и указателей;
4. Инженерных коммуникаций [5].

Придорожные полосы автомобильных дорог относятся к зонам с особыми условиями использования, которые в свою очередь являются объектами землеустройства. По этой причине в отношении придорожных полос составляется карта (план) объекта землеустройства — документ, отображающим в графической и текстовой формах местоположение, размер и границы объекта землеустройства, а также иные его характеристики [1,4]. На основании данного документа сведения о границах придорожных полос вносятся в государственный кадастр недвижимости (ГКН) и единый государственный реестр прав на объекты недвижимости и сделок с ним (ЕГРП)

В настоящее время теоретическая база по процедуре и порядку проведения работ по установлению придорожных полос четко не определена. Опираясь на документы земельного и градостроительного законодательства, весь комплекс кадастровых и землеустроительных работ по оформлению зон с особыми условиями использования можно условно разделить на пять этапов:

1. Подготовительные работы.
2. Работы по установлению границ придорожных полос.
3. Подготовка карты (плана) границ зоны с особыми условиями использования территорий и внесение сведений о зоне в ГКН.
4. Регистрация обременений земельных участков, в отношении которых установлен особый режим использования.
5. Предоставление сведений ГКН о зонах и земельных участках, включенных в границы таких зон.

В ходе проведения работ по оформлению придорожных полос автомобильных дорог возникает ряд проблем, создающих препятствия для повсеместной регистрации прав на зоны с особыми условиями использования. Для того чтобы предусмотреть возникающие на разных этапах землеустроительных и кадастровых работ противоречия необходимо учитывать три основополагающих аспекта:

1. Технический.

2. Правовой.
3. Экономический.

Техническая составляющая производимых работ включает в себя определение границ и формы придорожной полосы для конкретного земельного участка полосы отвода автомобильной дороги. С точки зрения геометрии, форма придорожной полосы четко не определена нормативно-правовыми актами, единственным указанием в законодательстве выступает ширина придорожной полосы в зависимости от категории автомобильной дороги [4,5]. Следовательно, подготовка схемы расположения границ придорожной полосы главным образом основывается на создании буферной зоны от земельных участков полосы отвода шириной, определенной федеральным законом. Буферная зона – это геометрическое место точек, удалённых от исходного множества объектов на плоскости на расстояние не более заданного.

Придорожные полосы являются объектами землеустройства, описание геометрии которых ведётся путём указания координат их характерных точек. Значит при изменении направления границ земельных участков полосы отвода, необходимо определять, каким количеством характерных точек следует закреплять изменение направления границ придорожной полосы. Кроме того, немаловажно учитывать влияние устанавливаемых придорожных полос на объекты недвижимости, которое определяется пространственными отношениями между ними. Таким образом, понятие о форме придорожной полосы не может ограничиваться только ее шириной, вследствие чего целесообразно применять математические методы.

В процессе подготовки схем расположения границ придорожных полос могут быть выявлены кадастровые ошибки в отношении границ земельных участков полосы отвода автомобильной дороги, а именно: разрывы, ошибки регистрации, поперечные сдвиги и пересечения границ земельных участков, ранее поставленных на государственный кадастровый учет по описательному фактору. Такого рода ошибки в определении координат ранее учтённых земельных участков порождают неточности в установлении границ придорожных полос, что в конечном итоге может привести к несоответствию объектов недвижимости, которые полностью или частично расположены в границах придорожных полос. По данным объектам недвижимости составляется перечень, согласно которому производится регистрация ограничений (обременений) прав, поэтому важно с какой точностью определены земельные участки и части земельных участков, находящихся в границах устанавливаемых зон с особыми условиями использования.

Регистрация придорожных полос и ограничений (обременений) прав позволяет закрепить за собственником автомобильной дороги права на прилегающие к земельным участкам полосы отвода территории. В данном случае большое значение имеет очередность регистрации прав, если ранее в планируемых границах придорожных полос были оформлены в органах ГКН земельные участки, отнесенные к категории земель населенных пунктов, то они не будут входить в состав зоны с особыми условиями использования.

Несвоевременная регистрация придорожных полос может породить целую череду судебных споров, решение которых отнимает не только время, но и денежные средства, так наряду с правовым следует уделять внимание экономическому аспекту проведения землеустроительных и кадастровых работ. В качестве финансовых затрат помимо судебных издержек выступает стоимость объектов недвижимости, которые выкупаются либо подлежат отчуждению в связи обеспечением нормальных условий строительства, реконструкции, капитального ремонта и эксплуатации автомобильных дорог и (или) объектов дорожного сервиса. Выкупная цена складывается из стоимости земельного участка или его части, здания, сооружения, многолетних насаждений, размещенных на нем, с учетом убытков, нанесенных владельцу в результате выкупа земельного участка, в том числе упущенная выгода в полном объеме. В случае предоставления владельцу другого земельного участка вместо отчужденного в выкупную цену включается стоимость изготовления документации по землеустройству, а также расходы, связанные с государственной регистрацией прав.

Оформление зон с особыми условиями использования – сложная процедура, требующая прежде всего знания и понимания разделов земельного и градостроительного законодательства. На каждом этапе регистрации прав на объекты землеустройства в органах государственного кадастра недвижимости уделяется внимание изучению экономических показателей, которые влияют на общий объем затрат собственников объектов недвижимости. Кадастровые и землеустроительные работы проводятся в соответствии с техническими условиями и требованиями, установленными нормативными правовыми актами, перечень которых является неотъемлемой частью технического задания на выполнение работ.

Литература

1. Градостроительного кодекса Российской Федерации от 29.12.2004 г. N 190-ФЗ.
2. Земельный кодекс Российской Федерации от 25.10.2001 г. N 136-ФЗ.
3. Постановление Правительства РФ от 30 июля 2009 г. N 621 «Об утверждении формы карты (плана) объекта землеустройства и требований к ее составлению».
4. Приказ Минтранса РФ от 13 января 2010 г. N 4 «Об установлении и использовании придорожных полос автомобильных дорог федерального значения» (вместе с «Порядком установления и использования придорожных полос автомобильных дорог федерального значения»).
5. Федеральный закон от 08.11.2007 N 257-ФЗ «Об автомобильных дорогах и о дорожной деятельности в Российской Федерации и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».

**ГЕОИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ МОНИТОРИНГА ЗАГРЯЗНЕНИЯ
ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ****К.А. Ходов**

Научный руководитель профессор Е.И. Аврунев

Сибирская государственная геодезическая академия, г. Новосибирск, Россия

В настоящее время практически вся информация, содержащаяся в сферах государственного кадастра недвижимости и государственного мониторинга земель является пространственно-координированной, т.е. имеющей географическую привязку. Поэтому очевиден тот факт, что для эффективного решения практически всех задач в этих областях таких как визуализация данных, т.е. создание электронных карт исследуемых территорий, выполнение различных видов пространственного анализа данных, хранение и предоставление информации, проведение экспертиз и подготовка принятия управленческих решений в сфере земельно-имущественных отношений любой специалист в этих областях вынужден применять в своей работе географические информационные системы (ГИС).

Благодаря возможности комплексного (с учетом множества географических, социальных и других факторов) анализа информации о качестве и ценности территории и объектов на ней, геоинформационные системы позволяют наиболее объективно оценивать участки и объекты, расположенные на исследуемых территориях. Интеграционные возможности геоинформационных систем поистине безграничны. Геоинформационные системы позволяют осуществлять мониторинг экологической ситуации и учет природных ресурсов. Они не только могут дать ответ, где сейчас находятся "тонкие места", но и благодаря возможностям моделирования подсказать, куда нужно направить силы и средства, чтобы такие "тонкие места" не возникали в будущем. Для космических и аэрофотоснимков важно то, что геоинформационные системы могут выявлять участки поверхности с заданным набором свойств, отраженных на снимках в разных участках спектра. Отмеченные на карте области во многих случаях гораздо нагляднее отражают требуемую информацию, чем десятки страниц отчетов с таблицами. [1];

Отличительной особенностью геоинформационных систем является наличие в их составе специфических методов анализа пространственных данных, которые в совокупности со средствами ввода, хранения, манипулирования и представления пространственно-координированной информации и составляют основу технологии географических информационных систем. [2];

В данной работе предлагается использовать геоинформационные системы для решения задачи проектирования наземной сети наблюдений за загрязнением городской среды, в частности, за загрязнением атмосферного воздуха, возникающей при исследовании состояния земель. При этом мы должны помнить, что земля представляет собой важнейшую часть окружающей среды, которая характеризуется пространством, рельефом, климатом, недрами, почвенным покровом, поверхностными и грунтовыми водами, растительностью и служит пространственным базисом для размещения всех отраслей человеческой деятельности.

Основу наземной сети наблюдений составляют посты наблюдений, которые представляют собой постоянное место, где производится наблюдение за отдельными гидрометеорологическими величинами или их комплексом, атмосферными явлениями и другими показателями окружающей среды. Совокупность постов наблюдений конкретного вида образует сеть. Принято различать посты наблюдений трех категорий:

- стационарные;
- маршрутные;
- передвижные (под факельные).

Стационарный пост предназначен для непрерывной регистрации содержания загрязняющих веществ или регулярного отбора проб воздуха для последующего анализа.

Маршрутный пост предназначен для регулярного отбора проб воздуха, когда невозможно установить стационарный пост или необходимо более детально изучить состояние загрязнения воздуха в отдельных районах.

Передвижной (под факельный) пост предназначен для отбора проб над дымовым (газовым) факелом с целью выявления зоны влияния данного источника загрязнения промышленными выбросами.

Выбор типа поста наблюдения, а так же определение места, расположения и конфигурации сети зависят от поставленных задач мониторинга.

Посты наблюдений размещаются на открытой, проветриваемой со всех сторон площадке с не пылящим покрытием (асфальт, газон, твердый грунт).

Число стационарных постов определяется в зависимости от численности населения в городе, площади населенного пункта, рельефа местности и степени индустриализации, рассредоточенных мест отдыха.

В зависимости от численности населения число постов устанавливается следующее:

1. до 50 тыс. жителей – 1 пост;
2. при 50 - 100 тыс. жителей - 2 поста;
3. при 100 - 200 тыс. жителей - 3 поста;
4. при 200 - 500 тыс. жителей - 5 постов;
5. при 500 - 1 млн. жителей - 10 постов;
6. более 1 млн жителей – 10 - 20 постов (стационарных и маршрутных).

Количество постов может быть увеличено в условиях сложного рельефа местности, при наличии большого количества источников загрязнения, а также при наличии большого количества объектов, чистота воздуха для которых имеет первостепенное значение (уникальные парки, исторические сооружения и т.п.)

Рассмотрим проектирование наземной сети наблюдений за загрязнением атмосферного воздуха на территории административного района города Новосибирска.

Для этой цели используем геоинформационную систему MapInfo и космические снимки, полученные с использованием геоинформационной системы SAS.Planet, один из фрагментов которых представлен на рис 1. [3];

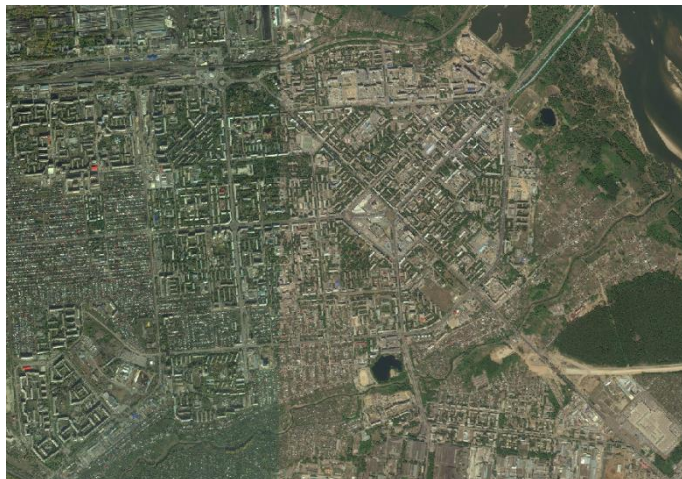


Рис. 1 Фрагмент космического снимка территории г. Новосибирска

Точность космических снимков характеризуется таким показателем как пространственное разрешение. Пространственное разрешение - величина, характеризующая размер наименьших объектов, различимых на изображении. В зависимости от пространственного разрешения на снимках можно различать объекты, сопоставимые с величиной единичного элемента разрешения (пиксела). В настоящее время самым лучшим считается пространственное разрешение 41 см (спутник Geo Eye-1), но коммерчески доступно только изображение с пространственным разрешением 50 см. Это означает, что объект размером 50х50 см отобразится на снимке в виде одного пикселя.

Еще одним немаловажным показателем является радиометрическое разрешение.

Радиометрическое разрешение снимка это количество градаций оттенков от черного к белому. В настоящее время, как правило, сенсоры, установленные на спутниках, имеют радиометрическое разрешение не хуже 8 бит на пиксел. Что в свою очередь означает 256 градаций оттенков.

В таблице приведены типы космических аппаратов, используемых для аэрокосмических съемок и соотношения между пространственным разрешением и масштабом снимка.

Таблица

Соотношение между пространственным разрешением и приближенным значением масштаба

Космический аппарат	Пространственное разрешение, м	Возможный масштаб
GeoEye-1 (США)	0,41	1:2 000
WorldView-2 (США)	0,5	1:2 000
WorldView-1 (США)	0,5	1:2 000
QuickBird (США)	0,61	1:2 000
Kompsat-2 (Корея)	1	1:5 000
OrbView-3 (США)	1	1:5 000
GeoEye-1 (США)	1,65	1:10 000
Formosat-2 (Тайвань)	2	1:25 000
THEOS (Таиланд)	2	1:25 000
Cartosat-1 (Индия)	2,5	1:25 000
Ikonos (США)	4	1:25 000
Spot-5 (Франция)	5	1:25 000
Resourcesat-1 (Индия)	5,8	1:50 000
ALOS (Avenir-2) (Япония)	10	1:50 000
Spot-2,4 (Франция)	10	1:50 000
Landsat-7 (США)	15	1:100 000

Последовательность выполнения работы по проектированию наземной сети наблюдений за загрязнением атмосферы города может быть представлена в виде следующих основных технологических этапов:

1. Определение области (территории) осуществления мониторинга;
2. Загрузка космических снимков, охватывающих данную территорию;

3. Определение и нанесение границы территории;
4. Определение местоположения (координат) межевых знаков (углов поворота) границы территории;
5. Определение площади исследуемой территории;
6. Проектирование постов наблюдений за загрязнением атмосферы города;
7. Определение местоположения постов наблюдения.

В результате мы получаем проект наземной сети постов наблюдений, представленный на рисунке 2.



Рис.2 Проект наземной сети постов наблюдения

По результатам всей работы формируется отчет, в котором отображается следующая информация:

1. Координаты межевых знаков (углов поворота границы);
2. Площадь исследуемой территории;
3. Координаты постов наблюдений;
4. Показатели загрязнения на постах наблюдения.

Литература

1. Гиниятов И.А. Основы земельного кадастра и мониторинга земель: Конспект лекций – Новосибирск: СГГА, 2003. – 95 с.
2. Дубровский А.В. Земельно – информационные системы в кадастре – Новосибирск: СГГА, 2010. – 112 с.
3. <http://sasgis.org/sasplaneta/>

О ВОЗМОЖНОСТЯХ СОЗДАНИЯ И ВЕДЕНИЯ ТРЕХМЕРНОГО КАДАСТРА ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

А.В. Чернов

Научный руководитель доцент Н.А. Николаев

Сибирская государственная геодезическая академия, г. Новосибирск, Россия

Природные ресурсы являются необходимым средством существования людей. К основным природным ресурсам относятся земля, лесные массивы, водные пространства, все виды полезных ископаемых, животный мир и т.д. Являясь элементами окружающей природной среды и местом обитания человека, природные ресурсы выступают также в качестве средств производства и источника удовлетворения естественных потребностей человека. В условиях возрастающего воздействия человека на окружающую природную среду возникает задача рационального использования и охраны природных ресурсов, которые, в свою очередь, объективно определяют необходимость их изучения в пространственном, правовом, природном, хозяйственном отношениях на основе достоверных и научно – обоснованных данных. На современном этапе развития общества возникает серьезная проблема защиты и сохранения природных ресурсов для потомков, для этого необходима достоверная информация о каждом виде природных ресурсов, их запасах, местоположении, условиях разработки. С этой целью создаются кадастры природных ресурсов [3].

На данный момент геопространственное обеспечение кадастра природных ресурсов выполняется в системе плоских прямоугольных координат, отнесенных к проекции Гаусса – Крюгера, что не позволяет корректно осуществлять учет таких природных ресурсов, как месторождения полезных ископаемых, лесные

массивы, почвенные покровы и прочие природные ресурсы, а также не позволяет обеспечение качественной кадастровой оценки этих объектов. Также существует проблема с наглядностью данных, полученных в результате топографо – геодезических работ, геологических изысканий, и прочих видов работ. В связи с этим, возникает необходимость разработки и внедрения на территории Российской Федерации трехмерного кадастра природных ресурсов, способного объединить геодезические, геологические, и кадастровые данные.

28 февраля 2012 года Правительством Российской Федерации было принято постановление «О единых государственных системах координат» № 1463, результатом которого станет введение новой координатной системы ГСК - 2011, которая придет на смену действующей системе координат СК – 95. В отношении использования материалов и документов, созданных в системе координат СК-95, установлен переходный период до 1 января 2017 года [4]. В связи с этим, наступает благоприятный момент для внедрения 3D кадастра на территории Российской Федерации, так как, при введении ГСК – 2011 будет проводиться пересчет всех координат, вычисленных в СК – 95.

Информационную основу кадастра природных ресурсов составляют, прежде всего, координаты объектов местности, а также площади земельных участков. Координаты в большинстве случаев используются для вычисления площади, они служат для полного и достоверного отображения кадастровой информации на планах, решения земельных споров, а площади, прежде всего - для решения задач налогообложения. Требованиям по точности являются средние квадратические ошибки положения межевых знаков, для земель природных ресурсов (земли особо охраняемых территорий и объектов, земли лесного, водного фондов и так далее) они не должны превышать 0,1 м [1].

На сегодняшний день существует несколько основных способов определения координат объектов местности, используемых на практике:

- наземные топографические съемки (наиболее часто используемый метод для получения высокоточной информации о ситуации на местности, достоинства – исполнитель может выполнять измерения сотен точек в день, недостатки – трудоемкость полевых работ, значительные материальные затраты);

- наземное лазерное сканирование (результат измерений – облако точек, создающих реальную трехмерную модель объекта съемки; подходит для трехмерного кадастра природных ресурсов);

- глобальные навигационные спутниковые системы (очень востребованный и наиболее перспективный способ определения положения координат объектов местности, достоинства – компактные размеры, простота измерений, скорость выполнения съемки, недостатки – привязанность измерений к количеству спутников и космическим условиям);

- беспилотные летательные аппараты (при потребности в аэрофотосъемке небольших территорий являются наиболее подходящими средствами получения информации о местности, достоинства – большая эффективность при съемке малых площадей, достаточная точность съемки для целей кадастра природных ресурсов, недостатки – дороговизна оборудования, разработка программного обеспечения для обработки результатов съемки);

- космические снимки (могут быть использованы при работе с крупными природными объектами, обеспечив достаточную для целей кадастра природных ресурсов точность);

- системы мобильного сканирования (подходит для целей 3D кадастра, т.к. позволяет проводить 3D сканирование объектов придорожной инфраструктуры, имеет многочастотный ГНСС - приемник, а также панорамную цифровую фотокамеру с обзором 360 градусов) [2].

Анализируя средства и методы определения координат объектов местности, можно сделать следующие выводы:

- современные средства определения положения координат объектов позволяют ведение трехмерного кадастра;

- недостаточная эффективность использования используемого оборудования (электронные тахеометры, как и GPS-технологии, определяют все три координаты точки в пространстве, однако, в условиях двумерного кадастра, третья (высотная) координата фактически не используется);

- главным инструментом при создании 3D кадастра природных ресурсов, вероятно, станут беспилотные летательные аппараты (рисунок 1), так как при повсеместном использовании данной технологии стоимость оборудования уменьшится, что является основным недостатком данного метода, также увеличится количество программного обеспечения для обработки результатов измерений [4];

- Использование современных аппаратных средств получения геопространственных данных позволит значительно сократить время полевых работ, повысить культуру производства и снизить материальные затраты

Одной из программ, наиболее подходящей для создания и функционирования 3D кадастра природных ресурсов, является, Google SketchUP 8.0 - программа для быстрого создания и редактирования трёхмерной графики. По сравнению со многими популярными пакетами данный обладает рядом преимуществ, заключающихся, в первую очередь, в почти полном отсутствии окон предварительных настроек, удобном импорте растровой графики (в качестве текстуры для трёхмерной модели или отдельного объекта), удобство интеграции с другими программными продуктами, возможностью синхронизации моделей с приложением Google Earth, позволяющим определить точное местоположение объектов, и привязать трёхмерную модель к карте [5].

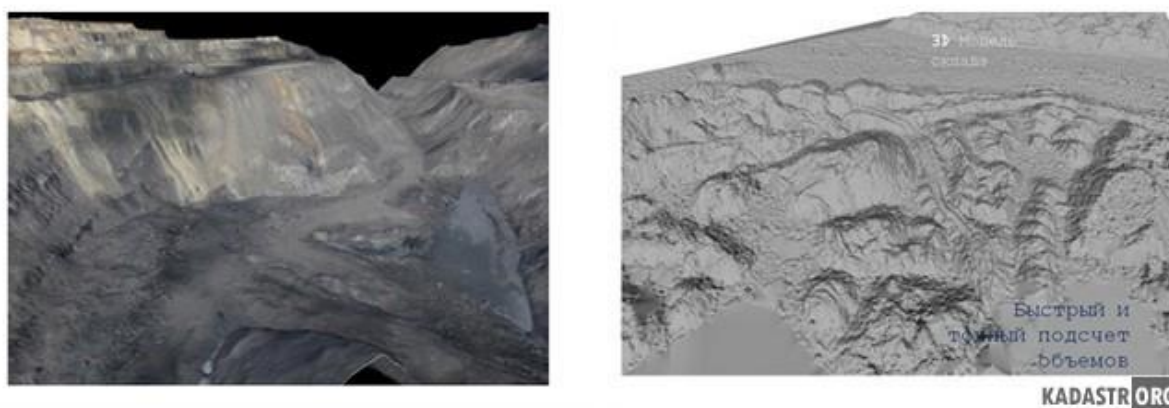


Рис. 1 Результат съемки беспилотного летательного аппарата – трехмерная модель местности

При использовании данного программного комплекса мы получаем целый ряд преимуществ:

- наглядное представление о территориях, на которых расположены природные ресурсы (рисунок 2);
- возможность считать объемы работ, объемы залежей полезных ископаемых, в камеральных условиях;
- создавать трехмерные планы обустройства месторождений;
- возможность определения корректной кадастровой стоимости земельных участков, на которых расположены природные ресурсы.

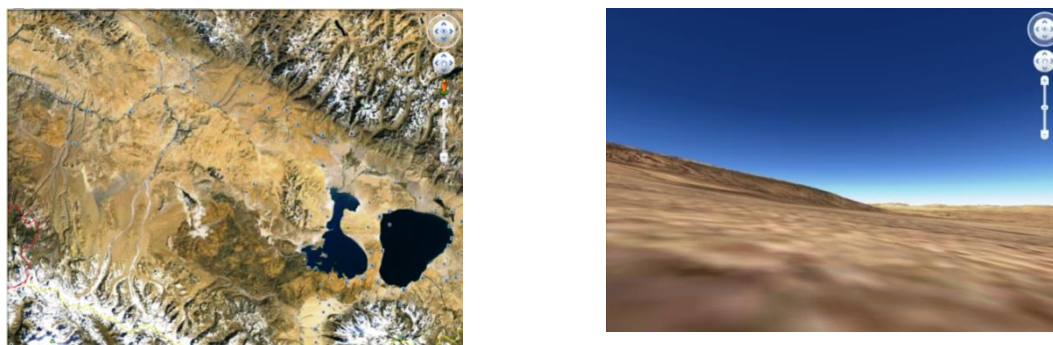


Рис. 2 Двумерное и трехмерное представление ситуации на местности

Оценивая применимость данной программы для трехмерного учета и регистрации природных ресурсов, следует отметить, что при соответствующей доработке семантической базы данных, возможностью облегченного импорта данных, полученных с помощью беспилотных летательных аппаратов, данный продукт может являться реальным прототипом для ведения 3D кадастра природных ресурсов на территории Российской Федерации.

Проанализировав современное состояние кадастра природных ресурсов, и перспективы создания 3D кадастра, можно сделать следующие выводы:

- при переходе на единую систему координат ГСК – 2011 создается благоприятная ситуация для перехода к 3D кадастру;
- необходимы изменения нормативно – правовой базы для целей трехмерного кадастра природных ресурсов;
- необходим анализ существующих программных продуктов и выбор оптимального пути развития программного обеспечения для 3D кадастра в виде разработки принципиально новых продуктов, интеграция используемого комплекса программ с мощным графическим редактором, либо заимствование зарубежных программ для ведения трехмерного кадастра природных ресурсов.

Литература

1. Алакоз В.В., Комов Н.В., [и др.]. – Инструкция по межеванию земель [Электронный ресурс] / Н.В. Комов. – М. : Янус, 1996. – Режим доступа: <http://www.igpro.ru/npb/instr&metod/ipmz.pdf>. – Загл. с экрана.
2. Ключин Е.Б., Киселев М.И., Михелев Д.Ш., Фельдман В.Д. Инженерная геодезия: Учебник для вузов / Под ред. Михелева Д.Ш. – 4-е изд., испр. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 480 с.
3. Ключниченко В.Н. Кадастры природных ресурсов [Текст]: курс лекций / В.Н. Ключниченко, Н.А. Николаев, Н.В. Тимофеева. – Новосибирск: СГГА, 2012. – 120 с.
4. Постановление правительства РФ от 28.12.2012г. № 1463 «О единых государственных системах координат», в ред. от 07. 01. 2013, № 1, ст. 58.
5. Описание программы SketchUp 8.0 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.sketchup.com/> - Загл. с экрана.

ПРАВОВЫЕ АСПЕКТЫ УПРАВЛЕНИЯ ЗАГРЯЗНЕННЫМИ ЗЕМЛЯМИ**В.П. Шереметьева**

Научный руководитель профессор О.А. Пасько

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Полигон ТБО УМП «Спецавтохозяйство г. Томска» расположен на расстоянии 8 км к северо-востоку от г. Томска и на расстоянии 2 км от п. Новомихайловка г. Томска. Территория полигона входит в территорию муниципального образования «город Томск», то есть является землями поселений и населенных пунктов, и занимает земельный участок площадью 54,3 га, который предоставлен в аренду на неопределенный срок для эксплуатации и обслуживания полигона твердых бытовых отходов. На использование земельного участка имеется договор аренды земельного участка от 28.08.2006 № ТО-21-16180.

Земельный участок, на котором находится полигон ТБО, в соответствии с картой градостроительного зонирования Правил землепользования и застройки муниципального образования «Город Томск», расположен в зоне С-2, которая предназначена для размещения полигона ТБО. Режим использования территории определяется в соответствии с назначением объекта согласно требований специальных нормативов и правил. Согласно СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 санитарно-защитная зона (СЗЗ) для полигона ТБО составляет 1000 м.

В геоморфологическом отношении полигон расположен на западном склоне Томь-Яйского водораздела. Тип рельефа — эрозионно-аккумулятивный, денудационно-аккумулятивный. Абсолютные отметки поверхности земли в естественном сложении (до начала складирования) составляли 175-190 м в Балтийской системе (БС).

Поверхностные водные объекты представлены естественными водотоками р. М. Киргизкой (1,3 км на северо-запад) и ручьем Тузиковым (южная граница полигона), а также искусственными водоемами — прудами (северо-запад полигона).

Гидрогеологические условия характеризуются двухъярусным строением. Верхний гидрогеологический этаж представлен рыхлыми четвертичными, неогеновыми и палеогеновыми отложениями. Нижний этаж представлен палеозойскими образованиями Лагерносадской свиты нижнего карбона. На участке выделяются пять водоносных горизонтов: четыре горизонта рыхлых мезо-кайнозойских отложений и один горизонт палеозойских образований. Наибольший интерес с точки зрения водоснабжения и, следовательно, защиты от загрязнения представляет палеозойский водоносный горизонт, который на рассматриваемом участке залегает на глубинах 63,0-78,0 м.

На территории полигона ТБО имеется скважина, глубиной 50 м, которая функционирует с 1974 г. Вода для питья не пригодна. Установленный лимит забора составляет 800 м³/год. Вода используется для нужд пожарной безопасности полигона ТБО.

Отходы на полигон ТБО завозятся на грузовых автомобилях различной грузоподъемности. При ввозе отходов производят визуальный контроль, радиационный дозиметрический контроль. Данная технология приема отходов не обеспечивает полного контроля за составом ввозимых отходов, что нередко приводит к ввозу отходов, не предназначенных для размещения и захоронения на полигоне ТБО и не указанных в лимитах размещения отходов, например, отработанных автошин (обнаружены в процессе проверки).

На предприятии в соответствии с Инструкцией по проектированию, эксплуатации и рекультивации полигонов для твердых бытовых отходов (Москва 1996 год) разработана и была утверждена в городском комитете экологии Технология ведения работ на полигоне ТБО, объединяющая в себе правила работ и технологический регламент. Отдельно технологический регламент не был разработан на предприятии, т.к. данный раздел выполняется на стадии подготовки полигона к эксплуатации (при подготовке технической документации). Проекта полигона нет, какая-либо техническая документация не выполнялась, т.к. запущен был в эксплуатацию как городская свалка.

В 1998 году закончился проектный срок эксплуатации полигона ТБО в районе с. Новомихайловка, но из-за отсутствия альтернативы (из-за проблемы финансирования строительства полигона у с. Сурово-Сухоречье) объект продолжал работать. Продление срока эксплуатации достигается путем увеличения высоты складирования отходов (высоконагружаемая схема) и увеличения емкости котлована полигона за счет использования резервных ассенизационных полей. Данная схема складирования, как и другие материалы, обосновывающие деятельность по обращению с отходами УМП «Спецавтохозяйство г. Томск», прошли в 2004 г. процедуру государственной экологической экспертизы в ГУПР МПР России по Томской области с положительным заключением.

Департаментом систематически проводятся проверки соблюдения природоохранного законодательства при эксплуатации полигона ТБО г. Томска. По результатам проверки выявлены нарушения природоохранного законодательства: в области обращения с отходами производства и потребления, в области охраны атмосферного воздуха, непредставление экологической информации. По выявленным нарушениям УМП «Спецавтохозяйство г. Томска» не раз было привлечено к административной ответственности.

Отсутствие нормативов образования отходов и лимитов на их размещение - являлось одним из нарушений. Согласно ст. 1 Федерального закона от 24.06.1998 № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления» лимит на размещение отходов - предельно допустимое количество отходов конкретного вида, которое разрешается размещать определенным способом на установленный срок в объектах размещения отходов с учетом экологической обстановки на данной территории. Отсутствие лимитов свидетельствовало о том, что карта полигона ТБО в районе с. Ново-Михайловка исчерпала возможности для размещения на ней отходов ТБО.

Дальнейшее размещение отходов на указанном полигоне привело к ухудшению экологической обстановки и увеличению негативного воздействия на окружающую среду.

УМП «Спецавтохозяйство г. Томска» издан Приказ от 30.12.2010 «О прекращении приема отходов на полигон ТБО в районе с. Ново-Михайловка». В соответствии с данным приказом с 01.01.2011 прием и захоронение отходов на полигоне в районе с. Ново-Михайловка в связи с окончанием срока действия документа об утверждении нормативов образования отходов и лимитов на их размещение должен быть прекращен.

Однако, 10.02.2012 вышло Распоряжения УМП «Спецавтохозяйство г. Томска» от № 64- 1 «Об организации перегрузки на полигоне ТБО в районе с. Ново-Михайловка», на основании которого было возможно в случае необходимости проводить перегрузку малотоннажных мусоровозов на полигоне в районе с. Ново-Михайловка с последующим вывозом на полигон ТБО в районе с. Сурово-Сухоречье. Производить перегрузку возможно только на определенной площадке для перегрузки. Никакой площадки для перегрузки мусора на полигоне в районе с. Ново-Михайловка выделено не было, сброс отходов происходит прямо на карту полигона. При этом, норматив возможного размещения отходов на карте полигона был исчерпан, лимиты размещения отсутствовали. Таким образом, УМП «Спецавтохозяйство г. Томска» нарушает требования действующего природоохранного законодательства и собственные организационно-распорядительные документы.

Отсутствие проектной документации (проекта полигона в котором разрабатываются технический и биологический этап рекультивации), картографической основы, использованная высоконагружаемая технология размещения и захоронения отходов, в результате которой определение размеров котлована практически не возможно, скрывание действительных данных управляющей компанией – сильно затрудняют процесс разработки мероприятий по рекультивации данной территории.

Стоит отметить что, часть территории, была рекультивирована в 2006, 2007, 2008 и 2009 гг., однако было установлено: толщина слоя глины соответствует указанной в инструкции нормам не менее 300м, а толщина плодородного слоя почвы, уложенного поверх изолирующего слоя, составляет 30-50мм, хотя должна быть не менее 150мм. Противозерозионные мероприятия на части рекультивированных участков не проведены, отмечены следы водной эрозии (размывание уложенного плодородного слоя почвы водами, смывание его под уклон). Данные факты свидетельствует о том, что рекультивация проведена не в соответствии с нормативными требованиями. Также был обнаружен участок рекультивированной территории, на которую производилось складирование мусора.

Рекультивация данной территории возможно только двух направлениях. Использования данной территории для лесопитомника, либо в промышленных целях. На мой взгляд, оптимальным решением будет комбинация эти направлений, так на территории, где невозможно произвести лесовосстановление, можно разместить промышленное предприятие по сортировке твердых бытовых отходов(или сжиганию) .

Существующая ситуация в г. Томске характеризуется низким уровнем утилизации и промышленной переработки отходов, т.е. потерей ценных ресурсов для промышленности и упущенной финансовой выгодой. Данные мероприятия помогут улучшить сложившуюся ситуацию.

В существующих условиях дефицита городского бюджета перспектива рекультивации территории полигона отодвигается в необозримое будущее. Организация предприятия по вторичному использованию отходов на базе МП «Спецавтохозяйство» и лесопитомника позволит осуществить рекультивацию за счет вырученных средств.

Секция 10

КОМПЛЕКСНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИРОДНОГО МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТЕЧЕСТВЕННОГО ПРИРОДНОГО СЫРЬЯ В ТЕХНОЛОГИИ КЕРАМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

Т.В. Вакалова, профессор

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Переход на производство инновационных материалов, отличающихся высокими эксплуатационными свойствами и повышающих качество продукции потребляющих их отраслей, является основным направлением современной отечественной силикатной промышленности.

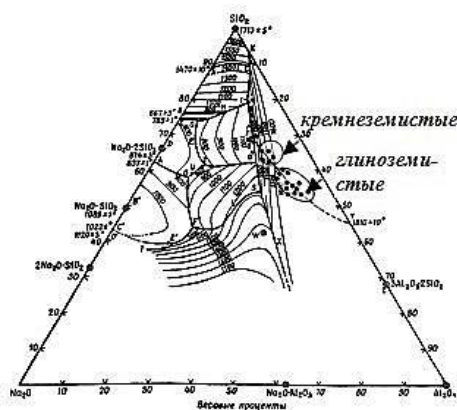


Рис. 1 Области составов СБС в системе $Na_2O-Al_2O_3-SiO_2$

испекающее и минерализующее действия, способствует снижению температуры спекания алюмосиликатных масс, используемых в технологии барьерных огнеупоров с содержанием Al_2O_3 более 36–38 % на 50–100 °C (с 1450 °C до 1400 - 1350 °C). Это происходит за счет активации процесса спекания, происходящего по жидкофазному механизму, при сохранении достаточной огнеупорности данных материалов [1].

Проблема повышения огнеупорности и термостойкости высокопористой керамики в последнее время приобретает особую значимость. Сочетание этих свойств с повышенной прочностью позволит значительно расширить области ее традиционного использования. Использование добавок армирующе-упрочняющего действия повышает прочностные характеристики пористых керамических материалов за счет неизометрического габитуса частиц кристаллической фазы, создающей игольчатый сросток в теле керамической матрицы, например, при использовании добавок волластонитовых пород. Другим путем повышения прочности высокопористой керамики может быть синтез такой кристаллической фазы непосредственно в теле керамической матрицы в однократном обжиге. Использование как природного, так и синтезированного волластонита имеет также большие перспективы для повышения качества керамических материалов, используемых для отсадки литейных агрегатов алюминиевой промышленности. Это связано с активной заменой в последнее время асбестосодержащих огнеупорных материалов, обладающих канцерогенными свойствами, на экологически чистые волластонитсодержащие керамические материалы. При этом улучшение эксплуатационных свойств футеровочных волластонитсодержащих материалов обеспечивается благодаря армирующему действию игольчатого габитуса его кристаллов, высокой термостойкостью и химической стойкостью минерала волластонита к расплавам алюминия.

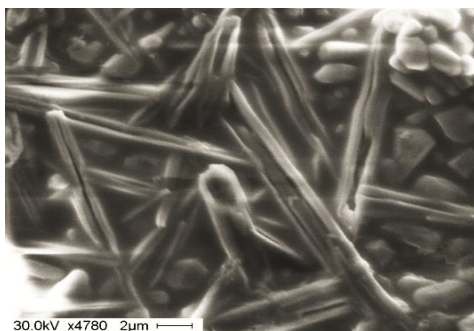


Рис. 2 Электронные микроснимки образцов из композиции микрокремнезема с мелом, обожженных при 1200 °C

На кафедре технологии силикатов и наноматериалов Национального исследовательского Томского политехнического университета активно ведутся научные исследования в области создания новых инновационных технологий современных огнеупорных, керамических и других силикатных материалов, включая огнеупорные керамические материалы для цветной металлургии. В частности, были разработаны огнеупорные барьерные материалы (сухие барьерные смеси) на основе огнеупорного глинистого сырья для алюминиевых электролизеров (рис. 1) с различным соотношением Al_2O_3/SiO_2 (от 0,35 до 0,76) на основе композиций обогащенного каолина с природными добавками (тугоплавкими глинами, кварцевым песком, нефелиновым сиенитом), а также с добавлением компонентов техногенного происхождения, таких как технический глинозем. Такое сочетание позволяет использовать эти составы в двухслойной футеровке алюминиевых электролизеров, которые по составу и свойствам отвечают требованиям, предъявляемым к аналогичным известным зарубежным материалам. Установлено, что использование добавки, оказывающей

испекающее и минерализующее действия, способствует снижению температуры спекания алюмосиликатных масс, используемых в технологии барьерных огнеупоров с содержанием Al_2O_3 более 36–38 % на 50–100 °C (с 1450 °C до 1400 - 1350 °C). Это происходит за счет активации процесса спекания, происходящего по жидкофазному механизму, при сохранении достаточной огнеупорности данных материалов [1].

Проведенные исследования [2] показали, что синтез игольчатого волластонита (рис.2) в композициях реакционно-активного аморфного кремнеземистого сырья (диатомита, опоки и микрокремнезема) с известковым компонентом (мелом, известняком) обеспечивает получение химически стойкой к действию расплавам алюминия керамики волластонитового состава с плотностью 1,1 -1,7 г/см³ и

механической прочностью на сжатие в 3 – 3,5 раза превышающей требования, предъявляемые к материалам для литейной оснастки.

Другим направлением научных исследований явилось создание высокопористых керамических материалов для промышленной теплоизоляции (на основе композиций диатомита со вспученными добавками), в том числе с волластонитовой связкой.

Известно, что до 85 % энергоносителей в странах с высоким уровнем развития промышленности расходуется при эксплуатации промышленных печей, а также энергетического оборудования и термического. Задача снижения объемов используемых энергоресурсов в энергоемких отраслях промышленности стоит необычайно остро и актуально. В этой связи изучали возможность получения по пластической технологии высокопористых керамических теплоизоляционных материалов на основе природного алюмосиликатного (глинистых пород) и кремнеземистого (диатомитовых пород) сырья и их композиций со вспученными вермикулитовыми и перлитовыми породами. В качестве связующего использовали огнеупорную и легкоплавкую глины Томской области, в качестве пороформирующего компонента --- диатомитовую породу Инзенского месторождения, вспученные вермикулит Татарского месторождения Красноярского края и перлит Арагацского месторождения.

При разработке технологии керамических материалов создание пористых керамических структур осуществлялось путем использования: а) основного сырьевого компонента с собственной высокопористой структурой – диатомитовой и цеолитовой пород; б) корректирующих природных и техногенных добавок пороформирующего действия – вспученных вермикулитовых и перлитовых пород; в) выгорающих добавок – древесных опилок; г) природных пластифицирующих добавок (тугоплавкой и легкоплавкой глин); д) комплексных временных технологических связей – водных растворов технического лигносульфоната, метилцеллюлозы, ортофосфорной кислоты, суперпластификатора СП-1.

Проведенные исследования свидетельствуют о возможности получения на основе композиций «диатомит – цеолит», «диатомит – вспученный перлит» и «диатомит – вспученный вермикулит» теплоизоляционных материалов, обладающих высокой прочностью при пониженной объемной массе. В частности, установлено, что добавки вспученных перлита и вермикулита в количестве 20 – 30 мас. % являются более эффективными порообразующими компонентами, чем добавка цеолитовой породы при аналогичном содержании, что обеспечивает получение по пластической технологии при температурах 950 – 1000 °С пористой керамики с объемной массой 0,6 – 0,8 г/см³ и ниже, и механической прочностью с вермикулитовой добавкой до 5 МПа, с перлитовой – до 11 МПа.

В направлении повышения прочностных характеристик высокопористых керамических материалов на основе смесей диатомита со вспученными перлитом или вермикулитом предлагается создание в керамической матрице армирующего кристаллического сростка из частиц неизометрического габитуса. С этой целью исследовалось совмещение процессов синтеза в сформованном изделии новой кристаллической фазы упрочняющего действия (волластонита) за счет подшихтовки к диатомитовой породе природного кальцийсодержащего компонента (известняка, мела) и спекания изделий в однократном обжиге в интервале температур (1000 – 1200) °С. В совокупности это обеспечивает получение высокопористых керамических материалов с плотностью до 1,0 г/см³ с пределом прочности при сжатии до 12 МПа, перспективных для промышленной теплоизоляции.

Одним из важнейших направлений расширения областей применения алюмосиликатных керамики является создание высокоглиноземистых огнеупорных материалов на основе продуктов фтораммонийной обработки природного алюмосиликатного сырья – каолина и пирофиллита.

Известно, что количество муллита, образующегося в процессе обжига керамики на основе каолинов и огнеупорных глин, а также степень совершенства его кристаллов положительно сказываются на ее огнеупорных свойствах. Однако большое количество кремнеземосодержащей стеклофазы, которая также образуется при обжиге, как правило, полностью обесценивает все положительные свойства муллитовых образований. Поэтому представляет теоретический и практический интерес создание условий, благоприятствующих повышению доли кристаллической фазы в фазовом составе алюмосиликатной керамики на основе глин. Это возможно за счет удаления выделяющейся при разложении глинистых минералов кремнеземистой составляющей. В этом отношении представляет интерес использование способа разложения алюмосиликатов и извлечения кремнезема под действием фтор-иона, наиболее удобным и экологически безопасным фторирующим агентом для вскрытия силикатных материалов являются фториды аммония.

Проведенные исследования физико-химических процессов, которые протекают при обработке фтораммонием природного алюмосиликатного сырья (просьяновского каолина) добавками гидрофторида аммония (ГДФА) показали, что наибольший практический интерес с точки зрения обеспечения высокой огнеупорности и улучшенных термомеханических свойств алюмосиликатной керамики представляют смеси, фазовый состав продуктов фторирования которых представлен в основном муллитом, корундом или их комбинацией. Таким требованиям отвечают смесь с содержанием в стехиометрическом соотношении по муллиту каолина и ГДФА (1 : 0,9), смесь каолина с недостатком ГДФА (1 : 0,6) и смесь каолина с избытком ГДФА (1 : 1,1). Разработанные в результате исследований высокоглиноземистые керамические материалы на основе продуктов фторирования каолина представляют интерес с точки зрения их применения в качестве высокотемпературных теплоизоляционных изделий в защищенной промежуточной изоляции или в незащищенной рабочей футеровке промышленных печей, которая подвергается воздействию расплавов, а также механических ударов и истирающих усилий.

Литература

1. 1. Refractory ceramics for aluminum electrolyzes based on clay raw material / T. V. Vakalova, A. A. Reshetova // IFOST 2012 : The 7th International Forum on Strategic Technology, September 17-21, 2012, Tomsk / National Research Tomsk Polytechnic University (TPU)., 2012. – Vol. 1. – P. 100–106.
2. 2. Vakalova, T.V., Karionova, N.P., Pogrebenkov, V.M., Vereshchagin, V.I., Gorbatenko, V.V. Features of solid phase synthesis of wollastonite from natural and technogenic raw material//REFRACTORIES AND INDUSTRIAL CERAMICS. – V. 51, № 4, 2010. – P.295–301
3. 3. Pogrebenkova, V.V., Vakalova, T.V., Gorbatenko, V.V., Grekhova, M.V. Features of phase formation of mullite-corundum materials in mixtures of kaolin with a fluoriding component//GLASS AND CERAMICS.– Volume 51, Issue 3, November 2010. – P. 197–201.

ПОЛУЧЕНИЕ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНОЙ ХИМИЧЕСКИ СТОЙКОЙ КЕРАМИКИ ИЗ МЕСТНЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ КАЗАХСТАНА

Б. Адырбаев, К. Ибрагимжанов

Научный руководитель доцент Т.А. Адырбаева

Южно-Казахстанский государственный университет им. М.Ауэзова, г.Шымкент, Республика Казахстан

В целом химически стойкие материалы и изделия предназначены для службы в условиях воздействия агрессивных сред – кислот, щелочей, газов и др. Они должны обладать химической, механической и термической стойкостью, влаго- и газонепроницаемостью. Эти изделия широко применяются в химической, металлургической, горно-обогатительной, гидролизной, целлюлозно-бумажной, пищевой, фармацевтической и других отраслях промышленности.

Химически стойкой керамикой принято называть керамику, которая также обладает способностью противостоять длительному воздействию различных химических веществ в жидком или газообразном состоянии. По установившейся терминологии керамические изделия, хорошо противостоящие действию кислот или щелочей, называют «кислотостойкими» или «щелочестойкими». Из числа керамических материалов малой растворимостью в кислотах обладают обожженные тугоплавкие и огнеупорные разновидности глин, где формируется специфическая твердая фаза – муллит, являющийся единственным и устойчивым при высоких температурах соединением Al_2O_3 и SiO_2 . Муллит как важный компонент данной искусственной технической продукции в основном и определяет кислотостойкость изделий. Чем выше содержание муллита в изделии, тем больше будет его кислотостойкость.

Перечень химических веществ, воздействующих на химически стойкую керамику в производственных процессах, огромен. Условия применения данной керамики также отличаются большим разнообразием, как по природе химического вещества, так и по его концентрации, температуре и другим параметрам.

Кроме глинистой керамики хорошей кислотостойкостью обладают фарфор и полугарфор, муллитокорундовые и корундовые материалы, некоторые магниевые минералы типа стеатит, форстерит, кордиерит, а также циркон и двуоксид циркония, шпинель и ряд других материалов на минеральной основе. Однако очень большая потребность химической и других отраслей промышленности в кислотоупорных материалах вынуждает ориентироваться при выпуске массовых изделий на наиболее доступное и дешевое природное сырье [3].

По мнению ряда исследователей, проблема изыскания качественного сырья для производства кислотоупоров является одной из важнейших и в России и в Казахстане. Данная проблема может быть решена путем применения некондиционного и нетрадиционного сырья, вовлечением в производство неиспользуемого или ограниченно используемого силикатного и техногенного сырья.

В странах СНГ большая часть хорошо изученных и известных месторождений основных видов тугоплавких и огнеупорных глин находится на территории России и Украины, где в свое время и были сосредоточены предприятия химически стойкой керамики.

В Казахстане химически стойкая керамика пока не выпускается. Дефицит покрывается поставками из России и Украины, что создает определенные неудобства и влечет за собой значительные транспортные расходы. Однако изучению отечественной минерально-сырьевой базы для производства химически стойкой керамики не уделялось должного внимания. Между тем на территории Казахстана, в том числе и в Южно-Казахстанской области имеются весьма перспективные месторождения и проявления глинистого сырья, тугоплавких и химически стойких силикатных минеральных образований и других, пригодных для технологической переработки в рассматриваемом производстве [1].

В Южно-Казахстанской области известны следующие месторождения огнеупорных и тугоплавких глин: Ленгерское, Келтемашатское, Каскасуйское, Мумбаканское, Баганалы. Тугоплавкие глины названных месторождений являются аналогом Ангреских каолинов. Для них характерна огнеупорность от $1300^{\circ}C$ до $1700^{\circ}C$, высокое содержание железа (ср. от 4% до 7%) и низкое содержание Al_2O_3 (от 20% до 28%).

В тефрито-базальтах и их туфах, представляющих промышленные тела, а также лейцититах широко развиты дайки базальтов, эссексит порфиринов, андезит-трахитовых порфиринов и других мощностью от 0,3 до 1 м и более (12,6 % полезной толщи), не влияющих на качество сырья. Физико-механические свойства тефрито-базальтов и их туфов: плотность $2,0 \text{ г/см}^3$, предел прочности при сжатии 47,6-195,8 МПа; лейцитита: предел прочности при сжатии 115,9-195,8 МПа. Модули кислотности пород – 3,6.

Среди кварцитов особое значение для технологии силикатов имеют кристаллические кварциты и так называемые «сливные» (или аморфные) кварциты Грунчбулакского месторождения. Структура породы –

кристаллически-зернистая. Размеры зерен от 0,2 до 0,6 мм. Текстура – массивная, плотная. Минеральный состав кварцитов участка, в %: кварц – 95-97, биотит и мусковит – 0,5, альбит – 0,3, пирит окисленный – 0,5, а также небольшое количество аксессуаров – циркона и флюорита.

Крупное Верхнебадамское месторождение волластонитов представлено волластонитсодержащими мраморизованными известняками, которые содержат кальцит-волластонитовые, кальцит-гранат-волластонитовые скарноиды. По морфологии, характеру оруденения и минеральному составу отмечаются два типа руд. Первый – волластонитсодержащие мраморы мощностью 40-80 м (в среднем 60 м), прослеживающиеся по простиранию на более чем 1000 м. Содержание волластонита от 15 до 72% (среднее 51,5%) при истинной мощности 48,4 м. Помимо этого, встречаются линзовидные тела мощностью не более 4-5 м с содержанием волластонита менее 50%. Второй – скарноидный тип, локализован на севере месторождения и представлен залежью овальной формы с размерами 140x100 м и мощностью 30-40 м. Он состоит из крупнокристаллического волластонита с примесью карбонатов до 30-40% и гранатов, а также пироксенов до 1-10%. Содержание волластонита в залежах от 10 до 75% (среднее 40%), а в отдельных мелких телах размером 5-20 м до 50-65%. Содержание оксидов железа в пробах от 0,16% до 4,5% (в среднем 0,6-1%), кальцита от 10 до 40% (среднее 25%), кварца 2-30% (среднее 18-20%). Запасы месторождения 26-27 млн. тонн руды.

Бентонитовые глины Дарбазинского месторождения характеризуются как высокопластичные (число пластичности 44,96 - 58,57), в составах масс для производства кислотоупоров могут быть использованы в качестве пластификатора. Интервал вспучивания глин более 100 °С, средняя плотность при оптимальной температуре нагрева 1160 °С находится в пределах от 0,58 г/см³ до 0,37 г/см³. При температуре 1200 °С наблюдается легкое оплавление образцов.

Температура начала плавления тефрито-базальтов, определенная dilatометрическим методом составила 1280 °С, температура ликвидуса 1350 °С. Кислотостойкость изделий из даубабинских тефрито-базальтов по отношению к концентрированной H₂SO₄ 99,64 % - 99,78 %.

Кварциты Грунч-Булакского месторождения представляют интерес в качестве отошающих компонентов в составах масс для производства кислотоупоров.

Главная технологическая ценность волластонита в производстве керамики состоит в его способности уменьшать влажностное расширение масс после обжига. Кроме того, добавка волластонита в керамические массы уменьшает их усадку при спекании и увеличивает прочность изделий. Благодаря игольчатой форме кристаллы волластонита способствуют лучшему увлажнению и перемешиванию керамической массы, повышают прочность сырца и способствуют более быстрому удалению воды при сушке.

Аналитический обзор химико-минералогического состава и технологических свойств полезных ископаемых отечественных месторождений каолинит-содержащих глин, отошающих материалов, пластификаторов, плавней показывает перспективность минерально-сырьевой базы Южно-Казахстанского региона для организации производства кислотоупорных керамических изделий. Помимо Ленгерского месторождения, тугоплавкие глины Кельтемашатского, Каскасуйского, Мумбаканского и Баганальнского месторождений могут стать главной сырьевой базой рассматриваемого производства. Бентонитовые глины Дарбазинского, Келесского, Кынгракского, Красно-водопадского и Ленинского месторождений можно рассматривать как потенциальные пластифицирующие компоненты в сырьевой смеси кислотоупорных масс. Представляют несомненный интерес для использования в качестве отошающих компонентов эффузивы типа тефрито-базальтов Даубабинского месторождения; обсидианы Турбатского и Кокпаксайского месторождений; кварцевые пески Грунч-Булакского, Каратюбинского и Кожа-Тахтинского месторождений. В регионе широк выбор таких полезных ископаемых как: тальк, доломит, полевые шпаты и др., которые могли бы быть использованы как плавни, способствующие образованию при обжиге жидкой фазы и снижению температуры спекания.

Анализ минерально-сырьевой базы, а также экспериментальные и технологические наработки авторов указывают на реальную возможность организации собственных производств химически стойкой керамики на базе силикатных материалов из отечественных месторождений.

Разработана технологическая схема производства кислотоупорного кирпича на основе тугоплавких глин Ленгерского месторождения и природных минеральных добавок. На основании результатов проведенных экспериментов по подбору зернового состава отошителей сделаны следующие выводы: рекомендовать применительно к изученным массам среднюю величину зерна отошителей порядка 0,5-1 мм, при максимальной величине зерен, входящих в него, равной 2мм; оптимальное распределение зернового состава отошающих добавок применительно к таким массам в пределах: 20% - зерна от 2 до 1 мм, 40% - от 1 до 0,5 мм и 40% - менее 0,5 мм. Наиболее оптимальные параметры: максимально допустимый размер зерен глины Ленгерского месторождения 0,5 мм; максимальная величина зерен отошителей 2мм; пластическое формование; температура обжига 1100 °С – 1200 °С. Основные физико-технические показатели близки к требованиям ГОСТ 474-90. Наибольший интерес вызывают результаты исследований по синтезу кислотоупоров на основе ранее неизученной керамической композиции «тугоплавкие глины - тефрито-базальты». Основные физико-технические показатели лабораторных образцов кислотоупорного кирпича соответствуют требованиям действующего стандарта

Литература

1. Бишимбаев В.К., Есимов Б.О., Адырбаева Т.А., Руснак В.В., Егоров В.В. Минерально-сырьевая и технологическая база Южно-Казахстанского кластера строительных и силикатных материалов / Монография. – Алматы: Раритет, 2009. – 270 с.
2. Будников П.П., Харитонов Ф.Я. Керамические материалы для агрессивных сред. – М.: Стройиздат, 1971. – 272с.
3. Горчаков Г.И., Баженов Ю.М. Строительные материалы. – М., 1986. – 688 с.

**ГРАНУЛИРОВАННЫЙ
ПЕНОСТЕКЛОКРИСТАЛЛИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ НА ОСНОВЕ МИКРОКРЕМНЕЗЕМА**

А.Ю. Волкова¹, У.В. Азаренко¹, О.Е. Волкова²

Научный руководитель профессор В.И. Верещагин

¹*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г.Томск, Россия*
²*Братский государственный университет, г.Братск, Россия*

В работе исследованы процессы получения гранулированного пеностекла из стеклогранулята на основе микрокремнезема, без варки стекла при температурах 1400-1500 °С.

Используем 2 вида микрокремнезема: - МК ООО «Братский завод ферросплавов»;
- МК ОАО «Кузнецкие ферросплавы».

Микрокремнезем – техногенное сырье, и выбор этого материала обусловлен большими объемами отходов (в среднем около 15 тыс. т/год.)

Химический состав и физико-химические свойства микрокремнезема приведены в табл. 1 и 2.

Таблица 1

Химический состав дисперсных отходов [1]

	Содержание оксидов, мас.%							
	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O+Na ₂ O	SO ₃	Примеси
Братский МК	91,7	0,4	0,5	1,2	-	-	-	2,0
Новокузнецкий МК	90,1	2,0	1,7	2,3	0,8	1,9	0,6	1,6

Таблица 2

Физико-химические характеристики дисперсных отходов [1]

	Содержание SiO ₂ , %		Средний размер частиц, мкм	Насыпная плотность, т/м ³	Истинная плотность, т/м ³	Гидравлическая активность, мг CaO/г	Водопотребность, %
	В сплавах	В отходах					
Братский МК	97...98	92/92	0,2	0,15	2,16	102	42
Новокузнецкий МК	74...98	90/90	0,25	0,26	2,22	102	40

На первой стадии компоненты шихты тщательно перемешивались в турболапостном смесителе ТЛ-020. Компонентные составы шихт двух видов микрокремнезема приведены в таблице 3.

Таблица 3

Компонентный состав шихт

Сырьевые материалы	МК завода кремния (Братск)	МК завода ферросплавов (Новокузнецк)
Микрокремнезем	61	64
Сода	23	16
Доломит	21	15



Рис. 1 Технологическая схема получения стеклогранулята

Шихты брикетировались на гидравлическом прессе под давлением $P=2$ МПа, при добавлении в качестве связующего – жидкого стекла. Полученные брикеты сушились и подвергались термической обработке в печи при температуре 900° .

Технологическая схема получения стеклогранулята представлена на рис. 1.

В результате исследований количество стеклофазы в стеклогрануляте составляет более 70 %, что является достаточным для организации пиропластического состояния на стадии вспенивания (см. табл.4 и рис.2).

Таблица 4

Фазовый состав стеклогранулята

Исходная шихта	Фазовый состав стеклогранулята, масс %	
	Кристаллическая фаза	Стеклофаза
Братский МК	15,7	84,3
Новокузнецкий МК	18,3	81,7

Технологическая схема получения пеностеклокристаллического материала включает два основных этапа, один из которых относится к стадии синтеза гранулята.

Термообработка брикетов шихты осуществлялась в конвейерной электрической печи.

Для получения стеклогранулята выбран следующий режим работы печи: скорость ленты $0,35$ мм/с; температуры по зонам $T_1=560^{\circ}\text{C}$, $T_2=750^{\circ}\text{C}$, $T_3=900^{\circ}\text{C}$, $T_4=900^{\circ}\text{C}$, $T_5=900^{\circ}\text{C}$, $T_6=800^{\circ}\text{C}$, $T_7=600^{\circ}\text{C}$, $T_8=450^{\circ}\text{C}$; время выдержки в зоне максимальных температур – 30 мин; общее время термообработки 110 мин.

В работе был проведен рентгенофазовый анализ стеклогранулята на установке ДРОН-3М. Расшифровку полученных данных проводили по картотеке ICDD, программой Crystallographica.

По данным рентгенофазового анализа (табл.4, рис.2) оба вида стеклогранулята характеризуются высоким содержанием аморфной фазы и небольшим содержанием кристаллических фаз, представленными кварцем и карбонатом натрия (содой). Это показывает незавершенность процессов силикатообразования при синтезе стеклогранулята.

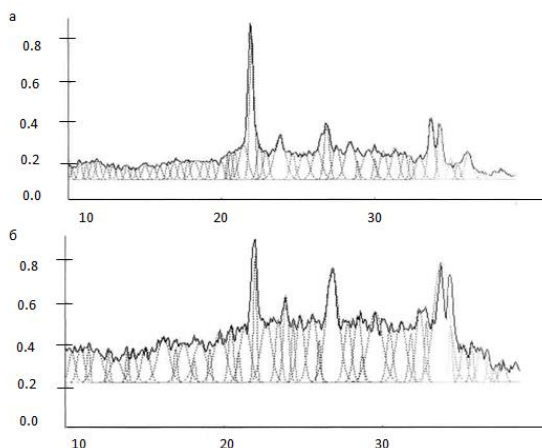


Рис. 2 Диффрактограммы стеклогранулята, полученного из шихты:
а - Братский МК, б - Новокузнецкий МК.

Количественное содержание фаз в стеклогрануляте по данным РФА определяли с помощью графического редактора и анализатора дифрактограммы – программы «Repex» (табл.4). Полученный гранулят измельчали на щековой конусной дробилке, а затем в шаровой мельнице до удельной поверхности более 5500 $\text{см}^2/\text{г}$.

При измельчении стеклогранулята готовилась пенообразующую смесь, для чего добавлялся газообразователь (сажа) в шаровую мельницу с целью более равномерного распределения газообразователя, что в конечном итоге влияет на однородность структуры пеностеклокристаллического материала. Полученную пенообразующую смесь гранулировали. Гранулы вспенивали при температуре 840°C .

Полученное гранулированное пеностекло характеризуется следующими свойствами:

- водопоглощение от 3 до 5 %;
- средняя плотность от 260 до 280 $\text{кг}/\text{м}^3$;
- прочность гранул составляет от $3,3$ до $5,2$ МПа;
- теплопроводность $0,083$ $\text{Вт}/(\text{м}^{\circ}\text{C})$.

Литература

- Каприелов С.С. Шейнфельд А.В., Газизулин В.М., Воронов Ю.Н. Эффективный путь утилизации ультрадисперсных продуктов газоочистки печей // Сталь, 1992. – № 5. – С.83–85.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ХИМИКО-МИНЕРАЛОГИЧЕСКОГО СОСТАВА И ПОВЕДЕНИЯ ПРИ
НАГРЕВАНИИ ДУНИТА ИОВСКОГО (КЫТЛЫМСКОГО) МЕСТОРОЖДЕНИЯ**

Л.П. Говорова, А.Ю. Токарева

Научный руководитель профессор Т.В. Вакалова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Силикаты магния являются одним из важнейших видов керамического сырья. Месторождения силикатов магния распространены очень широко, при этом их запасы составляют миллиарды тонн. Оксид магния (MgO) образует с диоксидом кремния (SiO₂) два безводных силиката: метасиликат и ортосиликат (форстерит). В природе форстерит, чаще всего, встречается в виде твердого раствора ортосиликата железа (фаялита) в форстерите. Такие твердые растворы носят название оливины ((Mg,Fe)₂SiO₄), которые слагают мономинеральную горную породу – оливинит. При переходе части кристаллов оливина в водный силикат магния образуются серпентин, брусит и карбонат магния. Метасиликат магния MgSiO₃ в виде клиноэнстатита и энстатита в природном виде представляет собой твердые растворы с FeSiO₃, CaSiO₃, MnSiO₃ и другими силикатами, которые носят общее название – пироксены [1].

Среди многочисленных водных силикатов магния наиболее важными являются тальк (3 MgO·4SiO₂·H₂O), антофиллит (7MgO·8 SiO₂·2H₂O) и серпентин (3MgO·2 SiO₂·2H₂O). Породы, занимающие промежуточное положение по составу между оливинитом и серпентинитом, называются дунитами. Они сложены на 45–60% из оливинита и на 40–55% из серпентинита. Дуниты, с точки зрения использования их в производстве огнеупоров, отвечают все требованиям, предъявляемым к магнезиальносиликатному сырью. Они характеризуются высокими значениями магнезиально-силикатного и магнезиально-железистого модулей. При этом дуниты обладают низкими значениями потерь массы при прокаливании, что указывает на низкую усадку изделий на основе данного сырья при обжиге [1].

Месторождения магнезиальносиликатного сырья на Урале являются практически неисчерпаемыми: дунито-серпентинитовый пояс имеет протяженность от Полярного до Южного Урала. Одним из самых крупных месторождений данного региона является Иовское (Кытлымское) месторождение дунитов, расположенное в труднодоступном районе северо-западнее поселка Кытлым. Данное месторождение включает в себя огромные запасы высококачественных дунитов: до глубины 100 метров они составляют 50 миллионов тонн, а прогнозируемые запасы превышают 1 миллиард тонн. Дунит Кытлымского месторождения имеет незначительную степень серпентинизации и низкие значения потерь массы при прокаливании. Это позволяет применять его в производстве теплоизоляционных материалов и форстеритовых огнеупоров [1].

Цель данной работы заключалась в комплексном исследовании дунита Иовского (Кытлымского) месторождения магнезиальносиликатного сырья и в определении возможности его использования в технологии форстеритовых пропантов (материалов, применяющихся в качестве расклинивающих агентов в операции гидроразрыва пласта при разработке трудноизвлекаемых запасов нефти и природного газа).

В ходе исследования было установлено, что по химическому составу (таблица) проба дунита Иовского месторождения характеризуется низким значение потерь массы при прокаливании. Это свидетельствует о том, что иовский дунит сложен преимущественно оливином с низкой степенью серпентинизации. Значение магнезиально-силикатного модуля (MgO/SiO₂) иовского дунита составляет 1,27, а магнезиально-железистого (MgO/(FeO + Fe₂O₃)) – 6,44. Полученные в результате исследования данные хорошо согласуются с литературными [1].

Таблица

Химический состав исследуемого дунита

Порода	Содержание оксидов, мас. %									
	SiO ₂	MgO	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MnO	K ₂ O	Na ₂ O	m _{ПК}
дунит	38,50	48,91	7,59	0,21	0,41	0,39	0,25	0,09	0,10	3,55

Полученные данные химического анализа хорошо согласуются с данными рентгенофазового анализа (рисунок 1).

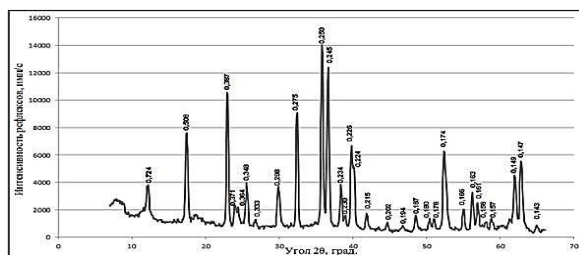


Рис. 1 Рентгеновая дифрактограмма иовского дунита

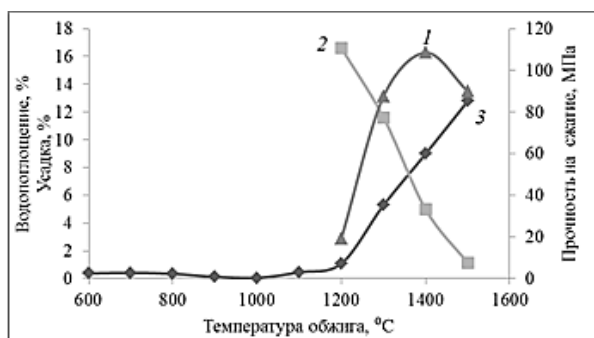


Рис. 2 Кривые спекания дунита Ивовского (Кытлымского месторождения): 1 – прочность на сжатие (МПа), 2 – водопоглощение (%), 3 – усадка

(рисунок 2). Анализ кривых спекания указывает на то, что в спеченном состоянии изделия полусухого прессования из пробы ивовского дунита характеризуются прочностью на уровне 108 МПа.

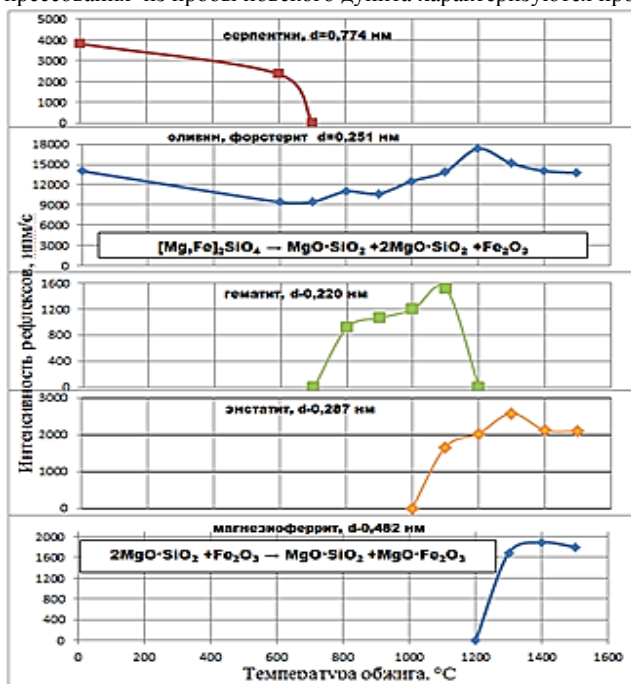


Рис. 3 Интенсивность рентгеновских рефлексов основных кристаллических фаз синтезируемых при обжиге ивовского дунита

магнезиальносиликатного сырья не нуждается в предварительной термодобработке, так как его потери массы при прокаливании составляют всего 3,66%. Эта особенность ивовского дунита позволит исключить из производственного цикла одну из стадий, что повлечет за собой сокращение производственных затрат. В качестве возможных минерализующих добавок могут быть использованы химически чистый оксид магния (MgO) и прошедшие предварительную термодобработку тальк ($Mg_3Si_4O_{10}(OH)_2$), магнезит ($MgCO_3$) и брусит ($Mg(OH)_2$).

Анализ результатов обработки полученной дифрактограммы пробы дунита Ивовского месторождения свидетельствует о том, что его основными породообразующими минералами являются оливин ($(Mg,Fe)_2SiO_4$), о чем свидетельствуют характеристические рефлексы с межплоскостным расстоянием 0,387; 0,275; 0,245 и 0,226 нм, а также форстерит (Mg_2SiO_4) (0,508; 0,348; 0,298 нм).

Кроме того, в данной породе в небольших количествах присутствует магнетит (Fe_3O_4), на что указывают рефлексы с межплоскостным расстоянием 0,298; 0,250 и 0,174 нм. В пробе также присутствует серпентинит.

Химико-минералогический состав исследуемого дунита определяет его поведение при обжиге: данное сырье спекается в температурном интервале от 1200 до 1500°C

Оценка фазового состава продуктов обжига исследуемого дунита проводилась рентгеновским методом. Как показали исследования, при обжиге образцов из ивовского дунита в качестве основной фазы образуется форстерит (рисунок 3), о чем свидетельствуют его рентгеновские рефлексы с d_{hkl} – 0,388; 0,251 и 0,245 нм. Причем при повышении температуры обжига возрастает интенсивность рефлексов форстерита за счет терморазложения оливина. Кроме того, в процессе обжига из структуры оливина выделяются гематит (Fe_2O_3) и энстатит ($2MgO \cdot SiO_2$). В результате взаимодействия этих двух фаз при температуре выше 1200°C образуется магнезиоферрит (d_{hkl} – 0,482 нм). Поэтому для получения керамики форстеритового состава из исследуемого дунита необходимо перевести образующиеся энстатит и гематит в форстерит и магнезиоферрит.

По результатам проведенных исследований можно сделать вывод, что дуниты Ивовского месторождения могут найти применение в качестве основного сырья для производства пропантов - гранулированных материалов, применяемых в качестве расклинивающего агента в операции гидроразрыва пласта. Причем данный вид

Литература

1. Солодкий Н.Ф., Шамриков А.С., Погребенков В.М. Минерально-сырьевая база Урала для керамической, огнеупорной и стекльной промышленности. Справочное пособие / Под ред. проф. Масленникова Г.Н. – Томск: Изд-во ТПУ, 2009. – 332 с.

**ОСОБЕННОСТИ ОБРАЗОВАНИЯ ТРАВЕРТИНОВ КАВКАЗСКОГО ПЯТИГОРЬЯ
(НА ПРИМЕРЕ ГОРЫ МАШУК)**

А.Е. Домарева, Н.И. Богомолов, П.Д. Будагов

Научный руководитель доцент В.М. Харченко

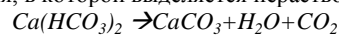
Северо-Кавказский федеральный университет, г. Ставрополь, Россия

Актуальность проблемы. Травертин используется как строительный и облицовочный камень, широко применялся в строительстве города Пятигорска. На территории КМВ современное состояние гидротермальной деятельности говорит о её затухании, что может привести к исчезновению гидротермальных ресурсов.

Цель работы. Исследовать особенности образования травертинов кавказского Пятигорья, выявить причины затухания гидротермальной деятельности и предположить пути решения данной проблемы.

Травертин (от итал. travertino, лат. lapistiburtinus - тибурский камень) – известковый туф, поликристаллическая хрупкая тонкозернистая гомогенная горная порода, образованная минералами карбоната кальция (в основном арагонит с меньшей долей кальцита).

Травертин образуется в результате выпадения в осадок карбоната кальция в водах углекислых источниках. Выпадения осадка, обычно происходит за счет падением давления, связанного с выходом подземных вод на поверхность, ассимиляцией растениями или диффузией в атмосферу из-за интенсивного движения воды. В результате происходит химическая реакция, в которой выделяется нерастворимый в воде карбонат кальция [1]:



О следах поверхностной гидротермальной деятельности на территории Кавказского Пятигорья говорят не только температура (в некоторых источниках температура достигает до 50°C), но и химический состав, который выражается глубинными компонентами (CO₂ и Rn). Воды обязаны своим возобновлением последней тектоно-магматической активизации в четвертичное время. Эти гидротермы оставили многочисленные следы в виде травертинных образований (наиболее масштабных на горе Машук), о чьем возрасте говорит их налегание на четвертичные галечники (галька террасы реки Подкумок перекрыта толщей известковых травертинов) [2].

Современное травертинообразование по скорости никак не может сравниться с его темпами на начальных этапах, что указывает на достаточно быстрое, в масштабах геологического времени, затухание процессов. Травертины образуют мощные выходы пород на дневную поверхность, тем самым слагают живописные Перкальские скалы, Горячую гору и Внутренний хребтик с абсолютными высотами 610-650 м [1].

Горячие серные источники Пятигорска, изливающиеся потоками различной мощности и ширины по склонам горы, часто меняют места своих выходов и осаждают на своем пути мощные толщи травертинов.

Современные выходы минеральных вод сосредоточены на южном склоне Машука. Ранее они изливались широкими потоками по северному, северо-восточному и восточному склонам, о чем свидетельствует распространение травертинов по всем склонам горы, кроме западного.

Травертины в значительной мере слагают Лермонтовский холм, отчленяющийся от Машука на севере, всю Горячую гору и образуют террасовидный уступ по южному, юго-восточному (курортная часть города), восточному, северо-восточному и отчасти северному склонам горы. Обширные травертиновые поля расположены у северного и южного подножий Машука, причем на юге и юго-востоке область их распространения захватывает восточную часть Пятигорска и доходит до современной поймы Подкумка.

Высотные отметки, на которых появляются травертины, различны. В районе Лермонтовского холма они расположены на относительной высоте около 180 м, а на южном склоне спускаются к 3-4-метровой пойменной террасе Подкумка.

Мощность травертинов часто измеряется десятками метров, достигая на Горячей горе 67 м.

Минераловодское поднятие испытывало два этапа воздымания. Магматические внедрения в начале плиоцена остановились на значительной глубине по отношению к современной денудационной поверхности центральной части исследуемого поднятия, а горные поднятия над внедрениями имели относительно не большую высоту (не более 1-1,5 км). Последующая денудация в течение всего плиоцена (8-10 млн. лет) нивелировала поверхность минераловодского поднятия, в том числе поверхность горных массивов, до уровня прилегающей аллювиальной равнины. Магматические ядра этих первых возвышенностей в большинстве случаев ещё не были обнаружены, не смотря на то, что их апикальные части к началу четвертичного времени уже находились вблизи поверхности до четвертичного пенеплена. Обнаженным к этому времени мог оказаться лишь магматический массив горы Бештау, о чем свидетельствует галька бештаунита, разнесенная по поверхности, и ныне встречающаяся на склонах гор Машук и Лысая вплоть до их вершинных частей [1].

Следующий мощный этап тектоно-магматической активизации проявил себя в конце плейстоцена - начале голоцена и привел к окончательному оформлению структурных особенностей Минераловодского поднятия.

В результате данных активизаций река Подкумок, огибая гору Машук, помимо молодых современных террас у подножия, оставила на её южном склоне высоко поднятую (на 350-400 м) террасу, приуроченную к денудационному уровню апшеронского яруса. В составе гальки террасы найден бештаунит, галечники перекрыты мощной толщей известковых травертинов, кроме того, в составе террасового аллювия встречены кости мелких грызунов и крупных млекопитающих, что говорит об их четвертичном возрасте [2].

Образование травертинов происходило в короткое по продолжительности время, но сложило большие массивы. Это может быть объяснено высокой температурой глубинных вод. Вероятно, вода начальных гидротерм была перегретой и очень быстро испарялась на выходе, оставляя здесь же все растворенные вещества.

Современное состояние гидротермальной деятельности говорит о её затухании. Следы прежней деятельности в виде следов образования травертинов обнаруживаются на многих горных массивах (Машук, Лысая, Железная, Развалка и другие). Из 23 известных источников в настоящее время используются лишь 16. По температуре воды — холодные (Незлобинский, Завадовский, Гаазовский источники), теплые, 23—35°C (Владимирский) и горячие, 35-61°C (источники Славяновский, Смирновский, Лермонтовский, им. Семашко). Некоторые источники прекратили свою деятельность «на глазах» наших предков (например, упомянутый Владимирский источник, сравнительно недавно был мощным источником, сейчас же он практически прекратил свою деятельность). Провал на горе Машук является одним из наиболее крупных источников продолжающих свою активную деятельность, однако и он не просуществует вечно.

Сказанное выше показывает, что гидротермальные ресурсы КМВ не вечны, изменения в активности гидротерм происходит достаточно быстро, многие из них могут исчезнуть на протяжении жизни нескольких поколений людей. Для того чтобы не произошло полного исчезновения данных источников их необходимо сохранять, а так же исследовать территорию для поиска новых источников.

Также, важно отметить, что травертины являются не только хорошим строительным материалом, но и рудосодержащими породами. Территория КМВ является территорией, на которой велась добыча рудных полезных ископаемых (в частности урана), поэтому содержание руд в травертинах вполне вероятно.

Литература

1. Коллеганова (Астапова) Д.А., Сазонов И. Г. Парадоксы гидротермальной активности Северо-Кавказского Пятигорья // Материалы II международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и научных работников «Международные и отечественные технологии освоения природных минеральных ресурсов и глобальной энергии». – Астрахань, 2003. – Т. 1. – С. 35–37.
2. Коллеганова (Астапова) Д.А., Сазонов И. Г. Особенности гидротермальной активности массива г. Развалка // Материалы XXXIII научно-технической конференции по результатам работы профессорско-преподавательского состава, аспирантов и студентов СевКавГТУ. – Ставрополь, 2004 – Т.1. – С. 31–32.

ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИ ЦЕННЫЙ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЙ ПЕНОМАТЕРИАЛ НА ОСНОВЕ КРЕМНИСТЫХ КРИПТОКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ ОСАДОЧНО-ХИМИЧЕСКИХ ПОРОД КАЗАХСТАНА

Б.Е. Жакипбаев, А. Дархан

Научный руководитель профессор Б.О.Есимов

Южно-Казахстанский государственный университет им. М.Ауэзова, г.Шымкент, Республика Казахстан

Несмотря на то, что в последнее время вопросам повышения качества и расширения номенклатуры теплоизоляционных материалов уделяется повышенное внимание, на рынке строительных материалов Казахстана по-прежнему наблюдается недостаток продукции данного вида. Это связано с недостаточным вниманием оценке надежности новых разработанных материалов в ограждающих конструкциях, которые достаточно часто не стыкуются с материально-техническими, климатическими и экономическими условиями отдельных регионов нашей страны [1].

Современные требования, предъявляемые к энергосбережению ограждающих конструкций, делают необходимым использование высокотехнологичных материалов и систем, которые позволят решить проблему эффективной теплозащиты зданий, требующих существенных расходов энергоресурсов для отопления [1].

В этой связи необходима исследовательская работа по подбору технологически и экономически наиболее благоприятного минерального сырья в качестве основного компонента пеноматериала теплоизоляционного назначения и разработка технологии его производства, исключив из схемы традиционной технологии энергоемкий и экономически невыгодный процесс варки и грануляции специальной стекломассы для снижения себестоимости конечного продукта – блочного пеностекла. Однако пеностекло, получаемое традиционным способом сравнительно дорогой материал, несмотря на все его уникальные физико-технические и эксплуатационные свойства.

Перспективным сырьем для производства теплоизоляционного пеностекла могут стать опоки, представляющие собой высококремнеземистые палеогеновые опоковые горные породы осадочно-химического происхождения, состоящие почти целиком из аморфного кремнезема – весьма перспективной минеральной фазой для стеклоделия.

Целью поставленного исследования является определение возможности получения теплоизоляционного пеностекла (пенокремнезема) путем низкотемпературной обработки сырьевой смеси на основе аморфных кремнеземистых пород, исключив при этом из схемы традиционной технологии энергоемкий и экономически невыгодный весьма трудоемкий процесс высокотемпературной варки и грануляции специальной многокомпонентной стекломассы, а также изучение свойств полученного материала и разработка технологии его производства.

Кремнеземистые осадочно-химические горные породы на территории Казахстана представлены опоками, опоквидными песчаниками и глинами, диатомитами, трепелами и спонголитами. Их минералогическая особенность заключается в том, что все они состоят из уплотненных в различной степени кремнистых остатков диатомей, радиолярий и игл губок, сложенных кремнеземом, содержание которого в

опоках казахстанских месторождений колеблется от 57,7 до 85,97%, диатомитах от 62,6 до 83,65%, трепелах от 67,56 до 76,0% и спонголитах от 91,3 до 93,6% [2].

На территории Южно-Казахстанской области зафиксировано более 20 месторождений и проявлений опок и опоковидных глин, приуроченных к сузакскому и ханаватскому ярусам палеогена. Опоковидные породы развиты в районах Кынгракского, Дарбазинского, Жилгинского и других куполообразных поднятий палеогена, прогнозные запасы которых, только в Южно-Казахстанской области составляют около 10 млн. тонн, а по Казахстану составляют более 1 млрд. тонн [2].

Основной фазовый состав опок представлен тремя минералами – опалом, кристобалитом и кварцем. Преобладающим минералом в опоках является опаловый микросферолитовый материал, сцементированный по типу спорикосновения, в котором содержание аморфного кремнезема составляет до 97%, в некоторых случаях содержится вторичный кварц до 5%.

Опоки представляют собой легкие и плотные кремнистые породы, имеющие тонкопористую структуру и состоящие в основном из мельчайших (менее 0,005-0,001 мм) частиц опал-кристобалита изометрической и неправильной формы. Они характеризуются, по сравнению с диатомитами и трепелами, большей твердостью и большей средней плотностью. В опоках нередко присутствуют следы пребывания кремниевых организмов, в том числе и диатомей, и остатки их растворения [2].

Химический состав опок Кынгракского месторождения представлен в таблице [2].

Таблица

Химический состав опок Кынгракского месторождения [2]

Содержание оксидов, % по массе										
SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	SO ₃	H ₂ O	ппп
69,97-78,63	6,11-10,38	2,37-3,44	0,25-0,45	0,3-2,19	0,98-1,82	0,55-1,07	0,69-1,12	0,76-3,75	3,34-4,36	3,97-6,53

Из приведенных данных видно, что содержание основного оксида SiO₂ в опоках, изменяется в пределах 70-80%. Это определяет его роль как основного сырьевого материала для производства пеностекла. Суммарное содержание кремнезема складывается из трёх составляющих: опаловый кремнезём, кремнезём, входящий в состав глинистых минералов и кремнезём, представленный терригенным кварцем [2].

По данным растровой электронной микроскопии и рентгеновского энергодисперсионного микроанализа при увеличениях (x1200–x15000) нами установлено, что основная масса исследуемых опок Кынгракского месторождения представлена глобулами размером порядка 3,5-4 микрон и сложены из мельчайших сфероидальных минеральных агрегатов (рисунок), которые сформированы из округлых фаз аморфного кремнезема, имеющих размеры на микроуровне, испытывающие дальнейшую внутреннюю конденсацию и перестройку до более уплотненного состояния, приводящие к образованию и росту коллоидных частиц больших размеров, сердцевина которых состоит из SiO₂, а поверхность покрыта группами SiOH.

Структурные особенности исследуемых опок, а также известная высокая реакционная способность аморфного кремнезема в процессах силикатообразования послужили основой исследований прямого применения опок с поробразующими добавками для получения пеноматериала.

На скорость протекания реакции и интенсивность процесса вспенивания влияют степень тонкости помола и величина поверхности реагирующего компонента. Найдено число наиболее оптимальной удельной поверхности, равное 1000-1200 м²/кг. Оптимальная концентрация гидроксида натрия, способствующая образованию из исследуемых опок аморфной вспенивающейся массы в процессе термообработки, равна 13-15%.

Установлен оптимальный температурно-временной режим получения пеностекла (пенокремнезема) на основе исследуемых опок. Температура загрузки форм с массой в печь – 600⁰С; скорость подъема температуры от 600 до 850⁰С – 6-10⁰С/мин; выдержка при 850⁰С – 30 минут и отжиг. Физико-технические характеристики полученного пеноматериала следующие: плотность – 340-370 кг/м³; пористость – 85-90%; водопоглощение – 8-12%; прочность при сжатии – 20-25 МПа; теплопроводность – 0,067-0,070 Вт/(м⁰С).

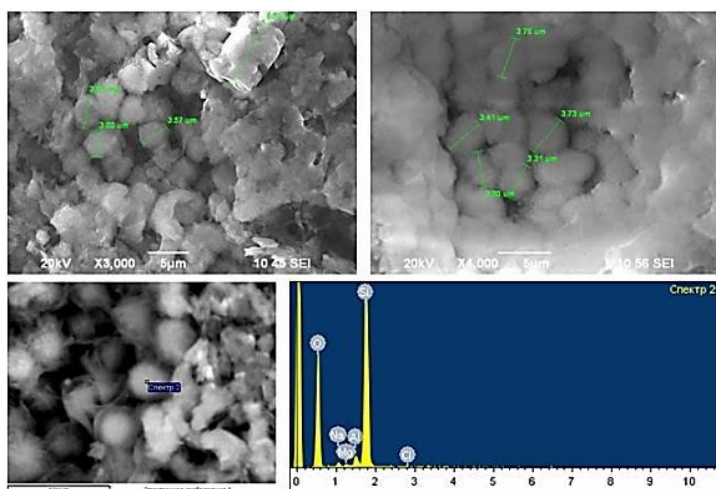


Рис. Структурные особенности исследуемых опок

Литература

1. Государственная Программа по форсированному индустриально-инновационному развитию Республики Казахстан на 2010-2014 годы. – Астана, 2010. – 95 с.
2. Бишимбаев В.К., Есимов Б.О., Адырбаева Т.А., Руснак В.В., Егоров Ю.В. Минерально-сырьевая и технологическая база Южно-Казахстанского кластера строительных и силикатных материалов. – Алматы, 2009. – 266 с.

БЕЗТИГЕЛЬНЫЙ СИНТЕЗ РУБИНА ЮВЕЛИРНОГО КАЧЕСТВА МЕТОДОМ ВЕРНЕЙЛЯ**Б.Е. Жакипбаев, М. Кунтубаева**

Научный руководитель профессор Б.О. Есимов

**Южно-Казахстанский государственный университет им. М.Ауэзова, г.Шымкент,
Республика Казахстан**

Рубин – драгоценная разновидность корунда, представленная в основном на 96-98% из Al_2O_3 и окрашенная примесью Cr_2O_3 – 2-4%. Рубин ювелирного назначения, высокая стоимость которого обусловлена редкостью нахождения кристаллов хорошего качества, с коммерческой точки зрения является важным драгоценным камнем [1].

Примерно в пяти из его известных проявлений присутствуют благородные корунды, пригодные для использования в ювелирной промышленности [2]. В Казахстане впервые благородный рубин ювелирного качества размером 18 x 12 мм был обнаружен в 1993 году в образце, отобранном из небольшого (1,5 x 0,2 м) линзовидного тела пегматоидов кварцево-полевошпатового состава, располагающегося в толще мигматизированных гнейсов, обнажающихся южнее озера Маркаколь в Восточном Казахстане, где известны 5 проявлений рубина [2].

Запасы натуральных драгоценных минералов ювелирного назначения в связи с их резковозрастающим спросом на них с каждым годом уменьшаются и в связи с этим, цены также начали повышаться и поэтому понятно стремление научиться синтезировать их искусственным путем, тем более, что синтезированные монокристаллы по сравнению с природными отличаются высокими стабильными свойствами, которые в свою очередь при относительно небольших затратах материальных средств и времени могут быть получены в больших количествах.

В настоящее время остро стоит проблема синтеза материалов с заданными физико-химическими свойствами, которые в некоторых случаях зависят от выбранного метода синтеза, температурно-временного режима и т.д. Одним из таких важных материалов с определенными физическими и химическими свойствам, является рубин, монокристаллы которого применяются в лазерной технике в качестве активных элементов лазеров.

В Казахстане монокристаллы рубина не выпускаются, потребность покрывается поставками из зарубежных стран. С развитием новых экономических отношений появляется необходимость быстрого развития собственной отрасли технических кристаллов и изделий на их основе для обеспечения наукоемких современных производств, техники и технологии.

Целью исследования является синтез рубина на сконструированной авторами усовершенствованном высокотемпературном аппарате методом Вернейля, обладающего следующими преимуществами:

отсутствие платинового тигля (контейнера);

процесс выращивания були при температуре 2050⁰С на воздухе;

техническая простота аппарата;

безопасность при эксплуатации и экономичность, так как в нем нет баллонов, редукторов и сложной горелки;

доступность наблюдения за ростом кристаллов.

Эксперименты осуществлялись на синтетических затравках различной конфигурации и размеров с использованием в качестве сырья оксида алюминия марки ЧДА и оксида хрома, максимальное содержание которого составляло примерно 3% (рисунок 1). Так как Cr_2O_3 изоморфен с Al_2O_3 и гармонично входит в его кристаллическую структуру, ионы хрома превышающие по своим размерам ионы алюминия, которые он замещает, деформируют кристаллическую структуру, сдвигая поглощенный свет в красную область спектра.

Как показали наши экспериментальные исследования, наиболее важными условиями для выращивания монокристаллов рубина являются подбор затравочного материала, а также максимально равномерная подача шихты, которая зависит от степени ее сыпучести.

Поэтому была обеспечена равномерная подача шихты с гранулометрическим составом 20-25 мкм, а также опускание кристаллодержателя с затравкой во время роста со скоростью 5 - 10 мм/ч для того чтобы поверхность кристалла постоянно находилась в рабочем положении, т.е. в фокусе кристаллизации.

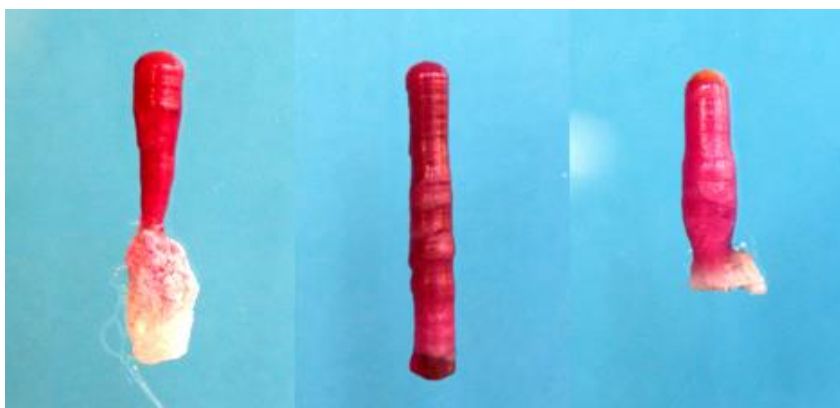


Рис. 1 Синтезированные образцы рубина (2050⁰С)

Установлено, что подача шихты и опускание кристаллодержателя, должны подбираться таким образом, чтобы граница между твердой и жидкой фазами оставалась на одном и том же уровне относительно пламени.

Была замечена неодинаковая способность окрашиваться в красный цвет разных пирамид роста кристаллов рубина.

Эксперименты с использованием шихты с более грубым помолом, т.е. когда размеры частиц более 20-25 мкм, показали, что это вызывает преждевременное нежелательное затвердевание тонкого расплавленного слоя и, как следствие, приводит к зарождению мелких разобленных кристалликов и нарушению монолитности синтезируемой були, о чем свидетельствует их структура (рисунок 2).

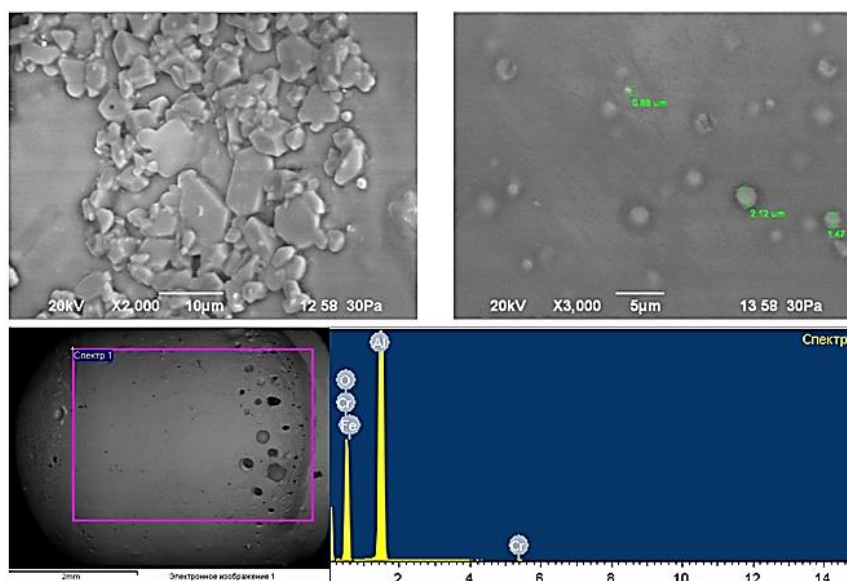


Рис. 2 Внутренняя структура синтезированных образцов рубина

По данным растровой электронной микроскопии и рентгеновского энергодисперсионного микроанализа представлены структура, химический элементный состав, а также отчетливо прослеживаются внутренняя структура синтезированных образцов рубина, где при введении больших количеств оксида хрома содержание различных включений и внутренние напряжения в синтезированных образцах достигали таких величин, что кристаллы становились мутными и трещиноватыми, непригодными для изготовления драгоценных камней ювелирного качества.

Литература

1. Пашинский В.Н. Все о драгоценных камнях. М.: – Астрель; СПб.: – Полигон, 2011. – 160 с.
2. Х.А.Беспаяев, Б.С.Ужкенов, С.А.Алиаскаров, К.М.Егембаев. Месторождения и проявления драгоценных и полудрагоценных самоцветов. Справочник самоцветов Казахстана. – Алматы: Минеральные ресурсы Казахстана, 1999. – Т.1. – 155 с.

ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЙ СОСТАВА И СВОЙСТВ ВОЗДУШНО-СУХОГО РАЗНОТИПНОГО ТОРФА МЕТОДОМ ФАКТОРНОГО АНАЛИЗА

А.Г. Зарубин, О.Л. Булгакова

Научный руководитель доцент, Н.В. Чухарева

Национальный исследовательский Томский политехнический университет г. Томск, Россия

Изучению состава и свойств торфа всегда уделялось большое внимание из-за ценности его органической части [1-3]. Материалы на основе торфа находят широкое применение для решения различных задач в отраслях сельского хозяйства, промышленности, а так же для решения ресурсоэффективных экологических задач [4-7]. Но, ввиду того, что торф изначально является сложным природным объектом, включающим органическую и неорганическую составляющие, однозначного подхода при выборе направления его использования к настоящему времени не существует. Данный факт обусловлен разной степенью влияния на свойства получаемых конечных продуктов ботанического состава, типа торфа, степени деструкции органической составляющей и т.д. Поэтому важно сформировать комплексную информационную базу свойств исходного сырья. Но совокупность множества различных характеристик торфа на основе физико-химического и технического методов анализа, с одной стороны, не всегда позволяет исключать часть некорректно полученных данных с учетом всех исследованных свойств, а не одного их ряда, не всегда позволяет выделить специфичность объекта. С другой стороны – не позволяет идентифицировать объекты по исходным характеристикам, например типу, если таковые данные отсутствуют первоначально.

Одним из решений, для достижения поставленной задачи, может быть применение метода факторного анализа, на основе которого возможно осуществить классификацию объектов по набору различных свойств. Указанный метод позволяет представить матрицу наблюдаемых данных (X) в виде произведения двух матриц плюс остаточная ошибка, errors – E [8]:

$$X = SL + E,$$

где L – матрица внутренних факторов свойств (нагрузок, loadings), а S – матрица индивидуальных показателей этих факторов (счетов, scores). Инструментарий факторного анализа позволяет понизить размерность многомерных данных, посредством выделения наиболее существенных факторов и подойти к интерпретации свойств исследуемых объектов в новом факторном пространстве главных компонент (principal component, PC) [9]. Реализация факторного анализа в табличном редакторе Excel описана А.Л. Померанцевым [10]. Факторный анализ находит широкое применение при анализе свойств и состава природных объектов, так в работе [11] авторы использовали факторное пространство главных компонент для объяснения распределения торфов на местности в зависимости от состава.

Цель данной работы – оценка изменений состава и свойств воздушно-сухого разнотипного торфа методом факторного анализа.

В соответствии с поставленной целью выдвинуты следующие задачи:

вычисление матрицы факторов по свойствам воздушно-сухого разнотипного торфа;

выбор наиболее значимых факторов;

интерпретация факторов.

Объекты исследования: двадцать образцов воздушно-сухого разнотипного торфа одиннадцати месторождений Томской области были изучены на ботанический состав [12], элементный состав [13], групповой состав [14], функциональный состав методом ИК-спектроскопии [15] и методом электронного парамагнитного резонанса [16].

Характеристика объектов приведена в табл. 1. Результаты исследования свойств – в табл. 2.

Таблица 1

Характеристика воздушно-сухого торфа

Месторождение	Вид торфа, шифр	Группа	Растения-торфообразователи, (содержание, массовая доля, %)	Степень разложения, %
верховой тип торфа (H)				
Семиозерье	сфагново-мочажинный ВСМ-5	моховая	сфагнум балтикум (60), сфагнум фускум (10), сфагнум магелланикум (10), сфагнум ангусти-фолиум (10), сфагнум майус (5), пушица (5)	5
Темное	фускум-торф ВФ-5		сфагнум фускум (80), сфагнум ангустифолиум (5), сфагнум магелланикум (10), неопределенные остатки (5)	5
Березовая грива	сфагновый ВС-5		сфагнум магелланикум (40), сфагнум папиллоуз (5), сфагнум куспидатум (10), сфагнум фаллак (10), осока топяная (10), осока вздутая (5), шейхцерия (5), хвощ (5), гипновые (5), кустарнички (5)	5
Айгарово	фускум-торф 1 ВФ-10		сфагнум фускум (80), сфагнум магелланикум (10), сфагнум ангустифолиум (5);	10

Характеристика воздушно-сухого торфа

Месторождение	Вид торфа, шифр	Группа	Растения-торфообразователи, (содержание, массовая доля, %)	Степень разложения , %
			кустарнички (5)	
Колпашевское	магелланикум -торф ВМ-10		Сфагнум магелланикум (55), сфагнум фускум (25), пушица (10), осока топяная (5), кустарнички, сосна (5)	10
Саим	сфагнуво-мочажинный, 1 ВСМ-15		сфагнум майус (15), сфагнум куспидатум (25), сфагнум энзени (15), сфагнум линдбергии (15), сфагнум магелланикум (10), сфагнум папиллоуз (5), шейхцерия (10), вересковые (5)	15
Темное	фускум-торф, 2 ВФ-20		сфагнум фускум (70), сфагнум ангустифолиум (10), сфагнум магелланикум (10), кустарнички (5)	20
Семиозерье	пушицево-сфагновый, ВПС-25	травяно-моховая	пушица (50), сфагнум ангустифолиум (30), сфагнум магелланикум (10), сфагнум фускум (5), кустарнички, сосна (5)	25
Колпашевское	пушицево-сфагновый, 1 ВПС-35		пушица (80), сфагнум фускум (5), сфагнум магелланикум (5), сфагнум ангустифолиум (5), кустарнички, сосна (5)	35
Айгарово	шейхцериевый, ВШ-40	травяная	шейхцерия (60), сфагнум магелланикум (10), сфагнум ангустифолиум (10) сфагнум фускум (5), пушица (5), осока топяная (5), остатки древесины сосны (5)	40
переходный тип торфа (М)				
Семиозерье	шейхцериевый, ППШ-20	травяная	шейхцерия (50), пушица (20), сфагнум субсекундум (10), осока топяная (5), осока вздутая (5), сфагнум магелланикум (5), кустарнички (5)	20
Большое Пивоваровское	пушицево-сфагновый, ППС-25		пушица (35), сфагнум фускум (15), сфагнум магелланикум (20), вахта (15), осока топяная (5), осока вздутая (5), древесные остатки, береза (5)	25
Васюганское	осоково-сфагновый, ПОС-30	травяно-моховая	осока топяная (30), осока вздутая (10), сфагнум фускум (20), сфагнум магелланикум (10), сфагнум ангустифолиум (5), пушица многоколосковая (25)	30
низинный тип торфа (L)				
Гусевское	осоково-гипновый НОГ-25		гипновые мхи (50), осока топяная (25), осока вздутая (15), вахта (5), древесные остатки (5)	25
Березовая грива	осоково-гипновый, 1 НОГ-45	травяно-моховая	гипновые мхи (65), вахта (10), осока вздутая (10), осока топяная (5), сфагнум магелланикум (5), кустарнички березы (5)	45
Полуденовское	осоковый 2 НО-25		вахта (55), осока топяная (30), осока вздутая (10), хвощ (5), каллиергон (5), древесные остатки, береза (5), неопределенные остатки (5)	25
Таган	осоковый НО-35		осока вздутая (65), осока топяная (5), хвощ (5), Вахта (10), травяные остатки (15)	35
Васюганское	Осоковый, 1 НО-35	травяная	осока вздутая (45); осока топяная (45), сфагнум майус (5), фускум (5), гипновые мхи (+)	35
Полуденовское	древесно-осоковый, НДО-30	древесно-травяная	древесина сосны (35), кустарнички березы (5), осока топяная (10), осока вздутая (10), осока сближенная (10), осока высокая (10), хвощ (10), папоротник (5), каллиергон (5)	30
Клюквенное	Древесный, НД-30	древесная	древесина сосны (40), папоротник (25), вахта (10), осока топяная (5), хвощ (10), тростник (10), сфагновые мхи (+)	30

Таблица 2

Свойства воздушно-сухого разнотипного торфа

Шифр образца	lg(S)	Б	ГК	НГО	ВРВ+ЛГВ	ФК	Ц	С	Н	N	O+S	$D_{3400/1620-1600}$	$D_{2920/1620-1600}$	$D_{1250-1200/1620-1600}$
ВСМ-5	18,29	4,6	9	8,2	53,6	15,6	9	52,1	6,3	0,88	40,8	2,76	1,66	0,98
ВФ-5	16,14	4,4	10	9,6	52,6	16,2	7,2	49,6	6,0	0,58	43,8	2,84	1,75	0,88
ВС-5	15,62	3,7	18	8,9	47,7	14,7	7	45,0	5,7	3,12	46,1	1,60	1,25	0,77
1 ВФ-10	16,31	3,9	20	10	40,2	18,8	7,1	52,2	5,4	0,74	41,6	2,48	1,49	0,77
ВМ-10	16,27	4	10,1	8	52,4	18,5	7	54,3	4,2	1,74	39,7	2,26	1,31	0,71
1 ВСМ-15	16,41	4,6	14,3	9,9	49,8	16,1	5,3	56,0	6,4	2,39	35,2	1,40	1,38	0,72
2 ВФ-20	15,96	4,4	16,2	10,2	46,1	17,5	5,6	48,6	5,7	3,03	42,6	1,33	1,02	0,54
ВПС-25	16,38	6,3	25	12,4	32,6	18,3	5,4	55,8	6,0	1,54	36,7	1,48	1,49	0,80
1 ВПС-35	16,56	8,2	28	8,2	31,3	18,6	5,7	57,1	6,1	1,31	35,5	1,41	1,45	0,82
ВШ-40	16,56	8	28,9	10,3	30,3	19,7	2,8	57,9	5,9	2,47	33,8	1,23	1,19	0,74
ПШ-20	16,54	4,3	30,4	12,9	33,2	17,2	2	53,8	6,1	2,85	37,3	1,33	1,18	0,66
ППС-25	16,53	3,4	34,1	12	35,9	11,1	3,5	55,9	5,2	2,01	36,9	1,65	1,71	0,82
ПОС-30	16,37	5	25,2	10	39,2	18,6	3	56,9	5,9	2,06	35,1	1,32	1,15	0,75
НОГ-25	15,81	3	30	18,2	33,5	13	2,3	43,4	5,6	5,89	45,2	1,25	0,90	0,46
2 НО-25	16,27	2,2	38	17,5	28,5	11,8	2	58,1	6,7	3,76	31,4	1,19	1,15	0,62
НД-30	16,10	4	43,9	11,9	27,5	10,6	2,1	56,0	6,0	3,05	35,0	1,19	1,01	0,62
НДО-30	16,19	4,2	35	14,1	28,7	12,1	1,9	63,3	6,1	4,38	26,3	1,16	1,10	0,63
НО-35	15,00	2,9	40	16,5	26	12,7	1,9	52,8	6,3	4,45	36,5	1,60	1,21	0,58
1 НО-35	16,06	3,1	38,3	17	27,6	12	2	54,1	6,4	3,56	35,9	1,21	1,05	0,59
1 НОГ-45	15,97	3,1	38	15,9	28,3	13	1,7	53,7	6,1	2,91	37,3	1,49	1,15	0,62

Примечание – lg(S) – логарифм концентрации парамагнитных центров (метод электронного парамагнитного резонанса); Б – содержание битумов, % на daf; ГК – содержание гуминовых кислот, % на daf; НГО – содержание негидролизуемого остатка, % на daf; ВРВ+ЛГВ – содержание водорастворимых и легкогидролизуемых веществ, % на daf; ФК – содержание фульвокислот, % на daf; Ц – содержание целлюлозы, % на daf (метод определения группового состава); С – содержание углерода, % на daf; Н – содержание водорода, % на daf; N – содержание азота, % на daf; O+S – суммарное содержание кислорода и серы, % на daf (метод определения элементного состава); $D_{3400/1620-1600}$, $D_{2920/1620-1600}$, $D_{1250-1200/1620-1600}$ – отношения оптических плотностей соответствующих характеристических линий ИК-спектра

Результаты и их обсуждение

На основании данных из табл. 2 были полученные результаты факторного пространства для двенадцати главных компонент, информационное содержание которых в виде графиков полной и объясненной дисперсии остатков представлены на рис. 1.

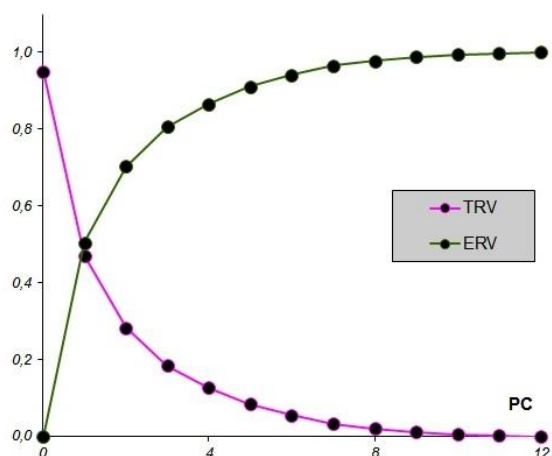


Рис. 1. График полной (TRV) и объясненной (ERV) дисперсии остатков

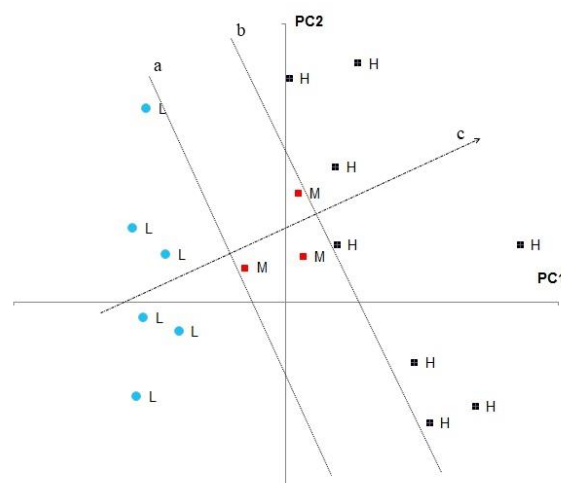


Рис. 2. Факторное пространство PC1–PC2 для воздушно-сухого разнотипного торфа

На рис. 1 видно, что пространство PC1–PC2 (Таблица 3) моделирует 70 % исходных данных и является более информативным, чем остальные пространства PC3–PC12, которые моделируют оставшиеся 30 % данных таблицы 2.

Таблица 3

Факторное пространство PC1–PC2 для воздушно-сухого разнотипного торфа

Шифр образца	PC1	PC2
верховой тип торфа (Н)		
ВСМ-5	5,168	0,618
ВФ-5	4,179	-1,127
ВС-5	1,509	-2,750
1 ВФ-10	2,837	-0,655
ВМ-10	3,168	-1,308
1 ВСМ-15	1,130	0,614
2 ВФ-20	0,423	-2,005
ВПС-25	1,101	1,457
1 ВПС-35	1,603	2,576
ВШ-40	0,078	2,414
переходный тип торфа (М)		
ПШ-20	-0,903	0,370
ППС-25	0,379	0,490
ПОС-30	0,267	1,174
низинный тип торфа (L)		
НОГ-25	-3,075	-3,753
2 НО-25	-3,368	0,798
НД-30	-2,639	0,511
НДО-30	-3,075	2,088
НО-35	-3,288	-1,022
1 НО-35	-3,139	-0,172
1 НОГ-45	-2,355	-0,318

Построение факторного пространства PC1–PC2 для исследуемых торфов в зависимости от их типа (рис. 2) позволяет выявить взаимосвязь состава и свойств воздушно-сухого разнотипного торфа.

Из рис. 2 видно, что все исследованные низинные торфа находятся в начальной части факторного пространства PC1–PC2 (до линии **а**), переходные в средней части (между линиями **а** и **б**), а верховые в верхней части (после линии **б**). Так же на рис. 2 заметно симбатное изменение состава и свойств воздушно-сухого разнотипного торфа в направлении вектора **с**.

Выводы

Таким образом, метод факторного анализа применен для оценки изменения состава и свойств воздушно-сухого торфа в зависимости от его типа. Установлена векторная взаимосвязь изменения состава и свойств воздушно-сухого разнотипного торфа в координатах факторного пространства PC1–PC2.

Статья выполнена в рамках конкурса научно-исследовательских проектов ВР Exploration Operating Company Limited («ВР») на основании договора о Пожертвовании компании «Бити Эксплорейшн Оперейтинг Компани Лимитед» №5255 от 04.04.2013г. (Проект «Разработка методики получения сорбционных материалов на основе торфов Томской области» под руководством Н. В. Чухаревой, к.х.н.).

Литература

1. Архипов В.С. Битуминозные торфа Томской области / В.С. Архипов, С.Г. Маслов, В.К. Бернатонис и др. – Томск: СТТ, 2008. – 240 с.
2. Лиштван И.И. Основные свойства торфа и методы их определения / И.И. Лиштван, Н.Т. Король. – Минск: Наука и техника, 1975. – 320 с.
3. Kauko K., Matti S., Teuvo H. Physical properties of peat and palsa formation // Cold Regions Science and Technology. – V. 52, 2008. – p. 408-414.
4. Peat in National Economy / Under the General Direction of B.N. Sokolov. – М.: Nedra, 1988. – 268 p.
5. Shishmina L.V. Influence of peat humates on flotation of coal / L.V. Shishmina, N.V. Chukhareva, A.V. Kravtsov // Кокс и химия, 2002. – № 2. – С. 7-9.
6. Наумова Л.Б., Егорова Л.А., Зарубин А.Г., Алексеева Т.П., Трунова Н.М. Исследование свойств лабильного органического вещества, образующегося при проведении биологической рекультивации на угольном отвале // Бутлеровские сообщения, 2013. – Т. 36. – № 11. – С. 139-145.
7. Чухарева Н.В. Определение нефтеемкости торфов томской области / Н.В. Чухарева, Л.В. Шишмина, С.Г. Маслов // Химия растительного сырья, 2013. – № 2. – С. 227-235.
8. Шараф М.А., Иллман Д.Л., Ковальски Б.Р. Хемометрика. – Л.: Химия, 1989. – 272 с.
9. Brereton R.G. Applied Chemometrics for Scientists. – Wiley, Chichester, UK, 2007. – 379 p.
10. Померанцев А.Л. Хемометрика в Excel: учебное пособие. – Томск: Из-во ТПУ, 2014. – 435 с.
11. Muller J., Kylander M., Martinez-Cortizas A., Wust R., Weiss D., Blake K., Coles B. and Garcia-Sanchez R. The use of principle component analyses in characterising trace and major elemental distribution in a 55 kyr peat deposit in tropical Australia: Implications to paleoclimate. Geochim. Cosmochim. Acta, 2008. – 72, 449–463.

12. ГОСТ 28245-89. Торф. Методы определения ботанического состава и степени разложения [Электронный ресурс] // Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии: – Режим доступа: <http://protect.gost.ru>.
13. Fadeeva V.P., Tikhova V.D., Nikulicheva O.N. Elemental analysis of organic compounds with the use of automated chns analyzers Journal of Analytical Chemistry, 2008. – V. 63. – № 11. – p. 1094-1106.
14. Лиштван И.И. Основные свойства торфа и методы их определения / И.И. Лиштван, Н.Т. Король. – Минск: Наука и техника, 1975. – 320 с.
15. Чухарева Н.В., Тихова В.Д., Зарубина О.Н., Шишмина Л.В. Изменение элементного состава и оптических свойств торфа под действием термической модификации // Вестн. КрасГАУ. – Красноярск, 2013. – № 11. – С. 85-93.
16. Сартаков М.П. Характеристика гуминовых кислот торфов Среднего Приобья: дисс. ... докт. биол. наук. – Тюмень, 2012. – 295 с.

МАГНИЙ СИЛИКАТНЫЕ ВЯЖУЩИЕ КОМПОЗИЦИИ

С.К. Казанцева

Научный руководитель доцент Н.А. Митина

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г.Томск, Россия

Магнезиальные вяжущие вещества — тонкомолотые порошки, состоящие в основном из оксида магния MgO, каустический магнезит получают обжигом природного магнезита $Mg(CO_3)$, температура процесса до 750...850°C, карбонат магния диссоциирует с образованием оксида магния $MgCO_3 = MgO + CO_2$. Обожженный продукт размалывают.

Основными минералами магнезиальных пород, кроме магнезита, являются диопсид $CaMgSi_2O_6$, тремолит $2CaO \cdot 5MgO \cdot 8SiO_2 \cdot 2H_2O$, серпентинит $3MgO \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$ (содержание минерала в породе 70–80 % мас.). Диопсид характеризуется цепочечной структурой пироксенов, тремолит — ленточной структурой амфиболов, серпентинит — слоистой структурой с открытым двухслойным пакетом слоев. Кристаллы диопсида в породах имеют удлинённо-призматическую форму, кристаллы тремолита и серпентинита — волокнистую и игольчатую. Они твердеют при затворении водными растворами солей магния. Магнезиальные вяжущие, затворенные соевым раствором, отличаются интенсивным твердением, высокой прочностью и износостойкостью.

Основным ограничением широкого использования магнезиальных вяжущих является влажность помещения или окружающего воздуха, так как в воде или влажной атмосфере прочность затвердевшего материала резко падает, причиной этому является образование водорастворимых продуктов гидратации и твердения. Многими исследователями проводятся обширные работы по повышению водостойкости изделий на основе магнезиальных вяжущих, но они в основном направлены на подбор состава заполнителя либо добавок в вяжущее [4].

Каустический магнезит получают из природного магнезита $MgCO_3$ обжигом при температуре 700- 800 °C и последующим тонким измельчением. В составе каустического магнезита находится не менее 75% оксида магния MgO. Если каустический магнезит затворить водой, то процесс гидратации идет очень медленно, а затвердевший материал имеет низкую прочность. На практике каустический магнезит затворяют растворами хлорида или сульфата магния. В таких растворах повышается растворимость MgO и резко ускоряется процесс твердения. Каустический магнезит вкуче с раствором хлорида магния активизирует кремнеземсодержащие, алюмосиликатные и другие природные и техногенные вещества. Хлористый магний для этих целей получают при переработке Карабогазской рапы (минерал бишофит) или выпариванием из воды лиманов и некоторых соленых озер. Для этой цели используют также природную каменную соль — карналлит, состоящую из смеси хлоридов магния и калия. Начало схватывания магнезитного теста должно наступать не ранее 20 мин, а конец — не позднее 6 ч после затворения. Уже через сутки прочность затвердевшего вяжущего должна быть не менее 1,5 МПа. Марочная прочность затвердевшего каустического магнезита 40...50 МПа.

Анализ научной информации дает достаточно полное представление о разнообразных направлениях в исследованиях по повышению водостойкости магнезиальных вяжущих. Одно из перспективных направлений увеличения водостойкости воздушных вяжущих — применение добавок, дающих различные эффекты, например:

- введение фосфорсодержащих добавок приводит к образованию нерастворимых комплексных соединений;
- в сочетании с портландцементом водостойкость обусловлена твердением клинкерных минералов;
- неорганические добавки (HCl, H₂SO₄, H₃BO₃) способствует формированию мелкопористых плотных структур;
- органические соединения защищают поверхность затвердевших фаз водонепроницаемой пленкой [2,3].

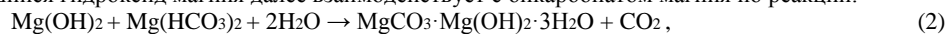
Эти виды добавок достаточно эффективны, но большинство из них дороги и дефицитны.

Недостатком изделий на магнезиальных вяжущих, получаемых с применением в качестве затворителя раствора хлористого магния, является их повышенная гигроскопичность. Для уменьшения гигроскопичности и увеличения водостойкости, наряду с применением минеральных добавок, целесообразно использовать другие виды затворителей. Основная цель применения затворителей отличающихся от растворов солей магния — получение водонерастворимых соединений, нами предлагается использовать бикарбонат магния, полученный карбонизацией газа CO₂ в автоклаве при давлении 0,9 МПа.

При взаимодействии каустического магнезита с водным раствором $Mg(HCO_3)_2$ сначала протекает реакция гидратации:



Образовавшийся гидроксид магния далее взаимодействует с бикарбонатом магния по реакции:



с образованием гидрата гидрокарбоната магния и диоксида углерода, который вступая во взаимодействие с избытком гидроксида магния, образует вторичный бикарбонат магния:



Вторичный бикарбонат магния вновь взаимодействует с гидроксидом магния с образованием новой порции гидрата гидрокарбоната магния, который вместе с гидроксидом магния образует первичные продукты гидратации магнезиального цемента, обеспечивающих его твердение в процессе перекристаллизации первичных коллоидных продуктов в кристаллическое состояние. В результате протекания реакций гидратации и твердения с участием бикарбоната магния образуются нерастворимые в воде соединения - $Mg(OH)_2$ и $MgCO_3 \cdot Mg(OH)_2 \cdot 3H_2O$. За счет этого образцы магнезиального вяжущего не разрушаются в водных условиях. Отсутствие растворимых соединений в цементном камне из такого вяжущего предопределяет его повышенную водостойкость с коэффициентом водостойкости более 1, и такой цементный камень твердеет с увеличением прочности не только в воздушной среде с относительной влажностью более 75 %, но и в воде после предварительного твердения на воздухе в течение 3-7 суток [1].

Цель настоящей работы – исследование состава модифицированной связки, полученной на основе бикарбоната магния и жидкого стекла. Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- подбор плотности жидкого стекла;
- установление оптимального соотношения раствора бикарбоната магния и жидкого стекла.

После смешения двух жидкостей образуется гелеобразный осадок. Было выяснено, что наибольшее количество геля образуется при плотности жидкого стекла 1100 кг/м^3 и соотношении 90% бикарбоната магния к 10% жидкого стекла. При затворении полученным веществом каустического магнезита смесь приобретает ярко выраженные тиксотропные свойства, что является положительным эффектом для использования разрабатываемых бетонов в качестве ремонтных составов.

При проведении экспериментов использовали магнезиальное вяжущее, модифицированную жидкость затворения, получали смешением в разном соотношении раствора бикарбоната магния и жидкого стекла различной плотности. Процесс получения жидкого стекла: сырьевую смесь расплавляют в стекловаренных печах при температуре 1300 ... 1400°C, после стекломассу выгружают в вагонетки. При быстром охлаждении полученная стекломасса твердеет и раскалывается, образовавшиеся куски называют силикат - глыбой. Растворимое стекло представляет собой натриевый силикат ($Na_2O \cdot nSiO_2$), где $n = 2,5...4$ — модуль стекла. Чем больше модуль стекла, тем выше его клеящие свойства и кислотостойкость. При этом взаимодействие этих веществ происходит по реакции :



Для исследования процесса твердения магнезиального вяжущего с модифицированной жидкостью затворения были изготовлены экспериментальные образцы магнезиального вяжущего размером 2x2x2 см. из теста нормальной густоты, состоящего из магнезита трех видов: порошок магнезитовый каустический, каустический брусит и магнезит.

После суточного твердения на воздухе образцы извлекались из форм и далее твердели в различных условиях: на воздухе, в воздушно-влажных условиях и в воде. Через определенное количество суток твердения у образцов определялся предел прочности при сжатии.

Результаты испытаний образцов на прочность при сжатии представлены в таблице.

Таблица

Прочность при сжатии образцов магнезиального вяжущего твердеющих в воздушной среде

Магнезиальное вяжущее	Среда твердения	Прочность при сжатии, МПа			
		3 сут.	7 сут.	14 сут.	28 сут.
Каустический магнезит	Воздух	9,058	10,094	12,628	15,681
Каустический брусит	Воздух	5,478	8,243	9,226	9,875
Порошок магнезиальный каустический	Воздух	7,319	6,334	7,656	7,800

Из результатов данной таблицы прочности образцов можно сделать вывод, что в начальные сроки твердения 0-3 суток темп нарастания прочности магнезиального цемента высокий. Далее набор прочности несколько замедляется.

Таким образом, в результате проведенных исследований установлено, что заменяя традиционную жидкость затворения магнезиальных вяжущих на модифицированную гелеобразную смесь, можно получить прочные магнезиальные композиции с высокой водостойкостью, которая будет создаваться за счет образования твердых нерастворимых соединений.

Литература

1. Лотов В.А., Митина Н.А. Получение водостойкого магнезиального вяжущего. // Техника и технология силикатов, 2010 – Т.17, – № 3. – С.19-22.
2. Вайвад А.Я. Магнезиальные вяжущие вещества. – Рига: Зинатне, 1972. – 310 с.
3. Философов П.П. Местные доломитовые вяжущие вещества. – М.: Стройиздат, 1984. – 92 с.
4. Мирюк О. А. Смешанное магнезиальносиликатное вяжущее // Теоретические и методологические проблемы современных наук: материалы IX Международной научно-практической конференции (Новосибирск, 5 октября 2013 г.). – Новосибирск: ООО агентство «Сибпринт», 2013. – С. 182–187.

МАГНЕЗИАЛЬНАЯ АКТИВИЗАЦИЯ ТВЕРДЕНИЯ ПРИРОДНЫХ МИНЕРАЛОВ**М.В. Кальгин**

Научный руководитель профессор О.А. Мирюк

Рудненский индустриальный институт, г. Рудный, Республика Казахстан

Большинство минералов природного и техногенного сырья не проявляет вяжущих свойств в нормальных условиях. При увеличении дисперсности сырья, воздействии на него извести и растворов солей, под влиянием гидротермальной обработки наблюдается значительный рост гидратационной способности минералов.

Известно активизирующее влияние $Mg(OH)_2$ и $MgCl_2$ по отношению к природным силикатам: диопсиду, цеолиту, тремолиту, серпентиниту [1]. По мнению [1], под действием гидроксида и соли магния из кристаллической решетки силикатов выходят катионы кальция, магния и протекают ионно-обменные процессы.

Цель работы: исследование гидратационных свойств минералов техногенного компонента смешанного магнезиального вяжущего.

Исследованы смеси, включающие 35% каустического магнезита и 65% силиката (табл.). Содержание минерала приближено к предположительно рациональному количеству техногенного компонента в смешанном вяжущем [2, 3]. Для затворения использован раствор хлорида магния плотностью 1220 кг/м³. Образцы, изготовленные из пластичного теста, твердели на воздухе. Фрагменты испытанных на прочность образцов подвергали физико-химическим исследованиям.

Таблица

Свойства мономинеральных магнезиальных вяжущих

Силикаты		Расход затворителя, %	$MgCl_2 : MgO$	Предел прочности при сжатии, МПа, образцов размером (2x2x2) см в возрасте, сут			
название	структура			2	7	28	90
Актинолит	Ленточная	49,1	0,826	30	36	43	40
Альбит	Каркасная	38,6	0,624	36	53	65	59
Андрадит	Островная	31,5	0,539	42	46	57	70
Диопсид	Цепочечная	34,9	0,590	42	47	61	58
Скаполит	Каркасная	38,1	0,652	33	47	57	60
Хлорит	Слоистая	55,9	0,944	15	17	17	13
Эпидот	Островная	34,3	0,573	38	58	64	60
Каустический магнезит		55,0	0,325	48	64	63	57

Добавление каждого минерала сопровождается изменениями расхода раствора соли для магнезиального вяжущего, которые на ранних стадиях коррелируют с механическими характеристиками камня. Отмечено, что повышение расхода затворителя до определенной величины (в данном случае – 38,6% для альбитового состава) не ухудшает прочности камня. Это согласуется с данными [4], свидетельствующими о росте активности магнезиальных вяжущих, затворенных избыточным количеством раствора. Высокая потребность в затворителе вяжущего с актинолитом обуславливает снижение его прочностных показателей. Пластинчатые частицы хлорита, введенного в состав вяжущего, адсорбируют затворитель и вызывают повышение водопотребности, однако в процессах гидратации минерал инертен. Слабое активизирующее влияние магнезиального вяжущего на актинолит и хлорит предопределено особенностью кристаллохимического строения минералов, повышенным содержанием гидратной воды в составе этих силикатов.

По интенсивности упрочнения в ранние сроки смешанные вяжущие уступают каустическому магнезиту. С течением времени твердения прочностные характеристики вяжущих на основе альбита, эпидота, диопсида, андрадита достигают контрольного уровня. Примечательно, что максимальную активность проявляют вяжущие, содержащие островные и цепочечные силикаты.

По данным дифрактометрических исследований, в гидратированных вяжущих сохраняется MgO ($d = 0,210$ нм). С учетом содержания оксида магния в магнезиальном и смешанных вяжущих отмечено сходство в скорости гидратации MgO . Однако в отличие от каустического магнезита в вяжущих с альбитом и диопсидом степень связывания MgO в гидраты – наименьшая, а в вяжущих с андрадитом и актинолитом – наибольшая. Интенсивное связывание MgO в андрадитовом вяжущем обусловлено, по-видимому, образованием гидросиликатов магния. В смеси с актинолитом значительная часть MgO преобразуется в гидроксихлориды магния. Отмечены сходства гидратообразования вяжущих из альбита и скаполита. С течением времени

гидратация MgO продолжается и более интенсивна в магнезиальносиликатных вяжущих. По данным дифрактометрического анализа, в период 7 – 80 сут связывается почти 20 – 30% MgO.

Состав кристаллогидратов цементного камня представлен гидрооксихлоридами магнезита и брусита. Основное количество MgO в смешанных вяжущих веществах расходуется на образование $5\text{Mg}(\text{OH})_2 \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ ($d = 0,760; 0,415$ нм). Наибольшее содержание пентагидрооксихлорида магнезита, сопоставимое с образованным в магнезитах, в смесях с альбитом и актинолитом. В других вяжущих доля 5 – формы составляет не менее половины таковой в затвердевшем магнезитах. Содержание $3\text{Mg}(\text{OH})_2 \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ ($d = 0,830$ нм) в смешанных вяжущих весьма ограничено.

В отличие от каустического магнезита во всех смешанных вяжущих незначительно количество $\text{Mg}(\text{OH})_2$. На рентгенограммах смесей с альбитом и актинолитом пик брусита $d = 0,480$ нм отсутствует.

Особенности гидратообразования в магнезиальносиликатных вяжущих в определенной степени зависят от соотношения ($\text{MgCl}_2:\text{MgO}$). Увеличение почти вдвое этого показателя по сравнению с магнезитом объясняет малое количество или полное отсутствие $\text{Mg}(\text{OH})_2$ в гидратированных смешанных вяжущих. Соотношение ($\text{MgCl}_2:\text{MgO}$) меняется в зависимости от расхода затворителя для смесей с разными минералами. Высокое содержание хлорида магнезита в альбит- и актинолитсодержащих вяжущих, по-видимому, обуславливает отсутствие брусита и повышенное количество гидрооксихлоридов магнезита.

Длительное существование метастабильного $5\text{Mg}(\text{OH})_2 \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ наблюдается при снижении концентрации MgCl_2 за счет его частичного связывания. Устойчивость пентагидрооксихлорида магнезита в камне смешанных вяжущих, отличающихся высокой концентрацией MgCl_2 на единицу массы MgO, свидетельствует об активном участии хлорида магнезита в процессах гидратообразования не только на основе каустического магнезита.

В затвердевших смешанных вяжущих сохраняются минералы. При этом интенсивность отражений силикатов на дифрактограммах цементного камня уменьшается на 25 – 35% по сравнению с исходным вяжущим. Это свидетельствует об участии природных минералов в формировании гидратов. Отсутствие на рентгенограмме новых отражений позволяет предположить возникновение аморфных образований типа гидросиликатов и гидроалюмосиликатов магнезита, а также появление твердых растворов.

Сравнительный анализ физико-механических характеристик вяжущих свидетельствует о вкладе новых гидратов в упрочнение камня и повышение его водостойкости. Особенностью состава магнезиальносиликатного камня является преобладание пентагидрооксихлорида магнезита, стабильно существующего при длительном твердении. Незначительное количество брусита в камне различного возраста указывает на отток большей части $\text{Mg}(\text{OH})_2$ в гидратные комплексы.

На примере магнезиального вяжущего с андрадитом $\text{Ca}_3\text{Fe}_2[\text{SiO}_4]_3$ изучено влияние плотности затворителя. Потребность вяжущего в затворителе зависит от содержания каустического магнезита, при увеличении которого в пределах 25 – 45% возрастает от 32% до 42%. Прочностные показатели исследуемых составов более чувствительны к изменению концентрации хлорида магнезита особенно в ранние сроки твердения. Дифрактометрический анализ продуктов твердения вяжущего показывает, что основным гидратом является $5\text{Mg}(\text{OH})_2 \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$, кристаллы которого в смешанном вяжущем, в отличие от магнезита, появляются в более ранние сроки. Кроме того, в цементном камне присутствует $3\text{Mg}(\text{OH})_2 \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$. Содержание $\text{Mg}(\text{OH})_2$ незначительно, при этом наибольшее количество брусита в композициях с повышенной долей магнезита и при использовании низкоконцентрированного раствора хлорида магнезита. Указанные составы вяжущего отличаются также наименьшим усвоением оксида магнезита.

С течением времени степень гидратации MgO увеличивается, однако часть негидратированной фазы сохраняется даже при длительном твердении. Снижение дифракционных отражений андрадита $\text{Ca}_3\text{Fe}_2[\text{SiO}_4]_3$ ($d=0,298; 0,268; 0,218$ нм) свидетельствует об участии минерала в процессах гидратообразования вяжущего. На ранних стадиях степень гидратации андрадита проявляет большую зависимость от плотности затворителя и увеличивается по мере ее повышения. В последующем влияние концентрации MgCl_2 менее выразительно. К 7 сут твердения в процессы гидратообразования вовлекаются около 35 – 37% андрадита.

Характер изменения содержания кристаллогидратов зависит от их насыщенности оксидом магнезита. При увеличении доли каустического магнезита в вяжущем (плотность затворителя одинакова) интенсивно растет количество 5 – формы, отличающейся наибольшим содержанием MgO (38%). При повышении плотности затворителя предпочтительно формируются фазы, обогащенные MgCl_2 . В большинстве исследуемых составов присутствует фаза $\text{Mg}(\text{OH})_2 \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 2\text{MgCO}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ($d = 1,16; 0,34; 0,33$ нм), известная как стабильное образование. В магнезиальноандрадитовых вяжущих отмечено раннее (1 сут) появление гидрооксихлоркарбоната магнезита, содержание которого к 7 сут при использовании затворителя с плотностью 1280 кг/м^3 увеличивается вдвое. Присутствие указанного комплекса не снижает прочностных показателей вяжущего.

Вывод. Экспериментально подтвержден факт участия природных минералов в формировании гидратов. Особенности влияния состава природных минералов на твердение смешанного вяжущего следует учитывать при выборе силикатного техногенного компонента.

Литература

1. Верещагин В.И., Смирнская В.Н., Эрдман С.В. Водостойкие смешанные магнезиальные вяжущие // Стекло и керамика. – Москва, 1997. – № 11. – С. 33–37.
2. Зырянова В.Н., Лыткина Е.В., Бердов Г.И. Влияние минеральных наполнителей на свойства магнезиальных вяжущих // Техника и технология силикатов. – Москва, 2010. – Т. 11. – № 2. – С. 65–72.
3. Мирюк О.А. Магнезиальные композиции оксихлоридного твердения // Цемент и его применение. – Санкт-Петербург, 2003. – №4. – С. 38–40.

4. Самченко С.В., Лютикова Т.А., Третьякова Н.С. Зависимость свойств магниезных вяжущих от концентрации затворителя и вида добавок // Научн. – техн. реф. сб. ВНИИЭСМ. Цементная промышленность., 2002. – № 2. – С. 9–17.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПРОЦЕССА КРИСТАЛЛИЗАЦИИ НА ХИМИЧЕСКУЮ УСТОЙЧИВОСТЬ СТЕКЛОКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ ДЛЯ СТОМАТОЛОГИИ

В.В. Климова

Научный руководитель профессор Т.А. Хабас

Национальный исследовательский Томский политехнический университет г. Томск, Россия

Металлокерамические конструкции несъемных зубных протезов являются наиболее распространенным видом ортопедического лечения, несмотря на возросшую популярность безметалловых технологий. Прочность и надежность таких протезов обеспечиваются свойствами, как металла, так и стеклокристаллических покрытий, что в целом характеризует конструкцию зубного протеза как наиболее полно отвечающую клиническим требованиям, предъявляемым к лечению стоматологических заболеваний, связанных с утратой зубов [4,3]. При окончательной доработке зубных протезов одними из главных показателей успешно выполненной работы, наряду с удобством и безопасностью протеза, является его гармоничный внешний вид.

В ходе изготовления зубных металлокерамических композиций металлическую подложку послойно покрывают стеклокристаллическим материалом, и поочередно обжигают. При этом металлокерамические материалы должны сохранять свои физико-химические свойства, в частности, термическое линейное расширение. Также стеклокристаллический материал для восстановительной стоматологии должен противостоять всем возможным воздействиям среды полости рта (быть химически стойким к агрессивным средам) [2]. В связи с этим требует изучения изменение свойств исследуемых покрытий в контакте с агрессивной (кислой) средой. Не менее важно также изучение фазовой трансформации стеклокристаллического покрытия при термической обработке.

Одной из фундаментальных особенностей силикатных расплавов является их особенность при быстром охлаждении переходить в стеклообразное состояние. При стекловании расплава происходит резкое изменение его термодинамических характеристик: энтальпии, объема, а также их производных – теплоемкости и термического расширения [1].

По результатам рентгенофазового анализа исследуемые покрытия, полученные в процессе варки смеси компонентов на воздухе при температурах 1230 - 1250 °С с выдержкой при конечной температуре 30-60 минут и закаленных в воде, имеют аморфную структуру (стекло), с долей кристаллической фазы (лейцит) в точке с максимальной интенсивностью на рентгенограмме (рис.1 а).

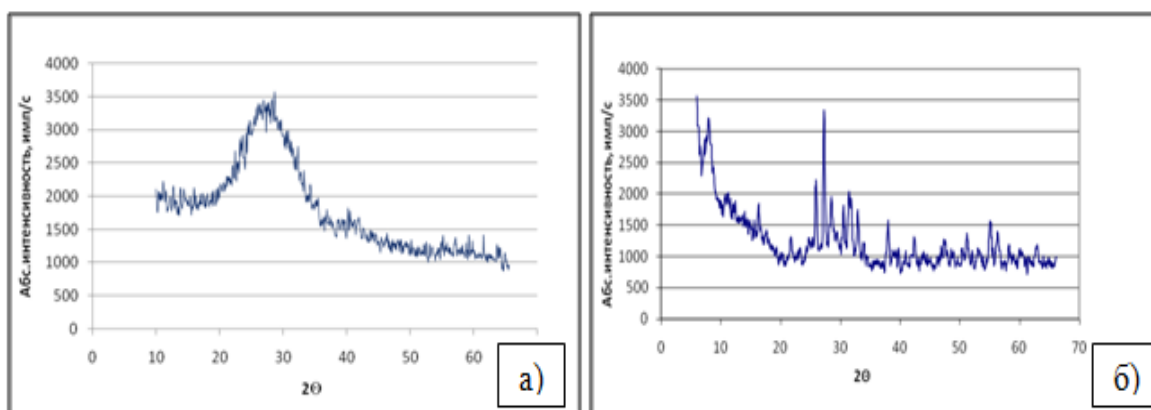


Рис.1 Рентгенограмма состава назначения «дентин», сваренного на воздухе при температуре 1250 градусов: а) без вакуумной обработки (аморфная структура), б) после однократного обжига в вакууме при 920 °С

При обжиге исследуемых покрытий с поддержанием вакуума (при $T_{обж.} = 920$ °С) на металлической подложке, выполненной из сплава никелида титана NiTi, наблюдается активный процесс кристаллизации (лейцит). При этом абсолютная интенсивность ($I_{абс}$) максимального пика лейцита (hkl - 400) незначительно увеличивается (3303 имп/с - 3351 имп/с) (рис.1 а, 1 б). При последующих обжигах в вакууме, абсолютная интенсивность ($I_{абс}$) максимальных рефлексов лейцита увеличивается плавно, что свидетельствует и о плавном процессе кристаллизации исследуемых материалов, что не приводит к отслоению покрытия от подложки, но несколько снижает прочность сцепления с ним (рис.2 а).

Для изучения химической стойкости исследуемых покрытий были выделены группы образцов, отличающиеся друг от друга обработкой поверхности: 1-я группа (образец сравнения) – это стекла, сваренные при температуре 1250 °С на воздухе (исходные образцы) (рис.3 а); 2-я - стекла, сваренные на воздухе при температуре 1250 °С, и протравленные в 4% уксусной кислоте (рис.3 б); 3-я - стекла, сваренные при температуре

1250 °С на воздухе, подвергнутые обжигу на подложке металла в вакууме при T=880 °С и протравленные в 4% уксусной кислоте (рис.2 б).

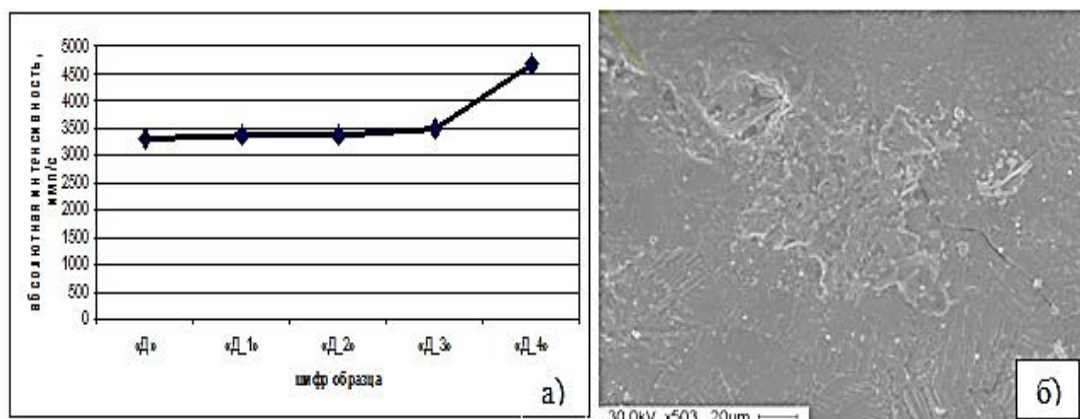


Рис.2: а) Зависимость интенсивности рефлекса лейцита от количества циклов термообработки б) Поверхность стеклокристаллического покрытия с добавкой в исходную шихту 1,5 мас.% CeO_2 , подвергнутого химическому травлению (Т спек.=1250 °С, Т обж.в вакууме 880 °С)

На снимках электронной микроскопии видны заметные различия поверхности покрытий исследуемых групп образцов (рис.2б, 3а, 3б). В частности материал, подвергнутый химическому травлению (2-я группа), имеет на своей поверхности явно выраженные неровности – так называемые «ямки» травления, в сравнении со снимком поверхности покрытия, не контактируемого с агрессивной средой (1-я группа) (рис.3 а, б). О растворении образца также свидетельствуют и потери массы в процессе химического травления в количестве 0,50 %, что удовлетворяет требованиям ГОСТа (химическая растворимость потеря массы в кислом растворе не должна превышать 0,50%).

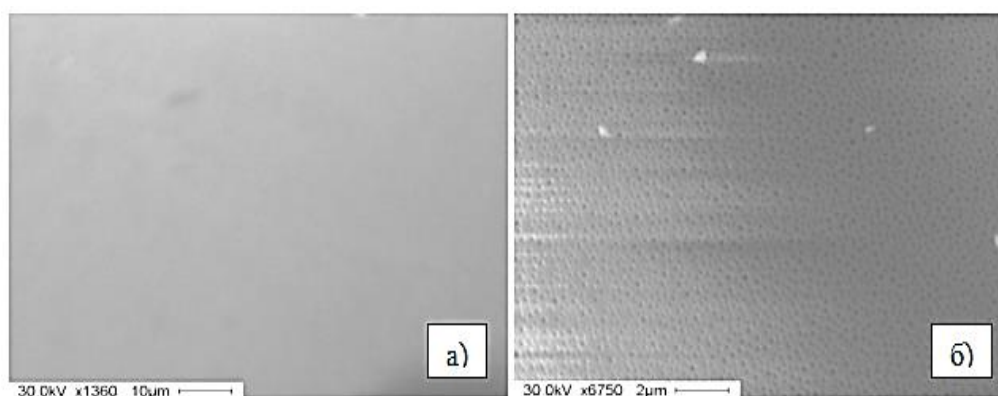


Рис.3. Поверхность стеклокристаллического покрытия с добавкой в исходную шихту 1,5 мас.% CeO_2 : а) материал не подвергнутый химическому травлению (Т спек.=1250 °С); б) материал, подвергнутый химическому травлению (Т спек.=1250 °С)

На снимках поверхности покрытий 3-й группы образцов, (рис.2 б) явно выражена закристаллизованная структура покрытия. В данном случае потери массы в процессе химического травления выше на 20%, чем в случае 2-й группы.

Таким образом исследуемые покрытия, имеющие аморфную структуру (стекло), оказались значительно более устойчивыми в контакте агрессивных (кислых) сред, чем те, в которых доля кристаллической фазы (лейцита) выше.

Литература

1. Силикатные расплавы / В.Н. Анфилогов, В.Н. Быков, А.А. Осипов; [отв. Ред. С.Л. Вотяков] ; Ин-т минералогии УрО РАН. – М.: Наука., 2005. – 357 с.
2. Жулев Е.Н. Материаловедение в ортопедической стоматологии / Учебное пособие. – Н.-Новгород, 2000.
3. Карретти Р. Фронтальная эстетика с помощью металлокерамики / Р. Карретти // Зубной техник., 2011. – №4. – С.30-32.
4. Semch R. Металлокерамика – золотой стандарт часть 1/ R. Semch // Новое в стоматологии., 2011. – №8. – С.94-99.

ВЛИЯНИЕ ДОБАВОК СОЛЕЙ НА ПРОЦЕССЫ ТВЕРДЕНИЯ НЕФЕЛИНОВОГО ШЛАМА

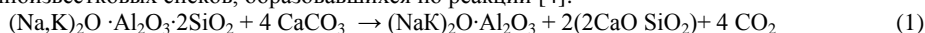
А.Е. Ковязина

Научный руководитель профессор В.А. Лотов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Основная задача геологических исследований – поиск месторождений полезных ископаемых и добыча металлов. Но в результате переработки руд остаются побочные продукты. Отвалы занимают колоссальные площади, которые могли бы быть использованы для различных гражданских целей.

Ежегодно Ачинский глиноземный комбинат производит около 10 млн. тонн глинозема, путем выщелачивания нефелиноизвестковых спеков, образовавшихся по реакции [4]:



Основным отходом данного производства является нефелиновый шлам. Из общего количества шлама текущего производства лишь около четверти используется комбинатом для выпуска портландцемента, остальной шлам - свыше 6 млн. тонн в год - поступает в отвал. В настоящее время запасы нефелинового шлама в отвале комбината составляют около 35 млн. тонн.

Нефелиновый шлам - техногенный отход производства глинозема, продукт сложного и в тоже время хорошо регулируемого технологического процесса, достаточно стабилен. Он на 80-85% состоит из $\beta\text{-C}_2\text{S}$ (белита), и по своему химическому составу близок к портланд-цементу. Однако непосредственно нефелиновый шлам обладает слабыми гидравлическими свойствами, поскольку в процессе его получения, при выщелачивании глинозема в автоклавах, и в процессе гидрошламоудаления дисперсные составляющие нефелинового шлама частично гидратированы. Образующиеся при этом из продуктов гидратации пленки покрывают частицы нефелинового шлама и практически полностью исключают интенсивное проникновение воды к безводной части зерна. Кроме этого, в результате выщелачивания в шламе образуются также неактивные соединения гидрогранатов. Наиболее эффективный способ разрушения гидратационных пленок сушка и механический помол, после чего нефелиновый шлам по своим свойствам приближается к цементным вяжущим [2].

В большинстве своем нефелиновый шлам используется как в качестве сырьевого компонента при производстве портландцементного клинкера. В производстве бетонов шлам используют как в составе вяжущего, так и в роли заполнителя. Также известны технологии использования шлама при производстве керамического кирпича, огнеупоров, композиционных материалов. Перспективу имеет использование нефелинового шлама для производства стекла и ситаллов.

Несмотря на многообразие вариантов использования нефелинового шлама в керамической, вяжущей и стекольной областях промышленности, все еще остро стоит вопрос о способах утилизации отвалов нефелинового шлама Ачинского глиноземного комбината.

Известно, что нефелиновый шлам может быть основным компонентом сырьевых смесей, на основе которых синтезируются спеки как высокоосновные, так и низкоосновные. Эти спеки составляют основу силикатных материалов [3]. Кальциево-кремнеземистый состав шлама предопределяет возможность его использования в ряде отраслей силикатной промышленности в составе сырьевых смесей, как в качестве основного компонента, так и в качестве «кислого» компонента [1].

К специфическим особенностям химического состава нефелинового шлама следует также отнести отсутствие в нем водорастворимых соединений, кроме небольшого количества (~0,5%) растворимых щелочей, преимущественно в виде карбоната, гидроксида и алюмината натрия. Отсутствие нежелательных водорастворимых соединений, в том числе органического происхождения, делает возможным использование нефелинового шлама для приготовления растворов и бетонов в составе вяжущего вещества.

Также нефелиновый шлам обладает устойчивостью к некоторым агрессивным средам – слабым растворам щелочей, минерализованным водам, растворам некоторых солей.

Изучая различные исследовательские работы на тему использования нефелинового шлама, было выдвинуто предположение, что повышение гидравлической активности шлама возможно с помощью введения в состав сырьевой смеси нефелиновый шлам-песок минеральных солей (карбонатов и сульфатов).

Целью данной исследовательской работы является получение материалов строительного назначения с жесткой матрицей или пористой структурой.

Для проведения лабораторных исследований использовали нефелиновый шлам Ачинского глиноземного комбината с удельной поверхностью равной 3467 см²/г, кварцевый песок, вода и соли Na₂CO₃, Na₂SO₄, K₂SO₄, MgSO₄, Al₂(SO₄)₃, ZnSO₄, FeSO₄.

Нефелиновый шлам и песок дозировались в сырьевую смесь в соотношении 70:30, затем смесь затворялась водой, с растворенными в ней добавками солей карбоната натрия и одного из сульфатов. Из приготовленной таким образом сырьевой смеси формовались образцы методом полусухого прессования при давлении 15 МПа, которые твердели в течение 14 суток во влажных условиях. Результаты испытаний образцов на прочность при сжатии представлены на рисунке.

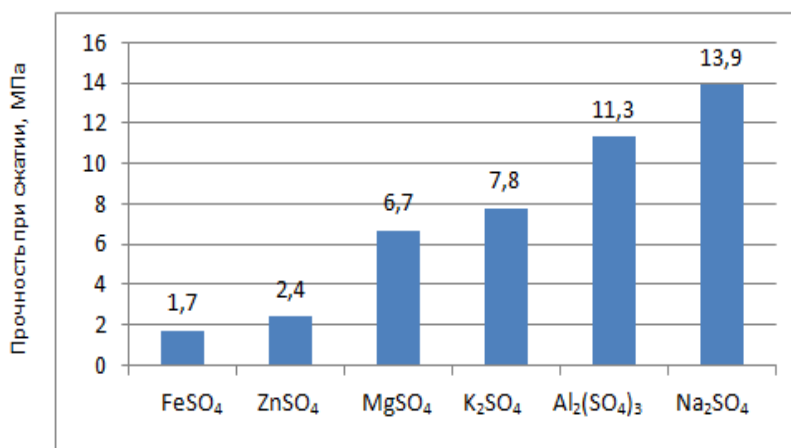


Рис. Прочность экспериментальных образцов при сжати, МПа

На основании полученных результатов были сделаны выводы о том, что применение нефелинового шлама как самостоятельного высокоактивного вяжущего возможно после его помола и введения минеральных добавок. Добавление к сырьевой смеси добавок солей обеспечивает достижение лучших прочностных характеристик.

Высокие прочностные характеристики имеют образцы с добавкой Al₂(SO₄)₃ и Na₂SO₄. На втором этапе исследовательской работы было выявлено оптимальное соотношение сырьевых компонентов в смеси для формования литьевым методом. В качестве щелочных добавок были использованы только Al₂(SO₄)₃ и Na₂SO₄. Опытные образцы изготавливались из сырьевой смеси с соотношением шлам:песок 70:30, 60:40, 50:50. Навески нефелинового шлама и песка предварительно тщательно смешивались в отдельной емкости. Добавки солей затворялись теплой водой, и их растворение достигалось путем тщательного перемешивания. Затем вода затворения добавлялась к твердым компонентам. Для увеличения влажности и уменьшения вязкости образцов в состав дополнительно вводилось до 7 % воды от общей массы. Образцы формовались способом литья в силиконовые формы. Для удаления воздуха из сырьевой смеси, формы подвергались вибрации. После распалубки, твердение образцов проходило на воздухе в течение 14 суток. Затем образцы испытывали на прочность при сжати. Испытания проводились согласно ГОСТ 10180-78. Результаты испытаний образцов на прочность при сжати сведены в таблицу 1.

Таблица

Прочностные характеристики образцов, изготовленных литьевым методом

Состав	Прочность при сжати, МПа		
	50:50	60:40	70:30
Образцы с добавкой Na ₂ SO ₄	2,11	3,15	4,72
Образцы с добавкой Al ₂ (SO ₄) ₃	1,78	2,15	2,91

Согласно полученным данным, оптимальным соотношением сырьевых компонентов является соотношение нефелиновый шлам:песок равное 70:30. Увеличение количества нефелинового шлама положительно влияет на прочность образцов. Недостатком данной смеси является то, что для достижения необходимой вязкости необходимо вводить воду сверх 100%. Избыток воды отрицательно влияет на прочностные свойства и увеличивает сроки схватывания образцов. В случае недостаточного количества воды сырьевая смесь получается очень жесткой, ухудшается ее удобоукладываемость, снижаются прочностные характеристики образцов за счет неполной гидратации нефелинового шлама.

В ходе дальнейших исследований будет изучен вопрос оптимального водо-шламового соотношения, обеспечивающего удобоукладываемость сырьевой смеси. Также возможно применение активаторов твердения, таких как жидкое стекло, так как, согласно результатам проведенных исследований, добавление жидкого стекла значительно снижает сроки схватывания образцов и улучшает их прочностные характеристики.

Литература

1. Абрамов В.Я., Алексеев А.И., Бадалянц Х.А. Комплексная переработка нефелино-апатитового сырья. – М.: Металлургия, 1990. – 392с.
2. Калашников В.И.; Кочетков А.Ю. и др. Вяжущее. Патент Российской Федерации. №2047576., 10.11.1995 .
3. Катлер И.Н. Нефелины – комплексное сырье алюминиевой промышленности. – М.: Металлургия, 1962.– 237 с.
4. Корнеев В.И. Нестроительные вяжущие вещества. – Л.:ЛТИ им. Ленсовета, 1973.– 278с.

ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ ФАРФОР НА ОСНОВЕ МЕСТНОГО СЫРЬЯ**М.Е. Курбанбаев, Н. Кубесова**

Научный руководитель профессор Б.О. Есимов

**Южно-Казахстанский государственный университет им. М.Ауэзова, г. Шымкент,
Республика Казахстан**

Электротехнические фарфоровые изделия весьма разнообразны по своему химическому составу, по свойствам и назначению. Как известно [1], существуют три классических типа керамических составов электроизоляционного фарфора: полевошпатовый обычный, кварцевый и глиноземистый. В связи с многообразием конструкций изоляторов, для их производства требуются различные исходные керамические массы, различные технологии, режимы и оборудование. По назначению электрофарфор разделяют на низко- и высоковольтный, из которых последний предназначен для работы при напряжении свыше 1000 В. Основные электрические и физико-механические характеристики высоковольтных изделий - электрическая прочность, удельное поверхностное сопротивление, диэлектрическая проницаемость, тангенс угла диэлектрических потерь, пористость, предел прочности при изгибе и сжатии обеспечиваются тщательным подбором и определением правильных соотношений компонентов сырьевых материалов.

Основным сырьем для производства изделий из фарфора служат беложгущиеся глины, каолины, кварцевые и полевошпатовые породы. В странах СНГ отмечается истощение запасов традиционно используемых источников высококачественного сырья, появляется острая необходимость в расширении минерально-сырьевой базы. Предприятия по производству хозяйственно-бытовых изделий из фарфора в Казахстане работают на привозном сырье России, Украины, Узбекистана, Туркмении. Минерально-сырьевая база его для производства электрофарфора практически не изучалась. В то же время, на территории Республики имеются месторождения глинистого сырья (глины, каолины, бентонитовые глины), обогащающих материалов (кварц, кварцевые пески, маршаллиты), полевого шпата, гранитов, перлитов, волластонита, талька, кальцита и других, многие из которых могут быть использованы для производства электротехнического фарфора.

Роль каолина в фарфоровой массе состоит главным образом в повышении механической, термической и химической устойчивости изделия и в придаче ему белизны. Роль эта проявляется в связи с растворяющим действием полевого шпата. Благодаря диффузии ионов алюминия из растворяемого дегидратированного каолина в расплав полевого шпата увеличивается их концентрация в расплаве и создается основное условие для возникновения в нем фазы муллита. Как муллит, так и отвердевший при охлаждении расплав, обогащенный глиноземистой и кремнеземистой составляющими, улучшают механические, термические и химические свойства фарфора. Количество и чистота вводимого каолина непосредственно влияют на белизну изделий.

Роль кремнеземистой составляющей такова. Растворение кварца в полевошпатовом стекле, так же как и каолина, вызывает увеличение тугоплавкости, вязкости, содействует повышению сопротивления изделия деформирующим усилиям в процессе обжига; кварц к тому же придает изделиям просвечиваемость [1].

Полевошпатовая составляющая в фарфоровой массе обеспечивает развитие стекловидной фазы, которая действует тройным способом. Во-первых, она растворяет в себе другие составные части массы; во-вторых, придает пиропластичность и прочность материалу при обжиге и способствует кристаллизации муллита.

На начало плавления и на полное расплавление влияет состав и размер зерен полевого шпата, а также интенсивность подъема температуры. Ортоклаз плавится медленно, распадаясь при 1170 °С на лейцит и вязкое стекло, богатое кремнеземом. Ортоклаз наиболее пригоден в качестве плавня, он дает густоплавкое стекло. Присутствие в шпате ионов натрия и кальция, изоморфно замещающих ионы калия, понижает температуру начала плавления и вязкость расплава. Чем тоньше зерно полевого шпата и медленнее нагрев, тем ниже температура его плавления, т.е. тем ближе она к теоретической [1].

Изучение минералогического, химического составов и технологических свойств полезных ископаемых ряда месторождений нерудного сырья Казахстана показали возможную пригодность некоторых из них в качестве сырья для производства высоковольтного электротехнического фарфора. Наибольший интерес среди них представляют: глины Берлинского, Нижне- и Верхне-Ашутского, Северного, Березовского и Танкерисского месторождений, каолины Союзного, Алексеевского и Елтайского месторождений, кварцевый песок Мугоджарского, Аральского и Грунчбулакского месторождений, фарфоровые камни Кулантобинского месторождения, полевого шпата Бисембаевского, Асу-Булакского, Караоткельского, Белогорского месторождений и волластонит Верхне-Бадамского месторождения.

Изоляционные свойства электрофарфора обусловлены, в первую очередь, его плотностью, что обеспечивается спеканием черепка. Поэтому получение изделий с плотным спекшимся черепком является первоочередной задачей при изготовлении изоляторов. Свойства электрофарфоровых изделий зависят как от качества исходных сырьевых материалов, так и от способа их обработки. Основные физико-химические процессы, определяющие качество готового продукта, протекают при термической обработке керамической массы. Каждому из компонентов массы отведена определенная роль в керамической массе. Исходя из вышеизложенного, нами из достаточно большого числа каолиновых месторождений удалось выбрать наиболее приемлемый каолин, который обеспечивает механическую, термическую и химическую устойчивость черепка и белизну. Очень ответственной оказалась задача подбора полевого шпата, вводимого для получения оптимальной стекловидной фазы.

Ионная составляющая стеклофазы фарфора представлена ионами Na^+ и K^+ , присутствующими в исходном полевошпате в виде оксидов Na_2O , K_2O . Исследования [2, 3], подтвердили целесообразность замены в фарфоре щелочных ионов щелочноземельными, в частности, ионами Ca^{+2} . Это благоприятно влияет на

электрические свойства электрофарфора. Однако излишнее присутствие CaO в керамической массе сужает интервал ее спекания.

Авторами данной работы в лабораторных условиях были проведены экспериментальные исследования по изучению влияния кальциевой составляющей на свойства фарфора. Для этого были изготовлены опытные образцы на основе глин Берлинского, песков Мугоджарского, каолина Союзного, полевого шпата Асу-Булакского и волластонита Верхне-Бадамского месторождений.

Химический состав глины Берлинского месторождения SiO₂ 49-55,35, Al₂O₃ 26,44-33,05, Fe₂O₃ 1,5-6,0, TiO₂ 0,98-1,08, CaO 0,10-0,69, MgO 0,24-1,0, K₂O 0,93-1,39, Na₂O 0,25-0,30; каолин месторождения «Союзное» содержит SiO₂ 52,9-66,42, Al₂O₃ 29,8-31,5, Fe₂O₃ 0,5-0,7, TiO₂ 0,7-0,9, CaO 0,32-0,4, MgO 0,19-0,25, K₂O + Na₂O 0,31-0,4; полевой шпат месторождения Асу-Булакское характеризуется следующим составом SiO₂ 77,5, Al₂O₃ 11,34, Fe₂O₃ 0,48, CaO 0,14, K₂O 5,7, Na₂O 4,2; обогащенные пески Мугоджарского месторождения содержат SiO₂ 99,59, Al₂O₃ 0,06, Fe₂O₃ 0,03, TiO₂ 0,04, CaO 0,04, MgO 0,04, K₂O 0,1, Na₂O 0,04.

Ценность введения волластонита в керамические массы состоит в повышении электрических свойств электрофарфоровых изделий, т.е. в снижении тангенса угла диэлектрических потерь, увеличении сопротивления пробою и прочности, а также в улучшении механической прочности готовых изделий.

Известно, что проводимость фарфоровых изоляторов имеет смешанный (ионный и электронный) характер, ионная составляющая проводимости определяется щелочными ионами (Na⁺ и K⁺), щелочноземельные ионы практически не участвуют в проводимости до 1000 °С. В поле постоянного тока в фарфоре возникает электролиз, а его продукты Na⁺ и K⁺ окисляются и вступают во вторичные реакции с материалом, что служит причиной пробы изоляторов.

В ходе исследований авторами были определены основные физико-механические свойства опытных фарфоровых образцов с добавкой волластонита Верхне-Бадамского месторождения. Соотношение сырьевых компонентов следующее: 50-55% глинистых компонентов (каолин + глина), 20-25% кварцевого песка, 25-30% полевого шпата и волластонита 1-5%.

Фарфоровую массу готовили методом мокрого помола исходных компонентов при соотношении материала, шаров и воды 1:1,5:1. В качестве мелющих тел использовали уралитовые шары. Длительность помола 6 часов. Формовали образцы при влажности массы 18-20%. Высушенные до остаточной влажности 1% опытные образцы обжигали в силитовой печи при температуре 1320-1350⁰ С.

Результаты исследований показывают, что введение волластонита от 1 до 3% существенно улучшает характеристики лабораторных образцов. Дальнейшее его увеличение приводит к ухудшению свойств черепа, вызванное увеличением водопоглощения (табл.).

Таблица

Физико-механические показатели полученных образцов

Показатели	Содержание волластонита в массе, %				
	1	2	3	4	5
Формовочная влажность, %	18,9	19,3	19,5	20,1	19,8
Число пластичности	14,91	14,74	14,63	14,45	14,12
Огневая усадка (t=1350 ⁰ С) / полная усадка, %	8,2 / 13,2	7,9 / 12,6	8,1 / 13,2	8,8 / 12,9	9,1 / 13,5
Водопоглощение, %	0,03	0,01	0,08	0,4	1,1
Плотность, г/см ³	2,52	2,89	2,47	2,05	1,87

Таким образом, в результате лабораторных исследований установлена возможность синтеза высоковольтного электротехнического фарфора высокой прочности на основе местных сырьевых материалов. Актуальность продолжения исследований с доведением их до опытно-промышленного уровня очевидна. Внедрение технологии по производству электрофарфора на основе дешевых и доступных видов сырья, несомненно, позволит решить проблему импортозамещения.

Литература

1. Августиник А.И. Керамика. Изд. 2-е, перераб. и доп. – Л., Стройиздат (Ленинградское отделение), 1975. – 592 с.
2. Андреева Н.А., Орданьян С.С. Технологические возможности повышения прочности фарфора // Огнеупоры и техническая керамика., 2002. № 11. – С. 2–6.
3. Негматов Н.С., Абдуллаев Ж.З. Высоковольтные электроизоляторы с использованием волластонита // Стекло и керамика., 2001. – № 11. – С.29–30.

ТОРФОМАГНЕЗИАЛЬНЫЕ КОМПОЗИЦИИ

К.С. Лаврова, П.В. Фатеев

Научный руководитель доцент Н.А. Митина

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В России и, в частности, в Томской области торф является практически неисчерпаемым местным сырьем. Эффективное использование его в качестве заполнителя в композиционных материалах обусловлено особенностями его состава и строения, возможностью изменяться под воздействием внешних факторов. Соотношение основных компонентов торфяного материала, которыми являются неразложившиеся остатки растений, образующие торф волокна, вещества, полученные при биологическом распаде растений, и минеральная составляющая. Также с точки зрения физико-химического состава торф содержит гидрофильные, гидрофобные группы веществ, ПАВ и другие активные элементы [1].

В настоящее время торф используется как заполнитель во всевозможных органоминеральных композиционных строительных материалов, в том числе и с в композициях с органическими вяжущими [2]. В том числе, при определенном физическом (термообработке) и химическом (экстракции, растворения) воздействии, торф может выступать не только как заполнитель, но и как самостоятельное вяжущее.

Если речь идет об органоминеральном заполнителе, то наиболее эффективным вяжущим в композиционном материале является каустический магнезит. При затворении каустического магнезита растворами магнезиальных солей торф сохраняет свои структуру и свойства, не подпадая под воздействие веществ, которые легко подвергаются гидролизу и образуются при получении органоминеральных композитов [3].

Целью настоящих исследований является получение торфомагнезиальных композиций с повышенной водостойкостью при использовании принципиально новой жидкости затворения раствора бикарбоната магния.

В качестве исходных материалов использовались каустический магнезит производства ООО «Сибирские порошки» (г. Иркутск) с содержанием активного MgO – 75-88 %. Удельная поверхность магнезитовых порошков составляла 350 м²/кг, остаток на сите № 008 – 9,2 %. Водный раствор бикарбоната магния готовится путем растворения в течение 10 мин магнезита в воде при давлении углекислого газа в автоклаве 0,5-1,0 МПа. После обработки в автоклаве с мешалкой (5-10 мин) водный раствор содержал 35-40 г/л Mg(НСО₃)₂ в пересчете на безводное вещество. В качестве заполнителя был использован низинный торф. Подготовка заполнителя состояла в сушке и измельчении торфа. Был применен торфяной заполнитель полифракционного состава – 0 – 1,5 мм.

После смешения сухих компонентов, каустического магнезита и торфяного заполнителя, в разных соотношениях смесь затворялась раствором бикарбоната магния до теста нормальной густоты, и формовались образцы. Сформованные образцы после суточного твердения на воздухе извлекались из форм, часть образцов помещалась в воду, часть образцов помещалась в эксикатор над водой, а часть образцов продолжала твердеть на воздухе. Через 28 суток твердения у образцов определялся предел прочности при сжатии. Результаты представлены в таблице.

Таблица

Свойства торфомагнезиальных композиций

Состав композиции (содержание торфа), %	Среда твердения	Прочность при сжатии, кгс/см ²	Плотность, г/см ³	K _в ¹	K _в ²	K _в ³
10	Воздух	85,26	1,27	-	-	-
	возд.-вл.	90,94	1,33	1,07	-	-
	вода	88,47	1,35	-	0,97	1,04
20	Воздух	58,48	1,19	-	-	-
	возд.-вл.	57,96	1,25	0,99	-	-
	вода	59,98	1,31	-	0,97	1,03
30	Воздух	26,8	1,12	-	-	-
	возд.-вл.	35,29	1,13	1,01	-	-
	вода	35,86	1,25	-	0,97	1,34
40	Воздух	9,57	0,98	-	-	-
	возд.-вл.	9,41	0,97	0,98	-	-
	вода	18,48	1,13	-	0,97	1,93
50	Воздух	2,55	0,92	-	-	-
	возд.-вл.	2,42	0,87	0,95	-	-
	вода	4,75	0,97	-	0,97	1,93

Коэффициенты K_в¹, K_в², K_в³ показывают отношение предела прочности при сжатии образцов твердевших в разных средах. Таким образом, определяется способность торфомагнезиальных композиций твердеть и сохранять прочностные свойства не только на воздухе, но и при повышенной влажности и в воде.

$$K_B^1 = \frac{R_{сж}^{в-в}}{R_{возд}^{в-в}} \quad (1)$$

$$K_B^2 = \frac{R_{сж}^{вода}}{R_{сж}^{в-в}} \quad (2)$$

$$K_B^3 = \frac{R_{сж}^{вода}}{R_{сж}^{возд}} \quad (3)$$

где $R_{сж}^{возд}$, $R_{сж}^{в-в}$, $R_{сж}^{вода}$ - предел прочности при сжатии соответственно в воздушной среде, в воздушно-влажной среде, в воде.

Данные представленные таблицы показывают возможность получения водостойкого материала на основе торфомагнезиальных композиций. Равномерное снижение прочности образцов, твердевших в разных средах с увеличением содержания торфяного заполнителя закономерно, однако прочностные показатели при твердении в водной среде выше. Поэтому и отношение K_B^3 намного больше и достигает 1,98.

Объясняется это явление тем, что при использовании в качестве жидкости затверения раствора бикарбоната магния в результате твердения цементная матрица содержит в своем составе нерастворимые соединения. Водная среда является благоприятной для развития кристаллической структуры новообразований, которые представляют собой игольчато-пластинчатые сростки кристаллов (рис.).

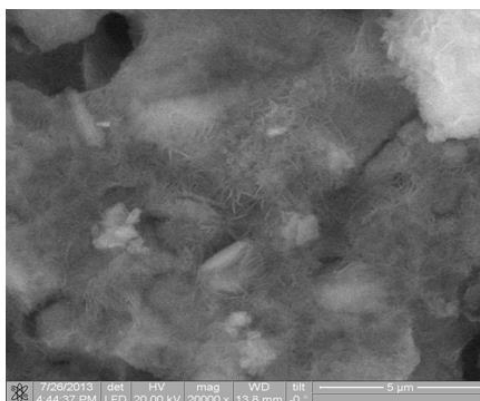


Рис. Электронная микрофотография торфомагнезиальных композиций, твердевших в воде

Также электронный снимок показывает, что матрица цемента и торфа имеют практически одинаковую структуру. Можно предположить, что жидкость затверения пропитывает частицы торфа, где аналогично происходит взаимодействие вещества жидкости затверения и минеральной составляющей торфа.

В результате проведенных исследований установлено, что при использовании бикарбоната магния в качестве жидкости затверения происходит упрочнение структуры цементной матрицы, повышение водостойкости и получение прочных изделий на основе торфомагнезиальных композиций.

Литература

1. Касицкая Л.В., Саркисов Ю.С., Горленко Н.П., Копаница Н.О., Кудяков А.И. Торфяные ресурсы Томской области и пути их использования в строительстве / Под ред. д.т.н., проф. А.И. Кудякова, Ю.С. Саркисова. – Томск: STT, 2007. – 292 с.
2. Наназашвили И.Х. Строительные материалы из древесно-цементной композиции. – Ленинград: Стройиздат, 1990. – 415 с.
3. Шабалина Е.А., Яковлев Г.И., Первушин Г.Н., Фишер Х.Б. Торфомагнезиальная композиция //Строительные материалы, 2012. - № 3. – С. 32-34.

РЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СЫРЬЕВОГО ШЛАМА

С.В. Лим

Научный руководитель инженер Е.А. Сударев

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г.Томск, Россия

В цементной промышленности свойства сырьевых шламов во многом зависят от исходного сырья и от способов подготовки. К сырьевому шламу предъявляются строгие требования, в частности по химическому составу, дисперсности, влажности, плотности, а также реологическим свойствам.

Сырьевые шламы относятся к полидисперсным системам, включающим частицы размером от 200 до 3 мкм, с превышающим содержанием частиц размером 10-3 мкм.

Двухфазные дисперсные системы (Ж+Т) с повышенной концентрацией и дисперсностью частиц твердой фазы, которые способны создавать устойчивые структуры, обладающие определенными механическими свойствами – упругостью, прочностью, вязкостью, пластичностью. Совокупность данных свойств, характеризующих образовавшуюся структуру, называют структурно-механическими свойствами и используются

при контроле технологических параметров сырьевых шламов. Для оценки реологических свойств дисперсных систем наиболее широкое распространение получили вязкость и предельное напряжение сдвига.

Вязкость характеризуется величиной силы трения, которая возникает при передвижении жидкости относительно другого слоя жидкости и численно равна силе, с которой необходимо воздействовать на систему, чтобы обеспечить необходимую разность скоростей двух параллельных слоев жидкости, отстоящих друг от друга на определенном расстоянии. [1]

Предельное напряжение сдвига характеризуется сдвиговыми деформациями в системе, которые приводят к разрушению структуры системы, либо к разрушению структурных связей, приводящих данные системы в движение. В основу управления структурно-механическими, реологическими и технологическими свойствами сырьевых шламов положена возможность изменения толщины сольватных оболочек вокруг гидратированных частиц дисперсной глинистой и известняковой фаз. Процессы, оказывающие влияния на структурно-механические свойства сырьевых шламов основываются на реакциях ионного обмена, которые характерны для глинистых минералов. Глинистые взвеси представляют собой коллоидные системы: способные к обменным реакциям, сорбции воды и характеризуются электрокинетическими явлениями. [2]

В настоящее время вновь становится актуальным использование различных минерализаторов для интенсификации процессов обжига сырьевых смесей и регулирование вязкости сырьевых шламов. Поэтому целью данного исследования является установление влияния минеральной добавки $\text{NH}_4\text{F} \cdot \text{HF}$ на вязкость сырьевого шлама для производства портландцемента.

На сегодняшний день известно много фторсодержащих минеральных добавок в табл.1 вводимых в сырьевые шламы. Ввод данных добавок обусловлен тем, что в присутствие фтористых солей ускоряется протекание реакций в твердой фазе, вследствие адсорбции ионов фтора на поверхности отдельных частиц сырьевых компонентов, приводящих к дефектности и разрушению их кристаллических решеток.

Таблица 1

Содержание фтора в минеральных добавках

№	Название минерализатора	Химическая формула	Содержание химических элементов							
			Ca	F	Na	Si	H	P	O	N
1	Плавленый шпат (флюарит)	CaF_2	51.2	48.8	-	-	-	-	-	-
2	Кремнефтористый натрий	Na_2SiF_6	-	60.6	24.5	14.9	-	-	-	-
3	Апатит	$\text{Ca}_5(\text{PO}_4)\text{F}$	39.8	3.7	-	-	-	18.4	38.1	-
4	Фторид натрия	NaF	-	45.2	54.8	-	-	-	-	-
5	Бифторид аммония	$\text{NH}_4\text{F} \cdot \text{HF}$	-	66.6	-	-	8.8	-	-	24.6

Из анализа табл.1 видно, что наибольшее количество (66,6%) фтора содержит минеральная добавка $\text{NH}_4\text{F} \cdot \text{HF}$. На основании этого и была выбрана данная добавка для дальнейшего исследования.

Влияние минеральной добавки $\text{NH}_4\text{F} \cdot \text{HF}$ исследовали на двух видах шлама: нормально дисперсном ООО «Красноярский цемент» и грубомолотом ООО «Топкинский цемент».

Основные характеристики сырьевых шламов приведены в табл. 2. Перед началом исследования сырьевые шламы хранились в закрытой таре. Минеральная добавка вводилась в процентных соотношениях (0,3; 0,5; 0,7) от массы сухого вещества [3].

Таблица 2

Характеристики сырьевых шламов

№	Сырьевой шлам	Химический состав, %							Остаток на сите, %	Модульные характеристики		
		SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	SO_3	R_2O		№ 008	КН	n
1	Красноярск	14,11	3,98	2,45	42,99	0,91	0,12	0,53	9,7	0,90	2,19	1,21
2	Топки	14,10	3,49	2,80	43,46	1,06	0,14	0,62	24,1	0,93	2,24	1,12

Вязкость шлама определяли на приборе «BROOKFIELD VISCOMETER DV-//+Pro». Контроль вели путем измерения числа оборотов вращающегося ротора, погруженного в шлам.

На рис. 1-2 представлены зависимости вязкости сырьевых шламов с добавками $\text{NH}_4\text{F} \cdot \text{HF}$ различных концентраций от числа оборотов ротора.

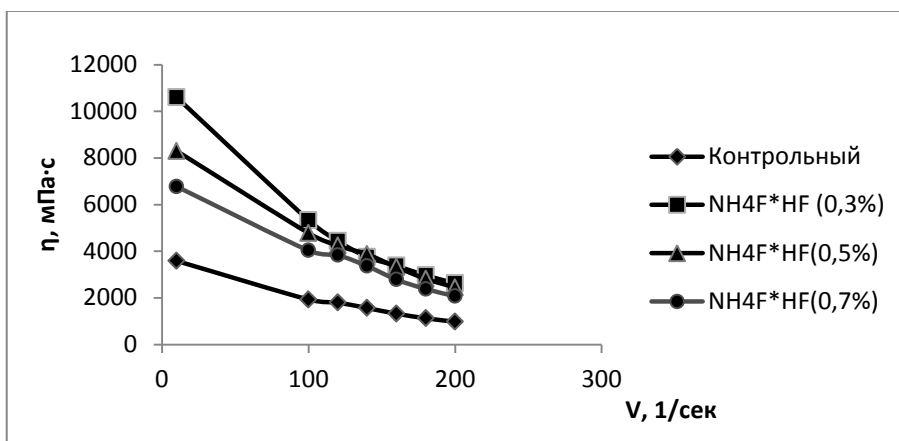


Рис. 1 Изменение вязкости шлама от концентрации $NH_4F \cdot HF$ Топкинского цементного завода

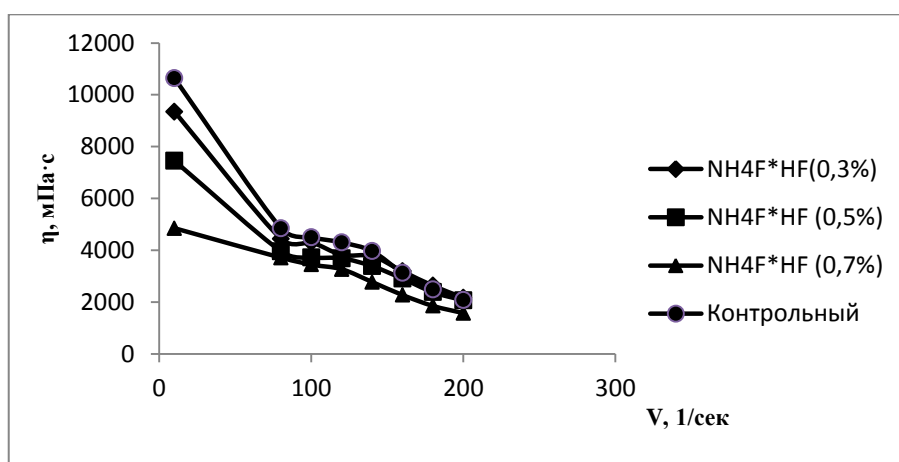


Рис. 2 Изменение вязкости шлама от концентрации $NH_4F \cdot HF$ Красноярского цементного завода

Из анализа графиков видно, что вязкость сырьевого шлама нормальной дисперсности снижается, а для грубодисперсного увеличивается при введении добавки $NH_4F \cdot HF$. При этом также происходит изменение удельной поверхности сырьевых шламов.

Таблица 3

Влияния $NH_4F \cdot HF$ на удельную поверхность сырьевого шлама

Вид шлама	Удельная поверхность (по БЭТ), м ² /г			
	Контрольный	0,3	0,5	0,7
Красноярск	7,343	7,419	9,156	8,277
Топки	3,737	7,326	9,750	8,393

Из таблицы 3 видно, что с введением минеральной добавки в сырьевую смесь удельная поверхность возрастает за счет диспергирования частиц. Оптимальное количество добавки составило 0,5 %, так как при введении в сырьевую смесь добавки 0,7 % введет к снижению удельной поверхности за счет агломерации частиц.

Заключение. Таким образом, в ходе проведенных исследований было установлено различное влияние $NH_4F \cdot HF$ на вязкость сырьевых шламов. Было выявлено диспергирующее действие добавки $NH_4F \cdot HF$ на различные виды шламов, приводящие к увеличению удельной поверхности. Оптимальная концентрация добавки $NH_4F \cdot HF$ составила 0,5 % от массы сухого вещества.

Литература

1. Лотов В.А. Технология материалов на основе силикатных дисперсных систем – Томск: Изд-во ТПУ, 2006. – 202 с.
2. Классен В.К. Обжиг цементного клинкера / В.К. Классен – Красноярск.: Стройиздат, Красноярск, отд. – 1994. – 323с.
3. Пат. 2383506 Россия, С04В 7/42. Способы получения портландцемента. / Б.П. Куликов, М.Д. Николаев, А.А. Кузнецов, М.Н. Пигарев; ООО Тд «Байкальский алюминий». – 2008139089/03. Заявлено 30.09.2008; Опубликовано 10.03.2010.

РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ СТЕКЛОКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПЛАЗМЫ**А.В. Луценко, В.И. Василенко, Т.В. Князева**

Научный руководитель профессор Н.К. Скрипникова

Томский государственный архитектурно-строительный университет, г. Томск, Россия

Стеклокристаллические материалы своими специфическими свойствами хорошо зарекомендовали себя в строительной индустрии. Твердость и износостойкость, стойкость к химическим воздействиям, к деформациям под нагрузкой, высоким температурам, колебаниям температур, диэлектрические свойства, эстетичный внешний вид делают их незаменимыми во многих ситуациях. Традиционно для получения стеклокристаллических материалов используют металлургический шлак, применение золошлаковых отходов в качестве основного сырья является сложной научно-технической задачей. Огромное количество зол и шлаков, не может быть переработано существующими традиционными технологиями. Это обуславливает внедрения новых, нетрадиционных технологий в утилизации отходов теплоэнергетики [1].

В недавнем прошлом, зародился инновационный метод получения силикатного расплава, воздействуя на сырьевую смесь высококонцентрированным тепловым потоком. По настоящее время такие плазменные технологии активно развиваются. Появляются все более новые и современные агрегаты, которые в свою очередь становятся более экономичными и эффективными. В качестве такой нетрадиционной технологии нами был применен плазменный способ получения расплава.

Для технологических линий по выпуску продукции с использованием отходов производств в большинстве случаев не требуется создание каких-то специальных машин и оборудования. Краткий анализ литературных данных показал, что вторичное сырьё в производстве строительных материалов и изделий значительно снижает затраты на использование природного сырья и дает возможность избавиться от операций по его предварительной обработке.

В недавнем прошлом, зародился инновационный метод получения силикатного расплава, воздействуя на сырьевую смесь высококонцентрированным тепловым потоком. По настоящее время такие плазменные технологии активно развиваются. Появляются все более новые и современные агрегаты, которые в свою очередь становятся более экономичными и эффективными. В качестве такой нетрадиционной технологии нами был применен плазменный способ получения расплава.

Эти установки нашли широкое применение в строительной промышленности. Их применение в производстве стеклокристаллических изделий обусловлено рядом преимуществ в отличие от традиционных технологий, когда силикатный расплав получают в плавильных агрегатах. К таким преимуществам относят снижение энергозатрат и времени на образование расплава шихты в сравнении с традиционными технологиями, более полное использование затрачиваемой энергии.

Наиболее эффективным способом утилизации золошлаковых отходов является получение на их основе силикатного расплава с последующим синтезом стеклокристаллических материалов.

Стеклокристаллические материалы, получаемые путем направленной (катализируемой) кристаллизации стекол специальных составов, протекающей в объеме заранее отформованного изделия.

Целью данной работы является получение стеклокристаллического материала с использованием ЗШО Томской области с использованием плазменного нагрева в процессе плавления тугоплавкой шихты.

При высоких скоростях нагрева и температурах значительно превышающих температуру плавления, практически моментально испаряются или образуют расплав легкоплавкие компоненты сырья, происходит дегазация расплава и его гомогенизация. С целью решения поставленной задачи были составлены сырьевые смеси, на основе золошлаковых отходов, глинозема и известняка.

В золе под микроскопом в больших количествах видна стеклянная фаза. Состав стеклофазы различен, о чем свидетельствуют разные показатели преломления. В золе встречается частица несгоревшего угля. Видны частицы неправильной формы, они являются не сгоревшими при нагревании зерна кварца. Гранулометрический состав ЗШО 1–0,25 мм.

Сырьевую смесь нагревали до температуры 1600–1700⁰С, со скоростью 10–15⁰ С/сек. с использованием высокотемпературного источника нагрева (плазменного генератора) конструкция которого разработано на каф. ПМиМ ТГАСУ.

В реактор в процессе лабораторного эксперимента сырьё дозируется в печь объемом 300 см³. Расплав образуется практически мгновенно и распределяется по всей печи. Дуговой разряд проходит непосредственно через расплав, обладающий электропроводностью. Время отсчитывается практически с момента зажигания дуги и менялся в зависимости от задач эксперимента. При полном расплавлении сырьевой смеси, воздействие плазменного потока продолжалось для достижения гомогенизации расплава. Регулировку темпов нагрева шихты осуществляли изменением расхода плазмообразующего газа. Потери материала по массе после плавления достигли 10 %.

В ходе исследований была определена вольтамперная характеристика плазменного генератора, в зависимости от расхода плазмообразующего газа (воздуха), которые находятся в пределах: I = 240 ÷ 260 А,

U = 120 ÷ 140 В. Изменение данной зависимости происходит линейно [1]. Для реализации предложенного способа использовали высокотемпературный плазменный теплоноситель, воздух, нагретый разрядом плазменного генератора до температуры 3·10³ – 5·10³ С⁰, обеспечивающий необходимые скоростные и температурные режимы нагрева шихты. Определялось влияние режимов нагрева на процесс гомогенизации компонентов в расплаве с последующей их кристаллизацией. Из образующегося расплава, методом свободного литья в форму, получали закаленные стекла. Определение кристаллизационной способности стекол в процессе термообработки осуществляли методом массовой кристаллизации в интервале температур 900 – 1200⁰С.

В качестве оптимального температурного режима при получении стеклокристаллического материала была выбрана трехступенчатая термообработка образцов. Она обеспечивает формирование объемной, тоннокристаллической структуры материала. Образцы помещались в муфельную печь и нагревались до температур от 900⁰С до 1100⁰С с изотермической выдержкой. Для стабилизации полиморфных превращений кварца процесс кристаллизации заканчивался выдержкой образца при температурах от 580⁰С до 300⁰С, применительно для разных образцов. Для оценки степени закристаллизованности образца и определения основных кристаллических фаз, присутствующих в материале, производили рентгенофазовый анализ (РФА). Для этого в процессе плавления отбирали пробы расплава в виде остывшего стекловидного материала, проводились РФА и кристаллизации.

На рентгенограмме остывшего стекловидного материала наблюдается отсутствие рефлексов кристаллических фаз. Спектр состоит из широкой одиночной компоненты (гало), соответствующей аморфному состоянию образца. Рентгенограмма материала прошедшего кристаллизацию свидетельствует о возникновении следующих фаз: волластонит ($d=0.297 \text{ CaOSiO}_2$), анортит ($d=0.297 \text{ CaOAl}_2\text{O}_3\text{2SiO}_2$), геленит ($d=0.285 \text{ 2CaOAl}_2\text{O}_3\text{SiO}_2$), муллит ($d=0.220 \text{ 3Al}_2\text{O}_3\text{2SiO}_2$).

Использование данного метода обеспечивает следующие преимущества: интенсификацию нагрева и варки стекломассы, снижение энергозатрат на единицу до 5кВ/кг массы по сравнению с известными способами и себестоимости продукции за счет использования недефицитного сырья и отходов, происходит уменьшение занимаемых площадей за счет использования малогабаритного плазменного оборудования [2,3].

Таким образом, технология получения силикатного расплава ЗШО с использованием энергии плазмы позволяет получить стеклокристаллический материал со значительной экономией природных и энергетических ресурсов.

Литература

1. Луценко А.В. Получение стеклокристаллических материалов из силикатсодержащих расплавов с использованием низкотемпературной плазмы / А.В. Луценко, Н.К. Скрипникова, Г.Г. Волокитин, А.С. Турашев // Вестник ТГАСУ., 2012. – № 3 – С. 126–132.
2. Луценко А.В. Наноструктурированные стеклокристаллические материалы, синтезируемые в условиях низкотемпературной плазмы / А.В. Луценко, Н.К. Скрипникова, Г.Г. Волокитин // Вестник ТГАСУ., 2012. – № 4. – С. 133–139.
3. Пат. 2448918 Российская Федерация, МПК51 С03 С 10/00. Стеклокристаллический материал для напольной и облицовочной плитки/ Скрипникова Н.К., Луценко А.В.: заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО «ТГАСУ». – опубл. 27.04.12, Бюл. № 17. – 5 с.

УЛЬТРАЛЕГКАЯ СИЛИКАТ-КАЛЬЦИЕВАЯ ИЗОЛЯЦИЯ

А.В. Митусова

Научный руководитель старший преподаватель В.А. Кутугин

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Одной из проблем современного промышленного производства является рациональное (эффективное) использование тепловой энергии. Ежедневно тысячи тонн тепла уходят в атмосферу из-за плохой теплоизоляции.

В настоящее время рынок теплоэнергетических материалов испытывает дефицит высокоэффективных теплоизоляционных материалами, которые могли бы выдерживать температуру выше 500 °С. Из отечественных материалов используются вермикулитовые плиты, минераловатные изделия, перлитовые плиты на неорганическом связующем. Плитные материалы характеризуются сравнительно высокой кажущейся плотностью – более 500 кг/м³ и высокой стоимостью вследствие значительного расхода дорогостоящих компонентов. Минераловатные изделия имеют весьма ограниченную сферу применения из-за своих физических характеристик.

Можно сказать, что единственным альтернативным решением являются изделия получаемые на основе гидросиликата кальция - ксонотлита, которые имеют очень хорошие характеристики. Производителем таких сверхлегких плит является датская фирма SKAMOL. Но так как изделия нужно импортировать в Россию, то стоимость такого материала очень высокая.

Основными сырьевыми материалами для производства силикат кальциевых материалов являются кремнезем и известь. Как известно, эти материалы очень распространены и дешевы. Поэтому создание ультра легкого теплоизоляционного силикат кальциевого материала является привлекательным для проведения научных исследований.

Целью данной работы является получение ультра легкого теплоизоляционного силикат кальциевого материала на основе кремнезема и извести.

Для исследования шлам готовили из смеси кварцевого песка и негашеной извести с водой в соотношении 1:1:4,56 при водотвердом соотношении 2,27, а также вводили фибру в количестве 2 %. Введение полипропиленовой фибры позволяет сформировать более равномерную макроструктуру и получить повышенную прочность на изгиб. После перемешивания полученную смесь измельчали в планетарной лабораторной мельнице в течение 30 минут при 450 об/с до получения продукта сметанообразной консистенции. Затем заливали в металлические формы (размеры 10*10*2,5 см и 4*4*16) и подвергали гидротермальной обработке по режимам: 1) 16 атм. 5 часов; 2) 12 атм. 5 часов; 3) 8 атм. 5 часов. Полученные изделия извлекали из

форм и сушили. Отбирали образцы для РФА, затем образцы прокаливали при температуре 1000°C для определения фазового состава и контроля целостности и прочности материала после прокаливания.

Полученные образцы силикат-кальциевого материала имели плотность от 360 кг/м³ до 405 кг/м³, прочность при сжатии 3,5-7,5 МПа, прочность при изгибе 0,1-1,1. Анализ графиков РФА показывает, что при гидротермальной обработке при 16 атм. в основном синтезируется ксонотлит, тогда как при 8, 12 атм. синтезируется тоберморит и ксонотлит. Образцы, полученные при 16 атм., существенно прочнее образцов, полученных при 12 атм. Результаты РФА образцов полученных при 8 атм. представлены на рис. 1. Свойства материала до и после термической обработки представлены в таблице.

Таблица

Характеристики полученных материалов

Режим автоклавирования	Непрокаленные образцы		Прокаленные образцы	
	Прочность при сжатии, МПа	Прочность при изгибе, МПа	Прочность при сжатии, МПа	Прочность при изгибе, МПа
8 атм	2,34	0,25	4,62	0,24
12 атм	1,85	-	1,57	-
16 атм	2,86	1,33	2,23	0,68

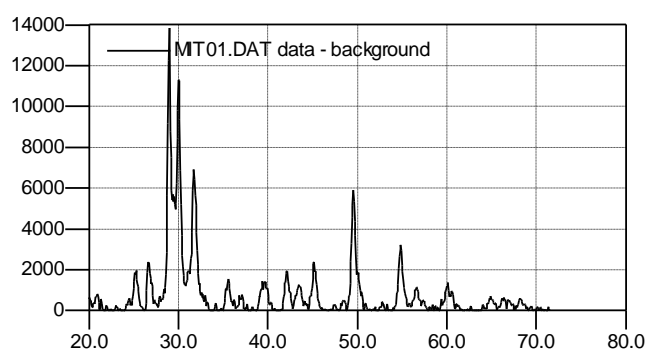


Рис. 1 Результаты РФА синтезированного при 8 атм. образца

Анализ графиков РФА показывает, что прокаленные образцы состоят из волластонита. Результаты РФА образцов синтезированных при 8 атм. после прокаливания при 1000°C представлены на рис. 2. \все пики соответствуют волластониту.

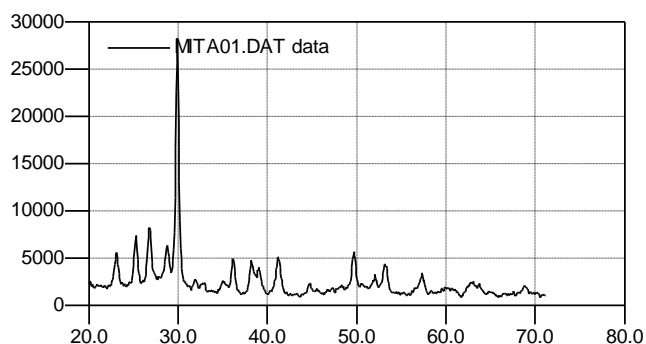


Рис.2 Результаты РФА прокаленного образца синтезированного при 8 атм

В ходе работы исследовано влияние технологических параметров на состав и свойства синтезируемых материалов. Обнаружено, что при 16 атм. синтез ксонотлита проходит полнее, что существенным образом отражается на прочности изделий.

Исследована возможность получения силикат-кальциевых термостойких материалов на основе местного сырья, полученные лабораторные образцы по свойствам близки к импортным материалам. Прочностные характеристики изделий после прокаливания близки, что позволяет утверждать о верности выбранного направления исследовательских работ.

ТЕХНОЛОГИЯ ФИБРОЦЕМЕНТНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Е.С. Мухортов

Научный руководитель старший преподаватель В.А. Кутугин

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Бетон, армированный дисперсными волокнами называется фибробетоном. Его основные свойства играют важную роль в строительстве, так как фибробетон может использоваться вместо бетона с всевозможными сетками и каркасами. Он обладает повышенной трещиностойкостью, прочностью на растяжение, ударной вязкостью и сопротивлением истираемости[1].

Цемент, как основной компонент бетона, может армироваться различными волокнами, которые имеют различную длину.

В ходе работы использовались составы с полипропиленовыми волокнами различной длины, металлические, стекловолокна, а также волокна целлюлозы.

Металлическую фибру используют, как правило в тех конструкциях, в которых наиболее полно реализуется технические преимущества по сравнению с обычным бетоном. С помощью введения металлической фибры повышается прочность на растяжение и изгиб, предельная сжимаемость, водонепроницаемость, а также увеличивается морозо-, термо- и огнестойкость.

Полипропиленовая фибра разработана как альтернатива обычной металлической фибры. Ее основным назначением является повышение сопротивления усадочному трещинообразованию материалов на цементной основе. Фибра добавляется во время приготовления бетонной смеси и равномерно распределяется по объему, создавая пространственное армирование.

Стекловолоконная фибра состоит из тончайших стеклонитей длиной до 12 мм. Стекловолокно - экологичный материал, не содержащий вредных добавок, не подверженный гниению и коррозии. Строительные растворы с добавкой стеклофибры имеют высокую степень сцепления с любым покрытием (кирпичной кладкой, бетоном, деревянной основой и др.).

В бетоне, армированном стеклянной фиброй, по сравнению с неармированным бетоном, прочность на изгиб и растяжение возрастают в 3-5 раз, ударная прочность - в 10-12 раз, увеличивается предел прочности на сжатие. Но главное преимущество стеклофиброармирования перед армированием другими видами фибры - придание раствору при застывании высокой стойкости к трещинообразованию и расслаиванию, сдерживание отделения цементного "молочка", уменьшение величины деформации при усадке. Стекловолокна применяются при производстве газобетонов, пенобетонов и других ячеистых бетонов, заливных стяжек и штукатурок.

Целлюлозная фибра позволяет структурировать систему путем образования трехмерного каркаса волокна с низкой степенью расслаиваемости смеси и стабильностью свойств. Такое соединение элементов способствует тому, что жидкость хорошо удерживается в этом каркасе. Также содействует высокому сцеплению в не затвердевшем положении и большой тексотропности (не происходит смещение в вертикальной плоскости, например, керамической облицовочной плитки во время обработки при еще не затвердевшей смеси).

Целью нашей работы являлось изучение влияния различных видов волокон на свойства цементных дисперсноармированных композитов.

Все виды фибры брались в количестве 2% от общей массы смеси. Полипропиленовые волокна были использованы длиной 4 мм и 15 мм. Водотвердое отношение для коротких и длинных волокон подбиралось экспериментальным путем и в обоих случаях составило 0,27. Стекловолокно использовалось длиной 10мм и укладывалось в смесь равномерными слоями. Водотвердое отношение составило 0,41. Волокно целлюлозы «АрбоцельРWC-500» (Германия) было смешано с цементно-песчаной смесью и затворено 33% воды. Металлическая фибра тщательно перемешивалась с твердой сухой смесью цемента и песка, и заливалась 24% воды (определили экспериментально)

Из смеси формовались плоские балочки 1x4x16 методом вибротлитья, которые испытывались испытаниям на прочность при изгибе. Результаты приведены таблице.

Таблица

Результаты испытания образцов на прочность при изгибе

Вид фибры (2%) в образцах	Водо-твердое отношение	Длина волокна, мм	Толщина волокна, мкм	Прочность при изгибе
Полипропиленовая (короткие)	0,27	3,5	50	33
Полипропиленовая (длинные)	0,27	11	50	32
Полипропиленовая (короткие, только цемент)	0,31	3,5	50	40
Стекловолокно (длин.)	0,27	15	20-25	43
Стекловолокно (коротк.)	0,27	2	20-25	42
Металлическая	0,24	14	300	34
Целлюлозная	0,33	0,5	10-20	30

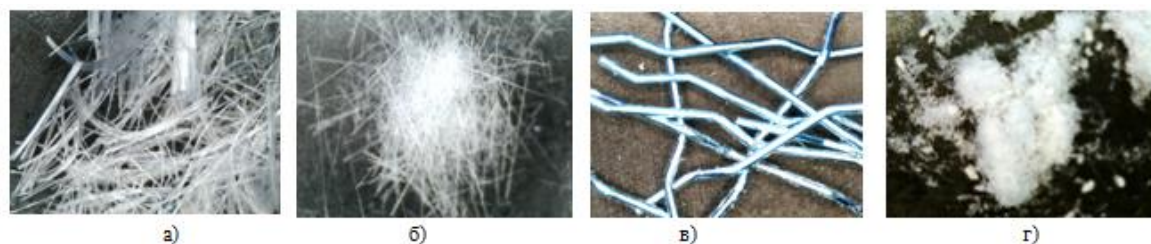


Рис 1. Виды волокон: а) полипропиленовое волокно; б) стекловолокно; в) металлическое волокно; г) целлюлозное волокно.

Вывод: В ходе работы удалось установить значения прочности при изгибе образцов с различными видами фибры, и выявить наиболее нужные и важные свойства используемых добавок. Также были исследованы методы ввода фибры и ее распределения, что в дальнейшем послужит хорошим ориентиром в данной области исследования.

Литература

1. Баженов, Ю.М. Технология бетона : учебник / Ю. М. Баженов. – М.: Изд-во АСВ, 2002. – 500 с.
2. Рабинович, Ф. Н. Композиты на основе дисперсно армированных бетонов. – М.: Издательство АСВ, 2004. – 560 с.

ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ГАЗОБЕТОНА С ДОБАВКАМИ ШЛАМА СОЛЬЗАВОДА

Т.Ю. Нестерова, Ю.В. Писарева

Научный руководитель доцент Н.В. Легостаева

Иркутский государственный технический университет, г. Иркутск, Россия

На кафедре химической технологии неорганических веществ и материалов проводятся исследования по использованию шлама сользавода в производстве строительных материалов [1, 2], в частности газобетона. В процессе производства поваренной соли остаются отходы: минеральные шламы в виде суспензий или гранул. Основные компоненты шлама: карбонат кальция, хлорид натрия, гидроксид магния и сульфат натрия.

В данной работе представлены результаты исследования влияния добавок шлама сользавода на физико-механические свойства газобетона. Шлам в массу для приготовления газобетона вводился высушенный при 110-120 °С, обожженный при 550 °С, обожженный при 900 °С в количестве 10-50%.

Изменение прочности при сжатии и плотности образцов в зависимости от содержания шлама в массе представлены на рис. 1-6.

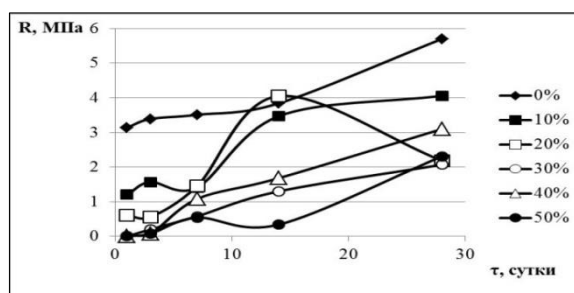


Рис. 1 График зависимости прочности при сжатии образцов с добавкой высушенного шлама от количества добавки

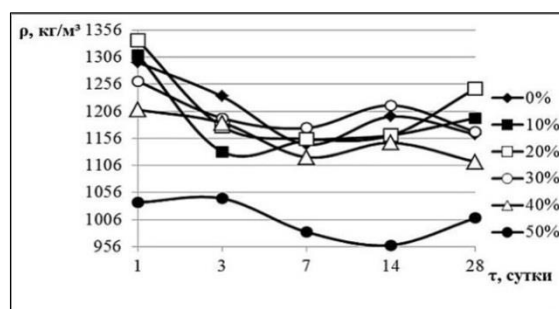


Рис. 2 График зависимости плотности образцов с добавкой высушенного шлама сользавода от количества добавки

Графическая зависимость прочности при сжатии образцов с добавкой высушенного шлама от времени твердения, имеет вид плавно возрастающих кривых. С увеличением количества шлама в составе газобетона происходит снижение прочности.

Плотность газобетона с введением добавок шлама до 40 %, практически не меняется.

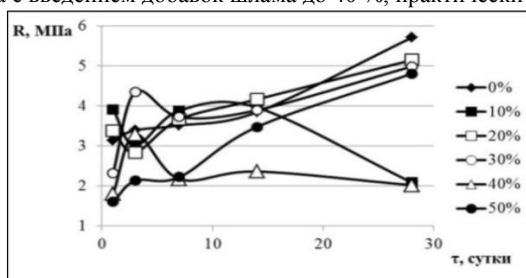


Рис. 3 График зависимости прочности при сжатии образцов с добавкой шлама, обожжённого при 550°C от количества добавки

Добавка шлама, обожженного при 550 °С, незначительно влияет на прочность образцов.

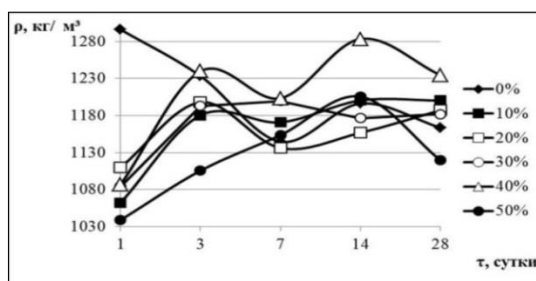


Рис. 4 График зависимости плотности образцов, с добавкой шлама, обожжённого при 550°C, от количества добавки

Плотность образцов на 28 сутки твердения с добавками шлама, обожженного при 550°C, находится в пределах 1119,65-1234,68 кг/м³.

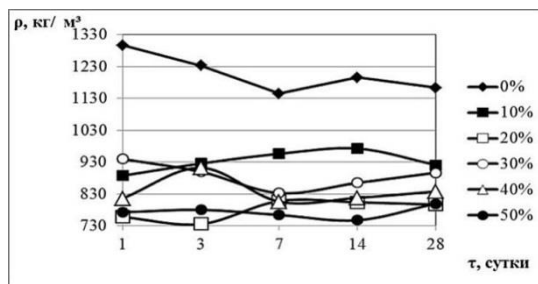


Рис. 5 График зависимости прочности при сжатии образцов с добавкой шлама, обожжённого при 900°C, от количества добавки

Прочность при сжатии образцов с добавками шлама, обожженного при 900°C, снижается, что связано с содержанием СаО в составе шлама, вследствие чего при взаимодействии с водой происходит гидратация оксида кальция и снижение прочности и прочности образцов.

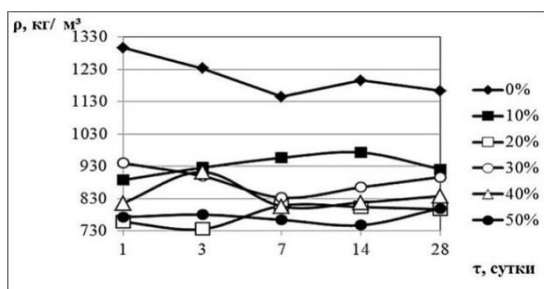


Рис. 6 График зависимости плотности образцов, с добавкой шлама, обожжённого при 900 °С, от количества добавки

Таким образом, проведенные исследования показали, что добавка обожженного и необожженного шлама сользавода существенно влияет на физико-механические свойства газобетона.

Литература

1. Легостаева Н.В., Баяндина Е.В., Нестерова Т.Ю. Вяжущее из шлама сользавода // Материалы VI Международной научно-практической конференции «Новые материалы и технологии их получения». – Новочеркасск, 2012. – С. 11–13.
2. Нестерова Т.Ю., Легостаева Н.В., Иванская Е.А. Керамика с добавками отходов завода по производству поваренной соли // Материалы III Всероссийской научно-технической конференции с международным участием «Жизненный цикл конструкционных материалов (от получения до утилизации)». – Иркутск, 2013. – С. 360–363.

СТЕКЛОКЕРАМИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОГО СПЕКАНИЯ ДЛЯ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ

Д.А. Пашков

Научный руководитель профессор В.М. Погребенков

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Керамические материалы на основе природного и искусственного минерального сырья нашли широкое применение в различных областях науки и техники. В зависимости от областей использования к керамике предъявляются различные требования. В мировом производстве высокочастотных электронных приборов и электронных микросхем нашла широкое применение технология низкотемпературной совместно спекаемой керамики (LTCC – low temperature co-fired ceramic), которая по ряду параметров превосходит имеющиеся альтернативы в данной отрасли – печатные платы из стеклотекстолита и высокотемпературную керамику. Главными преимуществами LTCC-керамики являются превосходные значения диэлектрических характеристик, механических свойств, низкие значения температурного коэффициента линейного расширения (ТКЛР), хорошая теплопроводность и возможность 3D интеграции [1, 2]. Температура спекания таких изделий лежит в диапазоне ниже 1000⁰С, что делает доступным использование токопроводящих паст из легкоплавких металлов и внешних элементов металлизации [3, 4].

В современной отечественной промышленности отсутствуют производства низкотемпературной керамики полного цикла, существующие электронные предприятия работают на сырьевом полуфабрикате зарубежных производителей. В связи с этим, целью данной работы является синтез стеклокерамического композита и исследование его пригодности для дальнейшего использования в LTCC-технологии.

Для исследования были выбраны два различных вида свинцовоборосиликатных стекол, состав которых указан в таблице 1. Выбор составов стекол был проведен на основании предварительных расчетов их свойств с использованием компьютерной программы «SciGlass». Исходными параметрами для расчета были выбраны температура растекания, ТКЛР, диэлектрическая проницаемость. Стекло СТ1 имеет меньшую температуру растекания (700⁰С) в сравнении со стеклом СТ2 (920⁰С), более близкий ТКЛР с корундом ($7,7 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$). В то же время стекло СТ2 имеет меньшую диэлектрическую проницаемость (5,5) по сравнению со стеклом СТ1 (12). В качестве сырьевых компонентов использовали борную кислоту, безводную кремниевую кислоту и свинцовый сурик. Варку стекол проводили в электрической печи в корундовых тиглях при температуре 1250⁰С. Стекла были подвергнуты дроблению и последующему помолу в планетарной мельнице.

Таблица 1

Массовое содержание компонентов в составе стекол СТ1 и СТ2

Обозначение состава	Компоненты шихты	мас.%
СТ1	SiO ₂	2,84
	H ₃ BO ₃	27,23
	PbO	69,93
	Итого	100,00
СТ2	SiO ₂	31,21
	B ₂ O ₃	30,14
	PbO	38,65
	Итого	100,00

Стекла после сухого измельчения в барабане из диоксида циркония шарами из того же материала до состояния размера частиц меньше 10 мкм были смешаны с керамической составляющей – глиноземом α -Al₂O₃ с аналогичной дисперсностью. В результате были получены стеклокерамические композиции с содержанием компонентов от 40 до 60%, состав которых отображен в таблице 2.

Таблица 2

Содержание компонентов в стеклокерамических композициях

Обозначение состава	СТ1 мас. %	СТ2 мас. %	Al ₂ O ₃ мас. %
СТКК1.1	40	-	60
СТКК1.2	50	-	60
СТКК1.3	60	-	40
СТКК2.1	-	40	60
СТКК2.2	-	50	50
СТКК2.3	-	60	40

Образцы в виде цилиндров готовились методом одноосного прессования. Полученные образцы обжигались при температурах 900, 950, 1000°C с выдержкой при конечной температуре в течение 1 часа. После обжига было определено водопоглощение образцов (методом гидростатического взвешивания с вакуумированием) и кажущаяся плотность (через взвешивание). Полученные результаты зависимости водопоглощения и плотности составов отражены на рисунках 1 и 2, которые показывают особенности спекания стеклокерамических композитов с различным содержанием компонентов, представленных в виде свинцовоборосиликатных стекол СТ1 и СТ2 и глинозема α -Al₂O₃.

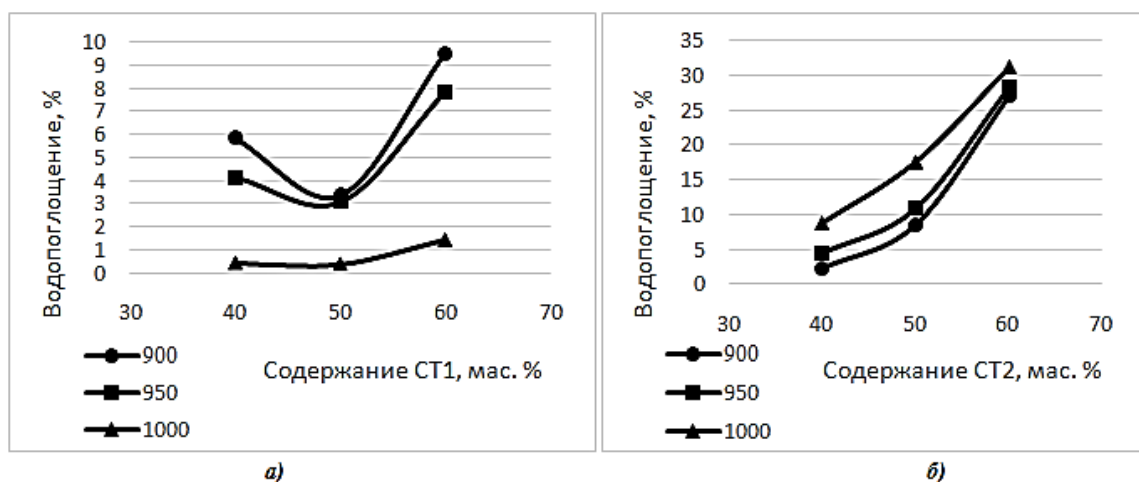


Рис. 1. Зависимость водопоглощения образцов от количества стеклофазы при температурах обжига 900, 950, 1000°C а) для стекла СТ1 б) для стекла СТ2

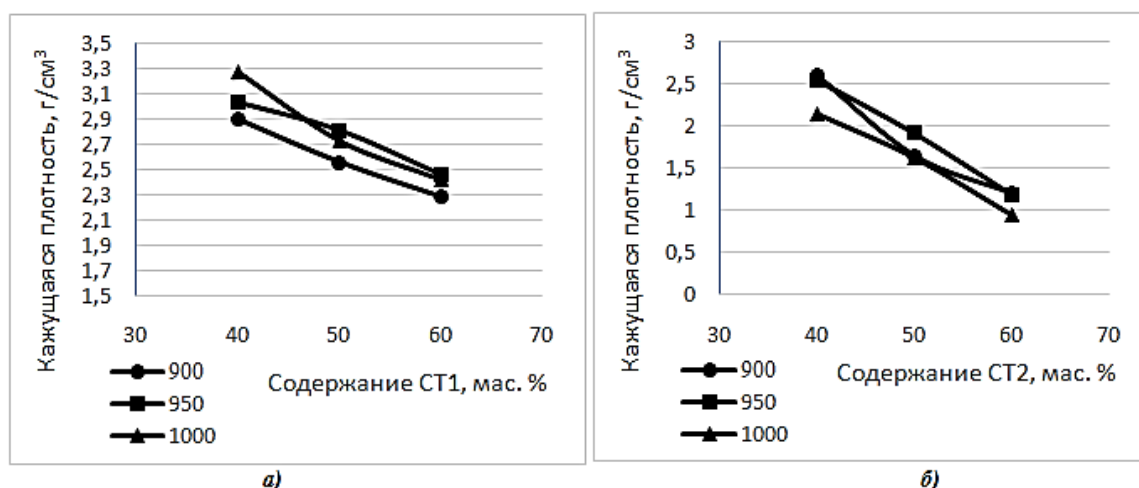


Рис. 2. Зависимость кажущейся плотности образцов от количества стеклофазы при температурах обжига 900, 950, 1000°C а) для стекла СТ1 б) для стекла СТ2

Водопоглощение образцов, содержащих стекло СТ1, уменьшается с ростом содержания стекла до 50% при данных температурах обжига, что свидетельствует о более полном смачивании частиц корунда расплавом стекла и спекании. При увеличении содержания стекла до 60% происходит рост водопоглощения для данных температур, что говорит о вероятной кристаллизации частиц стекла и разрыхлении структуры стеклокерамики.

Для всех композиций с компонентом СТ2 характерен рост водопоглощения при исследованных температурах, что свидетельствует о пережоге стеклокомпозиции и кристаллизации стекол.

Кажущаяся плотность для всех исследованных композиций уменьшается с ростом содержания стеклофазы, что свойственно для данного типа керамических изделий. В результате образцы, содержащие компонент СТ1, имеют плотность выше (от 2,3 до 3,3 г/см³), чем образцы с СТ2 (от 0,95 до 2,6 г/см³), что говорит об увеличении механических свойств.

В результате анализа полученных экспериментальных и расчетных данных выявлено, что при подобранных условиях наиболее пригодными для ЛТСС-керамики являются стеклокерамические композиты с содержанием 50% компонента СТ1, обожженные при температуре 900°C (степень спекания и механические свойства оптимальны, а повышение температуры до 950°C незначительно улучшает характеристики изделий). Образцы, содержащие компонент СТ1 в количестве от 50 до 60%, и композиции с компонентом СТ2 следует обжигать при более низких температурах, так как результаты эксперимента свидетельствуют о пережоге и кристаллизации стекол в исследованных составах.

Литература

1. Кондратюк Р. Низкотемпературная совместно обжигаемая керамика (ЛТСС). Преимущества. Технология. Материалы//Передовые технологии. – Москва, 2011. – №5. – с.14.
2. Чигиринский С. Особенности и преимущества производства многослойных структур на основе керамики (ЛТСС, НТСС, МЛСС)//Степень интеграции. – Москва, 2009. – №2. – с.26.
3. Чигиринский С. Материалы, применяемые в технологии ЛТСС//Степень интеграции. – Москва, 2010. – №3. – с.10.
4. Imanaka Yoshihiko. Multilayered Low Temperature Cofired Ceramics (LTCC) Technology. – Springer Science+Business Media, Inc., 2005. – p.230

ОСОБЕННОСТИ СЫРЬЯ ДЛЯ ПЛАЗМОХИМИЧЕСКОГО СИНТЕЗА ЦЕМЕНТНОГО КЛИНКЕРА

Н.А. Сазонова, Е.А. Черненко

Научный руководитель профессор Н.К. Скрипникова

Ангарская государственная техническая академия, г. Ангарск, Россия

Согласно прогнозным показателям развития экономики Российской Федерации установлено расчетное потребление ряда важнейших видов строительных материалов, первым из которых является цемент. Его потребность к 2020 г. только в транспортном строительстве составит 97,8 млн. т [1], что является незначительной частью из всего потребляемого объема вяжущего в промышленном и гражданском строительстве. Масштабное производство новых строительных материалов на основе цемента невозможно без обеспечения широкого видового разнообразия минерально-сырьевой базы. В результате проведенных геологоразведочных работ [2] установлено, что прирост запасов и прогнозируемых ресурсов цементного сырья составляет: 3250,5 млн. т – карбонатного сырья и 377,8 млн. т – алюмосиликатного. Однако, несмотря на внушительные объемы сырьевых материалов для цементной промышленности, исчерпаемость ресурсов становится с каждым годом все более актуальной. Одним из вариантов решения проблемы является расширение сырьевой базы цементной промышленности, использование минерального сырья с повышенным содержанием MgO и техногенных отходов [3, 4]. Данная возможность появляется при использовании нетрадиционной технологии синтеза цементного клинкера – плазмохимической, при которой процессы клинкерообразования протекают при 3000 °С, что превышает в среднем температуру в зоне спекания вращающей печи на 1600 °С [5].

Целью работы являлось исследование возможности расширения сырьевой базы цементной промышленности за счет использования техногенных отходов с повышенным содержанием MgO в качестве сырьевых материалов при производстве цемента по плазмохимической технологии и исследование свойств полученных образцов.

В работе использовались отходы дробления доломитизированного известняка (ОДДИ) Беловского месторождения и флотационные отходы (ФО) Кузбасса, которые не применяются в цементной промышленности. ОДДИ являются отходами производства извести, образуются при дроблении и сортировке известняка на этапе подготовки к обжигу. В результате рентгенофазового и дифференциально-термического анализов установлено, что ОДДИ содержат преимущественно CaCO₃ и примесные минералы MgCO₃, CaCO₃·MgCO₃. Наряду с этим, присутствуют алюмосиликатные минералы и SiO₂, FeO, Fe₂O₃. Флотационные отходы представлены иллитом, кварцитом, монтмориллонитом, каолинитом. В составе ФО содержатся карбонаты: анкерит, сидерит, и сульфиды: пирит, марказит и геленит. Химический состав представленного сырья и оптимальное содержание основных оксидов в сырьевых компонентах для синтеза основных клинкерных минералов представлены в таблице.

Из таблицы следует, что отходы дробления доломитизированного известняка представлены преимущественным содержанием CaO (38,63 %), необходимым для осуществления процессов клинкерообразования. Особенностью используемого карбонатного сырья является повышенное содержание оксида магния (12,43 %), который при традиционных технологиях в представленном количестве не вступает в реакции силикатообразования и остается в свободном состоянии, способствуя разрушению образцов при гидратации. Однако, в связи с тем, что повышенное количество периклазы в плавящихся клинкерах в

значительной степени не влияет на прочностные показатели образцов [6], отходы дробления доломитизированного известняка могут быть использованы для плазмохимического синтеза. Флотационные отходы представлены преимущественно SiO_2 (36,28 %) и Al_2O_3 (10,41 %), содержание которых достаточно для осуществления процессов клинкерообразования.

Таблица

Химический состав сырьевых компонентов

Содержание оксидов, мас. %	Сырьевые компоненты			
	Карбонатный компонент		Алюмосиликатный компонент	
	Необходимые пределы	Отходы дробления доломитизированного известняка	Необходимые пределы	Флотационные отходы
SiO_2	0,5–6,8	4,32	52,0–68,0	36,28
Al_2O_3	0,5–2,2	2,19	9,0–25,0	10,41
Fe_2O_3	0,1–1,5	0,85	4,0–8,0	6,08
CaO	47,0–55,0	38,63	0,8–8,0	5,03
MgO	0,3–3,5	12,43	0,1–1,9	2,39
п.п.п.		41,58		39,81

Плавлению в условиях низкотемпературной плазмы подвергались сырьевые смеси, имеющие следующие модульные характеристики: коэффициент насыщения – 0,94–1,08; силикатный модуль – 2,1–2,7; глиноземный модуль – 1,1–2,0 [7]. В качестве корректирующей добавки использовался известняк.

В результате анализа дифракционных максимумов сырьевых смесей и цементных клинкеров, синтезируемых с их использованием, установлено, что в условиях низкотемпературной плазмы протекают процессы дегидратации, декарбонизации, аморфизации вещества, которым сопутствует разрушение кристаллических решеток природных минералов и синтез клинкерных соединений. Подтверждением являются дифрактограммы, на которых пики исходных (кальцит, доломит, кварц, иллит, каолинит) и образовавшихся (C_3S ; C_2S) минералов не совпадают. При этом осуществляется образование мелкокристаллической монаодобластической структуры, представленной алитом с размерами (90 нм–10 мкм) × (500 нм–20 мкм) относительно традиционных (10–30) × (20–70) мкм; белитом до 2 мкм – относительно 30–50 мкм [8]; стеклофазой, в состав которой входят алюмосиликатные и алюмоферритные соединения [9]. Интерес представляет присутствие в матрице цементного клинкера несвязанной периклазы, которая за счет малых размеров зерен (до 1 мкм) и равномерного распределения по шлифу образцов не образует групповых скоплений, микрообъемов, и, как следствие, не оказывает негативного влияния на процессы гидратации цемента. При этом увеличение содержания MgO и значения коэффициента насыщения сырьевой смеси способствует уменьшению размеров клинкерных минералов. В то время как при традиционной технологии повышение коэффициента насыщения ведет к увеличению тугоплавкости сырьевой смеси, затрудняет процесс спекания и синтеза метастабильных клинкерных минералов. При использовании низкотемпературной плазмы осуществляется мгновенное плавление шихты и уменьшение вязкости расплава вне зависимости от модульных характеристик сырьевой смеси.

Таким образом, в результате исследования установлено, что в условиях низкотемпературной плазмы возможно синтезировать цементный клинкер на основе сырьевых компонентов с высоким содержанием MgO (12,43 %), что при традиционной технологии невозможно. Это позволяет расширить сырьевую базу цементной промышленности. Присутствие повышенного содержания MgO в сырьевой смеси влияет на микроструктуру цементного клинкера, которая является монаодобластической и представлена клинкерными минералами, размеры которых уменьшаются с увеличением содержания оксида магния. Часть MgO после плавления остается в свободном состоянии, но благодаря равномерному распределению по шлифу и малому размеру (до 1 мкм) относительно традиционного (5–10 мкм) не увеличивается в объеме при гидратации и не снижает прочность образцов. Цемент, полученный на основе синтезируемого цементного клинкера, обладает активностью, соответствующей марке М600.

Литература

1. Садыков Р.К. Проблемы минерально-сырьевого обеспечения строительного комплекса в Российской Федерации // Строительные материалы., 2013. – №3. – С.41–47.
2. Аксенов Е.М., Васильев Н.Г. Современное состояние и перспективы развития минерально-сырьевой базы неметаллов России // Разведка и охрана недр., 2012. – №5. – С. 3–8.
3. Классен В.К. Техногенные материалы в производстве цемента: монография / В.К. Классен, И.Н. Борисов, В.Е. Мануйлов. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2008. – 126 с.
4. Дворкин Л.И. Отходы химической промышленности в производстве строительных материалов / Л.И. Дворкин, И.А. Пашков. – К.: Будивильник, 1986. – 128 с.
5. Skripnikova N.K., Sazonova N.A., Volokitin G.G. Synthesis of cement clinker using low-temperature plasma // European Science and Technology. Materials of the V international research and practice conference. Munich, October 3rd – 4th, 2013. Vol. I. P. 476–480.
6. Гольдштейн Л.Я. Некоторые вопросы технологии плавных портландцементов / Л.Я. Гольдштейн // Технологические свойства специальных цементов. НИИЦемент. – М.: Изд-во лит-ры по стр-ву, 1967. – С. 52–90.

7. Волокитин Г.Г. Оптимизация состава сырьевой смеси и технологического режима плазмохимического синтеза цементного клинкера с использованием методов математического планирования эксперимента / Г.Г. Волокитин, Н.К. Скрипникова, Н.А. Сазонова // Вестник ТГАСУ, 2011. – №4. – С. 146–151.
8. Гольдштейн Л.Я. Комплексные способы производства цемента / Л.Я. Гольдштейн. – Л.: Стройиздат, Ленингр. отд-ние, 1985. – 160 с.
9. Скрипникова Н.К. Особенности наноструктурированной матричной модели цементного клинкера при плазмохимическом синтезе / Н.К. Скрипникова, Н.А. Сазонова // Вестник ИрГТУ, 2013. – №8. – С. 33–37.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДОМЕННЫХ ШЛАКОВ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЖАРСТОЙКИХ БЕТОНОВ

И.В. Фахретдинов

Научный руководитель профессор В.М. Погребенков

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Перспективным направлением, отвечающим возросшим эксплуатационным требованиям и повышению экономической эффективности футеровки тепловых агрегатов предприятий промышленности строительных материалов, нефтехимической промышленности, черной и цветной металлургии и др., является совершенствование жаростойких бетонов, на основе которых можно изготовить сборные крупноразмерные изделия или монолитные конструкции [1].

Одним из экономически выгодных источников шлака, для производства шлакощелочного вяжущего, является утилизация отходов металлургической промышленности вблизи крупных металлургических комплексов. Шлакощелочные вяжущие представляют собой гидравлические вяжущие вещества, получаемые путем тонкого измельчения шлака совместно со щелочным компонентом или затворением молотого шлака растворами ряда соединений щелочных металлов: натрия, лития или калия. Экономическая эффективность данного сырья обусловлена большими объемами, доступностью отходов металлургической промышленности и минимальными затратами на транспортировку до строительного производственного комплекса [2].

Шлакощелочные бетоны имеют ряд существенных преимуществ, таких как паро- и водонепроницаемость, высокая морозостойкость и жаростойкость, устойчивость к действию агрессивных сред и, самое главное, существенно сниженные энергозатраты на производство. Применение жаростойких бетонов на основе шлакощелочных вяжущих при строительстве и ремонте тепловых агрегатов дает возможность механизировать производство, снизить трудоемкость процесса, применить более энергоэффективную безобжиговую технологию и повысить срок службы и производительность самих агрегатов.

Однако наиболее эффективным является использование металлургических шлаков в составе бетонов специального назначения: жаростойких, кислотоупорных и других бетонов, стойких к воздействию агрессивных сред [3].

Целью исследования является разработка составов и технологии жаростойких бетонов на основе шлакового вяжущего, активированного жидким стеклом.

Для достижения поставленной цели в работе решались следующие задачи:

- разработка составов жаростойких бетонов на основе шамотных заполнителей и шлакощелочного вяжущего;
- изучение влияния добавок доменного шлака на физико-механические и огневые свойства жаростойких композиций;
- разработка технологии безобжиговых жаростойких бетонов для футеровки печных вагонеток.

Для проведения исследования по улучшению характеристик жаростойких бетонов на основе шамотных заполнителей и шлакощелочного вяжущего были выбраны следующие компоненты: доменный шлак, бой шамотного кирпича, жидкое стекло. В качестве тонкомолотой добавки (отвердителя) применяли доменный шлак ОАО «ЕВРАЗ ЗСМК» с удельной поверхностью $S_{уд} = 3100-3250 \text{ см}^2/\text{г}$, химический состав шлака приведен в таблице 1.

Таблица 1

Химический состав доменного шлака ОАО «ЕВРАЗ ЗСМК»

Содержание оксидов, мас. %						
SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	MnO	K ₂ O	Na ₂ O
37,84	13,41	37,82	8,69	0,54	-	-

Заполнителем является бой шамотного кирпича с гранулометрическим составом, представленным в таблице 2, в качестве активатора связки - натриевое жидкое стекло с модулем $n = 1,5, 1,8, 2,0$ и плотностью $\rho = 1,55 \text{ г/см}^3, 1,52 \text{ г/см}^3, 1,48 \text{ г/см}^3$ соответственно при соотношении компонентов, представленным в таблице 3.

Таблица 2

Гранулометрический состав заполнителя

Заполнитель	Насыпная плотность, г/см ³	
	Фракция 0-1 мм	Фракция 1-3,25 мм
Бой шамотного кирпича	1,18	1,01

Таблица 3

Содержание компонентов в бетонной композиции, мас. %

Обозначение состава	Шамот фр. 1-3,25 мм	Шамот фр. 0,14-1 мм	Шлак S _{уд} = 3100-3250 см ² /г	Жидкое стекло
ЖБ	39,0	16,9	18,8	25,2

Шамотный кирпич был измельчен в щековой дробилке для получения необходимых фракций. В качестве вяжущего был использован тонкомолотый доменный шлак, затворенный жидким стеклом с разными модулями. Образцы в виде кубов со стороной 3 см готовили методом виброуплотнения, и испытывали после 3-х суточного твердения в воздушно-влажных условиях при t=25 °С.

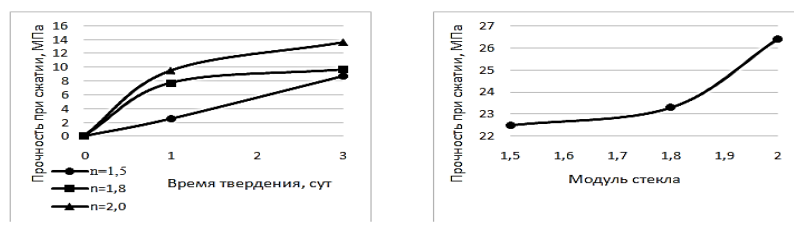


Рис. 1. Зависимость прочности образцов: а) от продолжительности твердения б) от модуля стекла после обжига при температуре 1000 °С

Анализируя графики, представленные на рис.1, следует отметить, что предел прочности на сжатие образцов, твердеющих в воздушно влажных условиях, зависит от времени твердения и модуля жидкого стекла. Наилучшие результаты по пределу прочности показали образцы после 3 суточного твердения с n = 2,0 и составило 14,2 МПа. Показания прочности после обжига, также подтвердили о том, что при увеличении модуля жидкого стекла увеличивается прочность полученных образцов жаростойкого бетона 26,2 МПа.

Таблица 3

Прочность образцов от содержания жидкого стекла (n=2,0, p=1,48 г/см³) и шлак

Процентное отношение жидкого стекла к шлаку	Предел прочности при сжатии после 3 сут твердения, МПа	Предел прочности при сжатии после обжига при 1000°С, МПа
58:42	14,5	26,2
68:32	6,8	22,4
78:22	1,8	20,1
88:12	0,4	11,5

При увеличении количества жидкого стекла и уменьшении шлака образцы получились менее прочные, как после воздушно влажного твердения так и после обжига, что говорит о недостаточном количестве отвердителя, для связывания стекла и стягивания зерен заполнителя. Многократное увеличение прочности после обжига, по видимому, результат спекания, который способствует упрочнению структуры.

Таблица 4

Прочность образцов от содержания заполнителя и шлака

Процентное отношение заполнителя к шлаку	Предел прочности при сжатии после 3 сут твердения, МПа	Предел прочности при сжатии после обжига при 1000°С, МПа
56:44	14,5	26,2
54:46	17,0	25,1
49:51	19,4	24,3

До обжига более прочны образцы с большим исходным содержанием связки. После обжига более прочны образцы с меньшим исходным содержанием связки. Это обусловлено термическим разупрочнением связки в процессе обжига и относительно большей прочностью шамотного заполнителя по сравнению со связкой

Таблица 5

Механические свойства полученного жаростойкого бетона

Прочность после 3 сут твердения, МПа	После обжига 1000°C			
	Прочность при сжатии, МПа	Прочность на изгиб, МПа	Плотность, кг/м ³	Огневая усадка, %
14,5	26,2	7,0	1830	1,2

В результате эксперимента был получен легкий жаростойкий бетон класса В10, что соответствует строительной марке М150, с механическими свойствами, представленные в таблице 5.

Литература

1. Очагова И.Г. Направления развития задачи огнеупорной промышленности / И.Г. Очагова// Новые огнеупоры., 2008. – №3. – С. 12.
2. Ахтямов Р.Р. Жаростойкий бетон повышенной термостойкости на шлакощелочном вяжущем / Р.Р. Ахтямов // Огнеупоры и техническая керамика., 2010. – N 3. – С. 46.
3. Глуховский В.Д., Пахомов В.А. Шлакощелочные цементы и бетоны. – К: Будивельник, 1978. – С.184 .

КОМПЛЕКСНАЯ ОБРАБОТКА АЛЮМОСИЛИКАТНЫХ ОТХОДОВ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ КЕРАМИЧЕСКОГО КИРПИЧА

И.Ю. Юрьев, А.А. Заяц, П.В. Космачев

Научный руководитель профессор Н.К. Скрипникова

Томский государственный архитектурно-строительный университет, г. Томск, Россия

Промышленное производство стеновых материалов – керамического кирпича все больше сталкивается с нехваткой доброкачественных сырьевых материалов, обеспечивающих выпуск продукции, отвечающей требованиям рынка.

Разработка и внедрение новых эффективных материалов, обладающих высокими физико-механическими и теплофизическими характеристиками, является актуальной задачей современного материаловедения. Повсеместное применение технологий по утилизации промышленных отходов в производстве строительных материалов не только снимет обременяющие бюджет расходы на утилизацию, но и станет серьезным источником пополнения бюджетных средств, стимулом к расширению производства строительных материалов.

Уровень утилизации золошлаковых отходов (ЗШО) в России составляет около 4–5 %; в ряде развитых стран – около 50 %, во Франции и Германии – 70 %, а в Финляндии – около 90 % их текущего выхода [4].

Известно большое количество исследований по использованию зол в строительстве [1, 2], но практическое применение носит лишь эпизодический характер. Это связано, в основном, с различными исходными свойствами техногенного сырья. Даже при использовании угля одного месторождения на тепловых электростанциях, получаемая зола может значительно отличаться по своим свойствам – химическому и, особенно, гранулометрическому составу.

В связи с этим, не теряет актуальность разработка новых технологических решений, позволяющих производить эффективный керамический кирпич. Основной целью при этом является установление оптимального гранулометрического состава золы для получения керамического кирпича с требуемыми физико-механическими характеристиками. Обработанная должным образом зола ТЭС может позиционироваться, как полноценный сырьевой материал для получения керамического кирпича различной номенклатуры.

Учитывая то, что зола ТЭС, является отощителем, наиболее практично использовать полусухой способ производства кирпича для достижения максимального содержания алюмосиликатного отхода в зологлиняной шихте. Одним из способов достижения поставленной цели является использование комплекса мер по подготовке золы ТЭС, основными из которых является сушка и помол (диспергирование) сырья.

Ранее проведенные исследования [6] показали, что основным фактором, формирующим физико-механические свойства кирпича-сырца после прессования, являются силы сцепления частиц, величина которых в свою очередь зависит от минерального состава, структуры и гранулометрического состава зол, а также особенностей прессования (скорость прессования, время прессования и др.). Поэтому увеличить прочность изделий (сырца и готового изделия) можно путем нацеленного воздействия на механизм сцепления частиц.

При проведении исследований использовали золы ТЭС городов Томск и Северск и глину Верхового месторождения Томской области. Учитывая, что золы ТЭС в большинстве своем являются инертными по отношению к глине, а именно не вступают в химическую реакцию с глинистыми частицами с образованием новых соединений, одной из главных их характеристик является гранулометрический состав (табл.) и содержание негоревшего топлива. Количество углистых остатков в томской золе варьируется в пределах 4–6 %, в северской – доходит до 16–18 %.

Результаты гранулометрического ситового анализа (табл.) алюмосиликатного сырья показали, что томская зола более чем на 98 % состоит из частиц менее 63 мкм. Это может характеризовать её как сырья высокого качества для производства керамического кирпича. Анализируя зерновой состав северской золы, видим, что она представлена частицами различного размера, большая часть которых относится к пылеватой

фракции. Такое алюмосиликатное сырье без обработки можно использовать только в качестве отошающей добавки к глинам при производстве строительных керамических изделий.

Таблица

Гранулометрический состав зол ТЭС

Наименование сырья	Частные остатки на ситах, % с размером ячейки, мм					
	1,25	0,63	0,315	0,14	0,063	< 0,063
Зола г. Томск	0,0	0,1	0,3	0,3	0,9	98,4
Зола г. Северск	12,1	20,1	8,4	9,5	10,0	39,9

Ощутимая разница гранулометрического состава в естественном состоянии томской и северской золы объясняется технологией сжигания угля на электростанциях. Исходная высокая дисперсность томской золы и небольшое количество остаточного топлива обусловлено тем, что на томской ТЭС уголь измельчается и подается в котел форсунками. На ТЭЦ СХК (ЗАТО Северск) сжигание угля происходит без предварительной его обработки, что способствует образованию большого количества шлака и крупноразмерных частиц.

Известно, что процесс измельчения сопровождается изменениями как гранулометрического, так и фазового состава сырья. Сырье проходит стадии разрушения природных агломератов, частичной аморфизации зерен с развитием в них дефектов, энергия которых обуславливает в дальнейшем образование новых агрегированных частиц, что способствует улучшению технологических свойств (рис.) полиминерального сырья [5].

Известно, что повышение тонкости помола позволяет увеличить химическую активность различных материалов и скорость гетерогенных процессов, что непосредственно связано с ростом удельной поверхности порошков. Диспергирование вызывает значительное увеличение равновесных параметров, характеризующих реакционную способность веществ. Например, оксиды железа при тонком измельчении переходят в закись, а в случае измельчения в среде водорода при температуре выше 500 °С железо полностью восстанавливается, а кальцит в процессе тонкого разрушения может вступать в реакцию с кремнеземом, что способствует образованию различных силикатов.

Для механической активации порошков необходимо использовать мельницы, в которых механический импульс от мелющего тела подводится одновременным сочетанием удара, давления и сдвига. Подобный характер нагружения обеспечивает высокую дисперсность, форму частиц, близкую к шарообразной, а также необходимый для твердофазных взаимодействий плотный контакт между частицами различных ингредиентов. К таким типам мельниц относятся барабанные, вибрационные и планетарные [3].

В нашем случае исследуемые золы подвергали измельчению в шаровой и планетарной мельницах, где достигнута дисперсность сырья 4000–4500 см²/г.

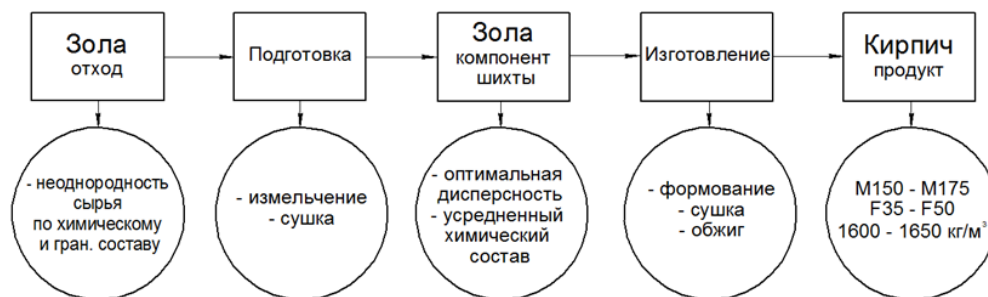


Рис. Общая схема получения золокерамического кирпича с использованием в составе шихты предварительно подготовленных отходов ТЭС

Для исследования влияния дисперсности золы ТЭС на прочностные характеристики готовых керамических изделий были изготовлены образцы с содержанием зол (50 % по массе шихты) различной удельной поверхности: 900–4500 см²/г. Рост прочности при сжатии керамических образцов наблюдается при использовании зол с удельной поверхностью не более 2700–3000 см²/г. При содержании более дисперсных зольных порошков в шихте прочность несколько снижается. Это объясняется особенностями прессования сырца при полусухом способе производства, а именно удалением воздуха из сырца.

При прессовании порошков высокой дисперсности могут образовываться локальные напряжения внутри сырца, обусловленные невозможностью выхода излишков воздуха за счет создания плотной структуры, сложенной из частиц пресс-порошка малых размеров, на ранних стадиях прессования. Кроме этого, такие процессы повышают возможность трещинообразования сырца как после прессования, так и в процессе сушки.

Таким образом, использование зол с удельной поверхностью более 2700–3000 см²/г в производстве стеновых керамических изделий методом полусухого прессования может стать неэффективным. Поэтому, одной из главных особенностей предварительной обработки алюмосиликатных отходов является контроль удельной

поверхности получаемого зольного порошка для получения изделий оптимальной марочной прочности при максимальном содержании некондиционного сырья в шихте.

Литература

1. Ватин Н.И. Применение зол и золошлаковых отходов в строительстве / Н.И. Ватин, А.И. Калачев, П. Лахтинен // *Magazine of Civil Engineering.*, 2011. – № 4. – С. 16 – 21.
2. Волокитин Г.Г. Технология получения минеральных волокон путем утилизации золошлаковых отходов и отходов горючих сланцев / Г.Г. Волокитин, Н.К. Скрипникова, О.Г. Волокитин, С. Волланд // *Стекло и керамика.*, 2011. – № 8. – С. 3 – 5.
3. Корнилов А.В. Перспективные переработки керамического сырья / А.В. Корнилов и др. // *Стекло и керамика.*, 2009. – № 1. – С. 23 – 25.
4. Обзорная информация отечественного и зарубежного опыта применения отходов от сжигания твердого топлива на ТЭС / Путилин Е.И., Цветков В.С. – М.: Союздорнии, 2003. – 60 с.
5. Прокофьев В.Ю. Процессы измельчения и механохимической активации в технологии оксидной керамики (обзор) / В.Ю. Прокофьев, Н.Е. Гордина // *Стекло и керамика.*, 2012. – № 2. – С. 29 – 33.
6. Юрьев И.Ю. Модифицированные алюмосиликатные отходы для строительных керамических материалов / И.Ю. Юрьев, Н.К. Скрипникова // *Письма о материалах.*, 2013. – № 4. – С. 24 – 27.

Секция 11

ГЕОЭКОЛОГИЯ, ОХРАНА И ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОЭКОЛОГИИ

ОЦЕНКА ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ТЕРРИТОРИИ Г. АКТОБЕ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ИЗУЧЕНИЯ ЗОЛЫ ЛИСТЬЕВ ТОПОЛЯ ЧЕРНОГО (*POPULUS NIGRA L.*), РЕСПУБЛИКА КАЗАХСТАН

Ж.М. Алдонгарова

Научный руководитель профессор Н.В. Барановская

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Проблема загрязнения окружающей среды неслучайно стала одной из злободневных проблем современности. В связи с интенсивным развитием промышленности и транспорта в атмосферу, гидросферу и почву поступает все большее количество вредных веществ. Среди токсических веществ, загрязняющих окружающую среду, тяжелые металлы занимают особое место, поскольку в отличие от других неустойчивых и быстро трансформирующихся загрязнителей, соединения тяжелых металлов довольно устойчивы и сохраняют свое токсическое действие в течение длительного времени [1]. Наиболее перспективным в этом отношении является биогеохимический метод, который первоначально был разработан для поисков месторождений полезных ископаемых рудного генезиса [2].

Загрязнение окружающей среды тяжелыми металлами оказывает значительное отрицательное влияние на химический состав почв, пищевые свойства растительности [1]. Не является исключением и г. Актобе — признанный центр хромоперерабатывающей промышленности, расположенный на западе Республики Казахстан в долине р. Илек (приток р. Урал). На его территории расположены промышленные производства, на которых функционируют сотни стационарных источников поступления в окружающую среду загрязняющих веществ [3, 4, 5]. Основными источниками поступления химических компонентов в окружающую среду города Актобе являются такие предприятия как металлургия (чёрной и цветной) и энергетика. Наибольший вклад в общее загрязнение окружающей среды вносит АО «Актюбинский завод хромовых соединений» - до 36,4% от общегородских выбросов, а так же – Актюбинский завод ферросплавов (филиал АО ТНК «Казхром») – до 28,4%. Кроме того, 15,1% выбросов исходит от «Актобе ТЭЦ» [6, 7]. Учитывая все выше изложенное служило источником беспокойства в том числе как специалиста самих предприятия так и научных сотрудников который проводили на данной территории комплексные исследования почв, снегового покрова, донных отложениях с анализом и районированием территории [8, 9]. Результаты наблюдений, проводившихся ранее, характеризуют г. Актобе как территорию с неблагоприятной экологической ситуацией [10, 11]. Наши исследования дополняют данные исследования результатами по концентрированию ряда химических элементов, в том числе специфического элемента хрома в растительности данной территории.

Целью нашей работы являлась проведение оценки эколого-геохимического состояния территории города с использованием анализа элементного состава почв и золы листьев тополя черного (*Populus nigra*). Отбор проб почвы и листьев древесных растений проводился одновременно 2013 году в 50 точках города, расположенных равномерно по сети с учетом роза ветров и согласно установленным методикам [12].

По результатам анализа городских почв было установлено, что повышенными концентрациями на площади города характеризуются хром, цинк и рубидий. Наиболее интенсивное загрязнение почв хромом было выявлено в северной части территории города в непосредственной близости к источникам загрязнения. В тоже время отдельные участки с повышенным содержанием хрома прослеживались до южной части города. Если же оконтурить максимальное содержания хрома, то ореол такого уровня окажется почти непрерывно прослеженным на 11-12 км от источника загрязнения на севере до южной части города (рис.).

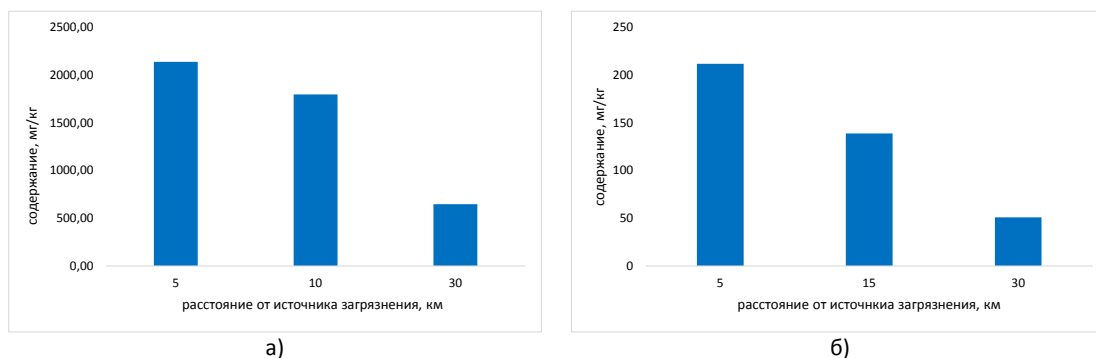


Рис. Содержание хрома в золе листьев тополя черного (а) и почвах (б) по удаленности от промзоны г.Актобе

Общая площадь загрязненной территории с учетом участков Промзоны достигает 60 км². Это связано с микроклиматическими инверсионными и другими процессами, обусловленными жизнедеятельностью жилых и производственных массивов города.

Литература

1. Воскресенская О.Л. Большой практикум по биоэкологии: учебное пособие / О.Л. Воскресенская, Е.А. Алябышева, М.Г. Половникова. – Йошкар-Ола, 2006. – Ч. 1. – 107 с.
2. Виноградов А.П. Поиски рудных месторождений по растениям и почвам // Труды Биогеохим. лаб. АН СССР. – М., 1954. – Вып. 10. – С. 3-27.
3. Засорин Б.В., Сабыр К.К., Искаков А.Ж. Риски здоровью населения от воздействия факторов среды обитания урбанизированных территорий. – Актобе, 2009. – 152 с.
4. Засорин Б.В., Карашова Г.И., Искаков А.Ж., Сарсенбаева Т.Ш. Определение реальной химической нагрузки на население урбанизированных территорий за счет загрязнения воздушной среды // Мат. конф. «Проблемы медицины труда и промышленной токсикологии в Казахстане». – Караганда, 2006. – С. 151-154.
5. Карашова Г.И., Калдыбаева А.Т., Утешова Л.Ш., Ермуханова Л.С., Жолдыбаева Д.Г., умагазиева М.С. Характеристика химического загрязнения снежного покрова на территории города Актюбинска // Мат. конф. «Нефть и здоровье». – Уфа, 2007. – С. 164-166.
6. Утешова Л.Ш., Калдыбаева А.Т., Ермуханова Л.С., Жолдыбаева Д.Г., Жумагазиева М.С., Карашова Г.И. Накопление химических веществ в почве на территории города Актюбинска // Материалы Всероссийской конференции «Нефть и здоровье». – Уфа: Мир печати, 2007. – С. 167-170.
7. Кенесариев У.И., Жакашов Н.Ж., Снытин И.А. Оценка реальной химической нагрузки на организм населения хромовой биогеохимической провинции: методические рекомендации // У.И. Кенесариев, Н.Ж. Жакашов, И.А. Снытин и др. – Астана, 2005. – 19 с.
8. Мамырбаев А.А. Токсикология хрома и его соединений. – Актобе: Кокжиек, 2012. – 284 с.
9. Давидович, С.Г. Особенности развития бронхиальной астмы у детей в регионе высокого экологического напряжения / С.Г. Давидович, Л.В. Долотова, Г.М. Кульниязова, Г.К. Жубаназарова // Экология и здоровье детей: сборник научных трудов Республиканской конференции. – Усть-Каменогорск, 2003. – С. 30-31.
10. Яковлева Н.А. Оценка гигиенической безопасности функционирования системы «промышленное предприятие – окружающая среда – здоровье человека» / Н.А. Яковлева, У.К. Киозаров, Н.А. Айтмухамбетов // Экология и развитие общества: сборник научных докладов IX Международной конференции. – СПб., 2005. – С. 380-383.
11. Окружающая среда и здоровье населения в районе с развитой хромперерабатывающей промышленностью // Материалы XI Международной конференции «Экология и развитие общества». – СПб.: МАНЭБ, 2008. – С. 264-269.
12. Язиков Е.Г., Шатилов А.Ю. Геоэкологический мониторинг: учебное пособие для ВУЗов. – Томск: Изд-во ТПУ, 2003. – 336 с.

УРОВЕНЬ ПЫЛЕВОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ Г. КАРАГАНДА (РЕСПУБЛИКА КАЗАХСТАН) ПО ДАННЫМ СНЕГОГЕОХИМИЧЕСКОЙ СЪЕМКИ

Т.Е. Адильбаева

Научный руководитель доцент А.В. Таловская

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Введение. В последнее время в исследовании загрязнения окружающей среды широко используются природные планшеты-накопители аэрозолей. В этом смысле снеговой покров как естественный планшет-накопитель дает действительную величину сухих и влажных атмосферных выпадений в холодный сезон. В холодный период года в местах сплошного развития снегового покрова, когда исключается перенос частиц почвы на его поверхность, вещественный и химический состав твердого осадка становится функцией атмосферных выпадений.

Изучение химического и вещественного состава нерастворимого (твердого) осадка снежного покрова (или твердофазных выделений снегового покрова), расчет массы пыли в снеговой пробе служит основой для определения пылевой нагрузки и позволяет выявить пространственные ореолы загрязнения и количественно рассчитать реальное загрязнение ландшафта в течение периода с устойчивым снежным покровом [2].

В работе обсуждаются результаты изучения уровня пылевой нагрузки, осевшей на снеговой покров, на территорию г. Караганды.

Административно город разделен на два района: им. Казыбек би и Октябрьский. Территория исследуемого Октябрьского района в границах составляет 22,4 тыс. га, что составляет 41,3% общей площади территории города, численность населения на начало 2014 года составило 221,5 тыс. человек. На территории Октябрьского района расположены объекты машиностроения и металлообработки, теплоэнергетики, химической, фармацевтической промышленности и месторождения угля. Промышленный потенциал района оказывает техногенное воздействие на окружающую среду города.

В северной части района расположен один из крупнейших энергопроизводящих предприятий Карагандинской области – теплостанция-3 (ТЭЦ-3) АО «Караганда Энергоцентр». Компания является основным производителем тепловой и электрической энергии в системе тепло и электроснабжения города. Общая установленная электрическая мощность станций составляет 592 МВт, располагаемая – 418,1 МВт. По

тепловой мощности – установленная равна 1634 Гкал/час, располагаемая находится на уровне 1010,3 Гкал/час. В своей технологическом процессе использует экибастузский уголь [4].

Методика исследований. В феврале 2014 г. автор проводила отбор проб снега на территории Октябрьского района г. Караганды по возможности по регулярной сети с шагом 500 м. В зоне влияния ТЭЦ-3 отбор осуществляла по векторной сети от промплощадки в направлении основного ветрового переноса загрязнений, согласно преобладающему направлению ветра - северо-восточное. Таким образом, территория исследования была условно разделена на ближнюю зону воздействия ТЭЦ-3 - 400-600 м и дальнюю- 1500-2000 м. В качестве фоновой площадки была выбрана д. Доскей (Победа) 10-12 км от города на юг, отобрано 5 проб. Всего было отобрано 23 пробы.

Отбор и подготовку проб снега выполняли с учетом методических рекомендаций ИМГРЭ (РД 52.04.186 № 2932-83, Василенко и др., 1985; Сагит и др., 1990), руководства по контролю загрязнения атмосферы и многолетнего практического опыта эколога-геохимических исследований на территории Западной Сибири.

Пробы отбирали по методу шурфа на всю мощность снежного покрова, за исключением пятисантиметрового слоя над почвой, для избежания загрязнения проб литогенной составляющей во время формирования снегового покрова. При отборе пробы измеряли площадь шурфа и фиксировали время (в сутках) от начала снегостава. Оттаивание снеговых проб проводилось при комнатной температуре. Нерастворимая фаза выделяется путем фильтрования через беззольный фильтр типа «синяя» лента. Просушивание проб также проводили при комнатной температуре. Затем пробы просеивали для освобождения от посторонних примесей через сито с размером ячейки 1 мм и взвешивали. Разница в массе фильтра до и после фильтрования характеризует массу пыли в пробе.

Объектом исследования является твердый осадок снега, содержащий осевшую атмосферную пыль на снеговой покров.

Масса пыли в снеговой пробе служит основой для определения пылевой нагрузки. Согласно методическим рекомендациям ИМГРЭ [2], проводился расчет пылевой нагрузки P_n (мг/(м²•сут)) по формуле: $P_n = P_o / S \cdot t$, где P_o – масса пыли в пробе (мг; кг); S – площадь шурфа (м²; км²); t – время от начала снегостава (количество суток). В практике используется следующая градация по среднесуточной пылевой нагрузке: 100-250 - низкая; 251-450 - средняя; 451-850- высокая; более 850 - очень высокая степень загрязнения [2].

Результаты работы и их обсуждение. Анализ расчета пылевой нагрузки показал, что среднее значение данной величины на территорию Октябрьского района г. Караганды составило 972 мг/(м²•сут), что соответствует очень высокой степени загрязнения согласно нормативной градации [2], при фоне 67 мг/(м²•сут). Высокие показатели данной величины на территорию приносят выбросы ТЭЦ-3. Согласно нормативной градации очень высокая степень загрязнения соответствует чрезвычайно опасному уровню заболеваемости населения.

В ближней зоне воздействия ТЭЦ-3 (400-600 м) наблюдается очень высокая степень загрязнения атмосферы (1167 мг/(м²•сут)) в соответствии с нормативной градацией (табл.) Повышенные значения пылевой нагрузки в ближней зоне могут быть связаны не только с выбросами от теплоэлектростанции, но с притоком пыли за счет ветрового переноса от складов углей, расположенных на территории теплоэлектростанции, или во время разгрузки угля. В дальней зоне воздействия теплоэлектростанции величина пылевого загрязнения соответствует низкой степени загрязнения атмосферы в соответствии с нормативной градацией.

Таблица

Среднее значение величины пылевой нагрузки (P_n , мг/(м²•сут)) на территорию Октябрьского района г. Караганды

Точка отбора	Расстояние от ТЭЦ-3				Жилой район 3 км	Фон 10 км
	400 м	600 м	1500 м	2000 м		
Количество проб	3	5	1	1	8	5
P_n	1426	486	390	382	159	66,8

В работе [3] по результатам многолетних наблюдений в зоне влияния государственной районной теплоэлектростанции г. Томска было отмечено, что максимальное выпадение пыли на снеговой покров наблюдается на удалении 1,0 км. Согласно данным исследованиям это может быть связано с процессами вымывания более мелких частиц золы ледяной крупой, образующейся при замерзании водяного пара в дымовой струе теплоэлектростанции, что было показано в работе [1]. В связи с этим явлением, большая часть пылевых выбросов в зимнее время может оседать на довольно близких расстояниях от электростанции, несмотря на значительную высоту труб. Возможно, данное явление характерно и для теплоэлектростанции г. Караганды, что также может объяснить высокие значения пылевого загрязнения в ближней зоне распространения выбросов.

Заключение. По полученным результатам исследования было определено, что высокие показатели пылевой нагрузки приходятся на зону воздействия ТЭЦ-3 Октябрьского района г. Караганды. По мере удаления от источника выброса пылевая нагрузка уменьшается в 3 раза, что соответствует низкой степени загрязнения согласно нормативной градации.

Литература

1. Беляев С.П. Некоторые закономерности загрязнения природной среды продуктами сгорания каменного угля на примере г. Кызыла / С.П. Беляев, С.П. Несчастнов, Г.М. Хомушку, Т.И. Моршина, А.И. Шилина // Метеорология и гидрология. – М., 1997. – № 12. – С. 54–63.
2. Геохимия окружающей среды / Ю.Е. Саэт, Б.А. Ревич, Е.П. Янин, Р.С. Смирнова, И.Л. Башаркевич, Т.Л. Онищенко, Л.Н. Павлова, Н.Я. Трефилова, А.И. Ачкасов, С.Ш. Саркисян. – М.: Недра, 1990. – 335 с.
3. Таловская А.В. Экспериментальные и численные исследования длительного пылеаэрозольного загрязнения в окрестностях теплоэлектростанции (на примере Томской ГРЭС-2) / А.В. Таловская, В.Ф. Рапута, Е.А. Филимоненко, Е.Г. Язиков // Оптика атмосферы и океана. – Новосибирск, 2013. – Т. 26. – № 8. – С. 642–646.
4. Энергопроизводящее предприятие ТЭЦ-3 АО «Караганда Энергоцентр» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://chistoprudov.livejournal.com/130638.html?thread=11383118> (дата обращения 15.03.2014).

ПРЕОБРАЗОВАНИЕ МОРФОЛИТОГЕННОЙ ОСНОВЫ И АНТРОПОГЕННОЕ ОСВОЕНИЕ ГОРОДА ГОМЕЛЯ И ПРИЛЕГАЮЩИХ ТЕРРИТОРИЙ**С.В. Андрушко*****Гомельский университет имени Франциска Скорины, г. Гомель, Республика Беларусь***

Первые значительные преобразования морфолитогенной основы на территории города Гомеля появились во второй половине XX века и были связаны с различными видами строительства: строительством мостов через реку Сож, строительством портовых сооружений, промышленным строительством, а также разработкой месторождений глинистого сырья. Площадь техногенных грунтов на этом этапе составляла около 1 % территории. В начале XXI века площадь техногенных грунтов выросла от 8% до 14 % в различных ландшафтах. На данном этапе преобразования морфолитогенной основы проявились в создании как положительных форм (насыпи, валы, намывы), так и отрицательных форм (каналы, водоемы, котлованы) рельефа.

Значительные локальные изменения морфолитогенной основы были вызваны разработкой месторождений торфа, строительных песков и глин. Застройка велась преимущественно без преобразования морфолитогенной основы геосистем. Тогда как, в пойменном ландшафте застройка требовала создания техногенного основания. Соответственно большая часть всех преобразований морфолитогенной основы приходится именно на пойменный ландшафт.

Трансформация морфолитогенной основы геосистем поймы обусловлена дноуглубительными и карьерными работами. Для целей городского строительства в 1970–1980-х гг. были созданы намывные массивы, захоронившие исходные пойменные геосистемы в северо-восточной и южной частях города. Техногенными грунтами были засыпаны овражные системы на юге и юго-западе города, созданные малыми реками и временными водотоками (Мильчанская канава в районе микрорайона «Давыдовка», овраг в районе ул. Братьев Лизюковых, овраг в районе ул. Жукова). Также была сооружена система водоемов рекреационного назначения в восточной и северо-восточной частях района (Волотовский пруд, Гребной канал, залив Дедно). Значительным изменениям за счет спрямления, углубления и расширения подверглось русло реки Сож. За счет его расширения площадь реки Сож за период с 1947 по 2005 гг. на территории района увеличилась в 1,4 раза. Кардинальным образом была изменена конфигурация и размеры ряда старичных озер (Дедно, Любенское и др.).

Наибольшая степень трансформации была характерна для северо-восточной части района (правобережье Сожа). Здесь в 70-е годы XX века проводился гидронамыв песков с последующим образованием системы искусственных прудов. В результате абсолютные отметки данной территории увеличились на 3-7 м и территория перестала испытывать периодическое затопление паводковыми водами. В 80-е гг. XX столетия северная часть намывного массива начала застраиваться, в этот период были построены микрорайоны № 11, 12, 13.

В южной части района города в районе озера Любенское, во второй половине XX века жилой многоэтажной застройкой была застроена надпойменная терраса. Этажность зданий здесь составила 5-16 этажей, а величина техногенного вертикального расчленения рельефа – 20-55 м. Радикальным образом была перепланирована пойма: озеро Любенское расширено и протокой соединено с искусственным заливом реки Сож (созданная гидросистема в 2,2 раза больше исходного озера). Для строительства объездной трассы и моста через реку создана насыпь (высота – 3-4 м, ширина – до 100 м), пересекающая поперек всю пойму. В районе урочищ Шведская Горка и Ракова Лоза в результате добычи песка созданы искусственные заливы (на северном и южном берегах реки Сож), занимающие более 170 га площади.

Значительные изменения произошли в пределах поймы и надпойменной террасы на юго-западе города. В конце XX - начале XXI вв. здесь проводилась разработка месторождения строительных песков. Глубина карьера достигла 10 м и более. Общая площадь техногенных форм рельефа составила более 78 га. Болотный массив, расположенный южнее проспекта Октября, подвергся частичному осушению за счет создания сети мелиоративных каналов. В его центре был создан намывной массив «Южный» (более 20 га). Западная часть пойменного болота нарушена добычей торфа и сапропеля.

На сегодняшний день пойменные геосистемы с искусственной морфолитогенной основой характеризуются активным проявлением техно-природных геологических процессов: золовых (в пределах песчаных намывных массивов, с крайне разреженным растительным покровом), водно-эрозионных (развитие промоин по бортам дорожных насыпей, земляных дамб) и суффозионных (проявляется точно в мечтах утки

из водонесущих коммуникаций). В ряде искусственных и естественных водоемов наблюдается интенсивная эвтрофикация (озеро-отстойник Дедно, озеро Малое, каналы).

Пораженность пойменных территорий техно-природными геологическими процессами в пределах территории города превышает 14,2 % площади. Застройка территории и изменение морфолитогенной основы геосистем вызывают трансформацию каналов и перераспределение направления движения потоков поверхностных и грунтовых вод. В значительной степени трансформация путей транзита поверхностного стока обусловлена техногенными механическими барьерами (зданиями, насыпями и т.д.), уничтожением или перекрытием естественной дренажной сети.

Негативными последствиями нарушения естественного дренирования являются подтопление зданий и сооружений, суффозионные явления в техногенных грунтах, затопление пониженных участков улиц во время ливневых осадков. Многие из них, представляющие собой части естественной дренажной сети города, сегодня они засыпаны и заасфальтированы (пересечение улиц Интернациональная и Гагарина, район Мохового переезда и Полесского моста, улица Советская в районе Пионерского сквера). Преобразованные, они не могут в должной степени обеспечивать отток значительных объемов дождевых вод через городскую канализацию.

Со второй половины XX века также отмечается значительное преобразование морфолитогенной основы прилегающих к городу территорий. Было характерно значительное увеличение площади техногенных форм рельефа (появление насыпных и намывных массивов), создаваемых для строительства новых жилых районов и дорог. В конце XX века техногенные формы рельефа уже занимали 3,9 % площади пригородных территорий. Наибольшая их удельная площадь отмечается в пойменном ландшафте (10,4 %), что обусловлено созданием насыпных и намывных массивов для строительства новых микрорайонов и дорожных магистралей. В аллювиальном террасированном ландшафте площадь техноморф занимала 2,4 % площади, здесь располагались месторождения по добыче песка (Осовцы), насыпные и намывные массивы и дорожные магистрали.

В пределах района интенсивно проводилась добыча полезных ископаемых: глинистого сырья, песков и торфа. Создание техногенных форм рельефа и добыча полезных ископаемых, привели к коренному преобразованию морфолитогенной основы района исследования, к активизации техно-природных геологических процессов, уничтожению местообитаний растений и животных, снижению эстетической ценности ландшафтов.

В течение рассматриваемого периода существенно увеличилась плотность транспортных коммуникаций с 0,49 до 3,8 км/км². Наибольшая плотность транспортных коммуникаций зафиксирована в аллювиальном террасированном (4,81 км/км²) и моренно-зандровом ландшафтах (4,39 км/км²). В целом, застройка и участки с техногенными формами рельефа характеризовались незначительной площадью (менее 1 %) вплоть до начала XX в. В течение XX в. их площадь возросла до 17,9 % (т.е. в 29,8 раза). В конце XX века сильные преобразования ландшафтов были развиты уже на 15,6 % территории модельного района.

Таким образом, значительные антропогенные воздействия в пределах города и прилегающих территории в целом, а в особенности преобразование морфолитогенной основы геосистем, приводят к активизации техно-природных геологических процессов, спровоцированным действием целого комплекса факторов, отличающимися значительными негативными последствиям и интенсивным преобразованием природных геосистем.

РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСНОГО МЕТОДА УТИЛИЗАЦИИ СТОЧНЫХ ВОД ЭЛЕКТРООБЕССОЛИВАЮЩИХ УСТАНОВОК И ПОПУТНОГО НЕФТЯНОГО ГАЗА НА МЕСТОРОЖДЕНИЯХ

К.Ю. Афанасьев

Научный руководитель профессор С.В. Голдаев

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Наиболее неблагоприятными стоками в нефтегазовой отрасли являются сточные воды, электрообессоливающих установок (ЭЛОУ), используемых на месторождениях для первичной подготовки нефти. Очистка стоков ЭЛОУ до параметров, которые предусмотрены нормативными требованиями, действующими в настоящее время, традиционными способами ведет к использованию крупномасштабных физико-химических и биолого-химических очистных сооружений. Стоит отметить, что вышеуказанные методы сложно применить в условиях эксплуатации малых и средних месторождений, не обладающих развитой инфраструктурой. Это создает предпосылки для поиска более компактных автономных и эффективных методов очистки сточных вод.

Наиболее перспективным направлением в области защиты окружающей среды (ЗОС) является организация работы промышленных предприятий таким образом, чтобы образующиеся отходы превращались в новые продукты, производство совершенствовалось, а отходы утилизировались, все процессы создавались на основе малоотходной и безотходной технологии. Применение малоотходной и безотходной технологии позволит не только решить проблему ЗОС, но одновременно обеспечит высокую экономическую эффективность производства [4].

В состав сточных вод ЭЛОУ входит большое количество растворенных солей (по преимуществу хлористый натрий), а также эмульгированная нефть. Количество нефти в этих стоках сильно колеблется и достигает 30–40 г/л, что связано с негерметичностью технологического оборудования и недостаточно квалифицированной эксплуатацией технологических установок. Содержание хлоридов составляет 10–15 г/л. Высокий солевой состав этих вод не позволяет их вторичное использование [5].

Если избавление от эмульгированной нефти путем механического и физико-химического методов не представляет труда, то снижение концентрации истинно-растворенных примесей должно сводиться к биолого-химическим методам с последующей доочисткой, что приводит к резкому увеличению затрат и времени на очистку, а также площади очистных сооружений.

Стоит отметить, что получение обессоленной воды может осуществляться на основе любых известных методов деминерализации: физико-химических (электролиз, обратный осмос, ионный обмен и др.), холодильных (вымораживание на теплопередающей поверхности, под вакуумом, контактное вторичными хладагентами, кристаллогидратный) и дистилляционных.

В настоящее время наиболее распространенным способом на большинстве предприятий является применение метода ионного обмена, когда выделение солей происходит в специальных ионообменных фильтрах из поверхностных вод, затрачивая при этом большие количества дорогостоящих ионообменных смол и реагентов.

Из анализа стало ясно, что при обессоливании сточных вод, в которых содержание анионов сильных кислот превышает 5 мг экв/кг, испарительные установки по своим технико-экономическим показателям выгоднее, чем установки химического обессоливания [3].

Дополнительным плюсом к применению термического обессоливания по средствам использования выпарных аппаратов является возможность утилизации в них попутного нефтяного газа (ПНГ). Этот факт является весомым в силу вступления в силу ужесточающих мер согласно постановлению правительства «О мерах по стимулированию сокращения загрязнения атмосферного воздуха продуктами сжигания попутного нефтяного газа на факельных установках».

Документ устанавливает серьезное ужесточение мер по сжиганию ПНГ на факельных установках в размере не более 5 процентов от добытого объема и штрафные санкции за сверхлимитные объемы его сжигания [6].

Процесс выпаривания может применяться для достижения различных целей – разделение смесей, концентрирование растворов, опреснение воды, и т. д. Поэтому существует большое количество различных типов и модификаций выпарных установок.

В ходе анализа различных видов и конструкций испарителей было получено, что наиболее распространенными для выпаривания сточных вод установки являются те, в которых раствор контактирует с поверхностью нагрева и установки, в которых раствор не контактирует с поверхностью нагрева. В установках первого типа (поверхностных) образуются отложения солей с соответствующим снижением плотности теплового потока и производительности установок. Использование поверхностных установок ведет к периодическим остановам на чистку поверхности нагрева. Таким образом, снижаются технико-экономические показатели и усложняется эксплуатация установок. Степень концентрирования раствора в них существенно ограничена из-за резкого увеличения отложений с ростом концентрации раствора [7]. Одним из путей уменьшения отложений солей на поверхностях нагрева установок концентрирования минерализованных вод является использование контактных аппаратов [2].

Далее было выявлено, что выбор того или иного выпарного аппарата зависит от той концентрации раствора, которую мы хотим получить и от конечного содержания воды в растворе. Соответственно, эффективно и экономично получить высококонцентрированный насыщенный продукт можно лишь в аппарате погружного горения с последующей сушкой, также стоит отметить эффективность применения установок мгновенного испарения для концентрирования раствора до 10-15%, учитывая, что работать они могут на низкотемпературных вторичных энергоресурсах.

В этих аппаратах создаются хорошие условия теплообмена между нагретыми газами и жидкостью, так как при барботаже нагретые газы распыляются в виде пузырьков и образуют большую межфазную поверхность. Интенсивное перемешивание раствора ускоряет процесс нагрева.

Среднее солесодержание исходных стоков после механической очистки от нефти составляло 15 кг/м³, в том числе 14,7 кг/м³ хлористого натрия и 0,3 кг/м³ остальные примеси Na₂SO₄, NaHCO₃, Na₂CO₃. Количество анионов сильных кислот превышает 40 мг экв/кг. После многоступенчатого выпаривания и сушки должен образоваться 97-98% хлорид натрия [1]. Такая соль соответствует требованиям производства хлора и других продуктов химической промышленности.

Для обезвреживания стоков ЭЛОУ была предложена схема, работающая следующим образом. Подлежащие выпариванию стоки из сборника насосом подают в аппарат мгновенного вскипания, который работает за счет ранее не используемых вторичных энергоресурсов (ВЭР), далее раствор с повышенной концентрацией поступает в АПГ с газовой погружной горелкой. В скруббер Вентури на промывку и охлаждение уходящей из аппарата парогазовой смеси подается сконденсированная вода из аппарата мгновенного вскипания, которая циркулирует с помощью насоса. Отделение стоков от парогазовой смеси происходит в циклоне. Нагретая до 70°C вода вместе с конденсатом из циклона подается в систему ГВС. Частично охлажденные дымовые газы идут в сушильную установку, после чего выбрасываются в атмосферу через дымовую трубу. Упаренный раствор подается из АПГ в отстойник, снабженный механической мешалкой. Осветленный маточный раствор из верхней части отстойника переливается в сборник и снова поступает на выпаривание, а образовавшийся на дне упаренный хлорид натрия периодически выводится через нижний патрубок в сушильную установку, использующую в качестве теплоносителя уходящие газы АПГ.



Рис. Алгоритм применения предложенного метода

Разработанная схема упаривания стоков ЭЛОУ позволит организовать на нефтяном месторождении комплексную систему по утилизации попутного нефтяного газа и сточных вод ЭЛОУ, а также получению порошкообразного хлорида натрия и очищенной горячей воды.

Алгоритм использования полученных продуктов представлен на рисунке. Из представленной схемы видно, что помимо утилизации сточных вод и попутного нефтяного газа появится возможность эффективного использования хлорида натрия для нужд бурения и добычи нефти, а также будет получен дополнительный источник тепловой энергии.

Литература

1. Алабовский А.Н., Удыма П.Г. Аппараты погружного горения: учебное пособие для вузов. – М.: Изд-во МЭИ, 1994. – 255 с.
2. Афанасьев К.Ю., Чухарева Н.В. Использование контактного выпарного аппарата для концентрирования стоков электрообессоливающих установок // Горный информационно-аналитический бюллетень. – М., 2012. – № 3. – С. 426-430.
3. Вихрев В.Ф., Шкроб М.С. Водоподготовка: учебное пособие. – М.: Энергия, 1973. – 416 с.
4. Защита биосферы от промышленных выбросов: учебное пособие / А.И. Родионов, Ю.П. Кузнецов, Г.С. Соловьев. – М.: КолосС: Химия, 2005. – 387 с.
5. Методические указания по санитарной охране водоемов от загрязнения нефтью № 141776.
6. Постановление правительства РФ от 08.01.2009 «О мерах по стимулированию сокращения загрязнения атмосферного воздуха продуктами сжигания попутного нефтяного газа на факельных установках».
7. Таубман Е.И. Термическое обезвреживание минерализованных промышленных сточных вод. – Л.: Химия, 1975. – 208 с.

ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ ХРОМА В ЗОЛЕ НАДЗЕМНОЙ ЧАСТИ ПОЛЫНИ ГОРЬКОЙ (ARTEMISIA ABSINTHIUM) НА ТЕРРИТОРИИ ПАВЛОДАРСКОЙ ОБЛАСТИ

К.Е. Балдина

Научный руководитель доцент Н.П.Корогод

Павлодарский государственный педагогический институт, г. Павлодар, Казахстан

За многовековую историю деятельность человека привела к глобальным изменениям среды своего обитания. Особенно ощутимо указанные преобразования затронули урбанизированные территории [5].

Изменение химического состава всех природных компонентов урбоэкосистемы и отрицательное воздействие на здоровье населения вызывает поступление тяжелых металлов в окружающую среду городов и существенное ухудшение экологического состояния территорий [8].

Основными источниками техногенного поступления в почву тяжелых металлов являются: промышленные выбросы, продукты сгорания топлива и средства химизации сельского хозяйства. Тяжелые металлы, поступающие с выбросами промышленных предприятий в атмосферу и соответственно в почву, активно взаимодействуют на растительность и экосистему в целом [4]. На данный момент растения являются важнейшим звеном биогеохимического круговорота веществ в природе и анализ зарубежных и отечественных литературных источников показал, что химический состав растений изучен достаточно хорошо [9].

Павлодарская область имеет стратегическое значение для всей страны, так как является одним из наиболее развитых в экономическом отношении регионов Республики Казахстан. Одной из ключевых экологических проблем Павлодарской области является загрязнение атмосферного воздуха тяжелыми металлами [11].

К тяжелым металлам относят более 40 химических элементов. Одним из признаков, которые позволяют относить металлы к тяжелым, является их плотность, что обычно отождествляется с представлением о высокой

токсичности [12]. Хром относится к химическому элементу 1 класса опасности [1]. Это тугоплавкий металл серо-стального цвета, тягуч, обладает парамагнитными свойствами [2]. Хром отличается широким разнообразием состояний окисления (от +2 до +4) и способностью формировать комплексные анионные и катионные ионы [7].

Доказано, что хром активно поглощается корневыми системами растений в виде анионных комплексов, которые выявлены в растительных тканях и соке ксилемы [3]. При избыточном поступлении хрома в растительный организм, происходит увядание надземной части, происходит хлороз молодых листьев и повреждение корневой системы растений. Содержание в растительном материале обычно составляют 0,02-0,20 мг/кг сухой массы [7].

Цель данной работы: определить уровень содержания хрома (Cr) в золе надземной части Полыни горькой (*Artemisia absinthium*) на территории Павлодарской области.

При отборе проб Полыни Горькой (*Artemisia absinthium*) использовалась стандартная методика, рекомендованная МАГАТЭ (1989), апробированная и показавшая хорошую результативность. Пробоподготовка проводилась на кафедре геологии и геохимии Томского политехнического университета, аналитик – Судыко А.Ф.

Статистическая обработка результатов исследования проводилась с использованием стандартных программ MicrosoftWord, MSExcelXP и STATISTICA 6.0 (StatSoft, USA).

Объектом исследования является Полынь горькая (*Artemisia absinthium*) – многолетнее травянистое растение семейства сложноцветных или астровые (Asteracea) [10]. Данный объект исследования широко распространен как сорняк на территории г. Павлодара и его окрестностей [6].

Отборы проб отбирались из г. Павлодара, а также из 6 населенных пунктов Павлодарской области. Результаты исследования представлены в таблице.

Таблица

Содержание хрома (Cr) в Полыни горькой (*Artemisia absinthium*) на территории г. Павлодара и Павлодарской области

Населенные пункты	г. Павлодар	Павлодарская область - среднее содержание 38,6 мг/кг					
		с. Косагаш	с. Мичурино	с. Богатырь	с. Заря	с. Красноармейка	с. Иртышск
Среднее значение (мг/кг)	300	56	21	25	39	42	49

Максимальное содержание хрома наблюдается на территории города Павлодара (300 мг/кг), а минимальное в селе Мичурино - 21 мг/кг (рис.).

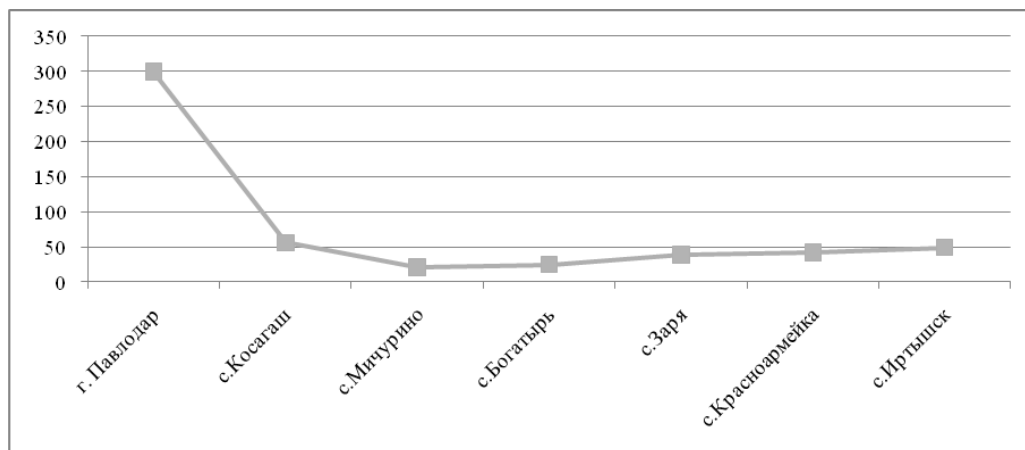


Рис. Содержание Cr в золе листьев Полыни горькой (*Artemisia Absinthium*) на территории г. Павлодара и его окрестностей, мг/кг

При анализе накопления хрома в листьях травянистых растений было выявлено, что концентрация хрома в растении полыни колеблется около 300 мг/кг сухого вещества в условиях городской среды, и от 21 до 56 мг/кг - в сельской местности.

Было установлено, что среднее содержание хрома по городу около 300 мг/кг, тогда как в окрестностях города – 38,6 мг/кг. Из этого следует, что уровень содержания хрома в Полыни горькой, собранной на территории города больше в 8 раз, чем в сельской местности, что может быть связано с тем, что на территории города расположены предприятия угольной энергетики и металлообрабатывающей промышленности [8].

Так же можно предположить, что накопление тяжелых металлов может быть и в других видах растений. В связи с этим актуален вопрос о контроле качества природной среды г. Павлодара и его окрестностей с помощью других тест-объектов.

Литература

1. Ажаев Г.С. Оценка экологического состояния г. Павлодара по данным геохимического изучения жидких и пылевых атмосферных выпадений: Автореферат. дис. ... канд. геол.-минер. наук. – Томск, 2007 г. – 25 с.
2. Алексеенко В.А. Металлы в окружающей среде. Почвы геохимических ландшафтов Ростовской области. – М.: Логос, 2002. – 310 с.
3. Бессонова В.П., Иванченко А.Е. Накопление хрома в растениях и его токсичность // Вопросы биоиндикации и экологии. – Запорожье, 2011. – Вып. 16. – № 2. – С. 35-52.
4. Большаков, В.А. Загрязнение почв и растительности тяжелыми металлами. – М.: Гидрометеиздат, 1978. – 49 с.
5. Бухарина И.Л., Поварницина Т.М., Ведерников К.Е. Эколого-биологические особенности древесных растений в урбанизированной среде. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2007. – 216 с.
6. Буш Н.А. Систематика высших растений. – М.: Учпедгиз, 1959. – 535 с.
7. Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях. – М.: Мир, 1989. – 440 с.
8. Корогод Н.П. Оценка качества урбоэкосистемы в условиях г. Павлодара по данным элементного состава волос детей: Автореферат. дис. ...канд. биол. наук. – Томск, 2010. – 23 с.
9. Позняк С.С. Содержание тяжелых металлов в растительности агрофитоценозов в зоне воздействия крупных промышленных центров // Вестник Томского государственного университета. – Томск, 2010. – № 3 – С. 124-128.
10. Стогова Н. В. Полынь против ста болезней. – СПб.: Питер, 2006. – 128 с.
11. Шаймарданова Б.Х. Биоиндикация урбоэкосистемы г. Павлодара по содержанию химических элементов в золе листья тополя черного *Populus nigra* L. / Б.Х. Шаймарданова, Н.В. Барановская, Г.Е. Асылбекова, А.Б. Бигалиев, Н.П. Корогод // Вестник Томского государственного университета, серия «Биологическая». – Томск, 2010. – № 338. – С. 212-216.
12. Экологический мониторинг: шаг за шагом / под ред. Е.А. Заика. – М.: Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, 2003. – 252 с.

ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ НАТРИЯ, КАЛЬЦИЯ И ЖЕЛЕЗА В БИОСУБСТРАТАХ (ЛИСТЬЯ, ВОЛОСЫ) НА ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА ПАВЛОДАРА

А.И. Беляновская

Научный руководитель доцент Н.П. Корогод

Павлодарский государственный педагогический институт, г. Павлодар, Казахстан

Преобразование природы человеческой деятельностью, привело к появлению проблемы загрязнения окружающей среды [11].

По своему содержанию в живом веществе химические элементы делятся на макро- и микроэлементы. Макроэлементами называют химические элементы, требующиеся организму в больших количествах, к макроэлементам относятся кальций, натрий, магний, калий, фосфор и др. [5].

Натрий – Na элемент I группы главной подгруппы периодической системы химических элементов Д. И. Менделеева [4], в организме человека поддерживает процесс гомеостаза, при избытке натрия могут возникать нервозность, жажда, отеки [12]. В растениях регулирует транспорт углеводов, хорошая обеспеченность натрием повышает их зимостойкость [3], однако избыточное содержание данного элемента приводит к засолению почв. Содержание в растениях – 52 моль/т [2], в теле взрослого человека 55-60 г на 70 кг массы тела [12].

Кальций – Ca элемент II группы главной подгруппы, периодической системы химических элементов Д. И. Менделеева [4], является самым распространенным макроэлементом в организме человека, но его избыток может сопровождаться болями в костях и брюшной полости [5]. У растений регулирует передвижение углеводов и кислотно-щелочное равновесие клеточного сока [6], но чрезмерное содержание кальция характеризуется замедлением роста, побелением верхнего слоя почвенного субстрата [9].

Железо – Fe элемент VIII группы побочной подгруппы периодической системы Д.И. Менделеева [4], играет большую роль в окислительные-восстановительных процессах организма человека, входит в состав многих ферментов и гемоглобина [5]. Среднее содержание железа в волосах человека составляет 10-25 мкг/кг, а в растениях 20-80 мг/кг сухой массы [7].

Цель данной работы - оценка содержания макроэлементов (Na, Ca, Fe) в золе надземной части Полыни горькой (*Artemisia absinthium*) на территории г. Павлодара.

Город Павлодар является частью Павлодар-Экибастузского территориально-промышленного комплекса, ядро которого составляют ТЭЦ, предприятия перерабатывающей промышленности, которые являются основными загрязнителями окружающей среды [8].

При отборе проб использовалась стандартная методика, рекомендованная МАГАТЭ (1989), апробированная и показавшая хорошую результативность. Пробоподготовка проводилась на кафедре геоэкологии и геохимии Томского политехнического университета, аналитик – Судыко А.Ф.

Всего было отобрано 15 проб надземной части травянистого растения Полынь горькая *Artemisia absinthium*, 55 проб листьев древесного растения Тополь черный *Populus nigra*, 100 проб волос детей на территории города Павлодара (рис. 1).

Объектом исследования являются:

1. Полынь горькая (*Artemisia absinthium*) – относится к семейству Сложноцветные или Астровые (*Asteracea*) растение высотой до 125 см, период цветения длится с июня по август, листья обладают характерным резким запахом. Распространена практически повсеместно, и может быть использована в качестве индикатора загрязненности экосистем [10].

2. Тополь черный (*Populus nigra*) – относится к семейству Ивовые (*Salicaceae*), древесное растение, достигающее до 35 метров в высоту и 1-2 в диаметре, период цветения в конце апреля - начале мая, распространен повсеместно. Прободбор проводила – Асылбекова Г.Е., на базе Научного центра системных экологических исследований Павлодарского государственного педагогического института (ПГПИ).

3. Волосы детей школьного возраста – пробы выбирались из 5 точек головы, в выборку включались дети 12-14 лет, не имеющие отклонений по медицинским показателям. Прободбор проводила – Корогод Н.П., на базе кафедры общей биологии ПГПИ.

Статистическая обработка результатов исследования проводилась с использованием стандартных программ MS Excel XP и STATISTICA 6.0 (StatSoft, USA).



Полынь горькая *Artemisia absinthium*

Тополь черный *Populus nigra*

Волосы детей школьного возраста

Рис. 1 Карты отбора проб надземной части Полыни горькой (*Artemisia absinthium*), листьев Тополя черного (*Populus nigra*), волос детей на территории г. Павлодар

Результаты, проведенных исследований на территории города Павлодар приведены в таблице ниже.

Таблица
Уровень содержания натрия, кальция и железа в различных биосубстратах на территории г. Павлодара, мг/кг

Химический элемент	Полынь горькая	Тополь черный [3]	Волосы детей школьного возраста [10]
Na	81,25±81	3075±482	210±17
Ca	5,73±0,38	143764±5104	1294±92
Fe	1008±228	3138±194	58±4,4

Сравнительная характеристика содержания химических элементов натрия, кальция и железа в различных биосубстратах отражена на рис. 2.

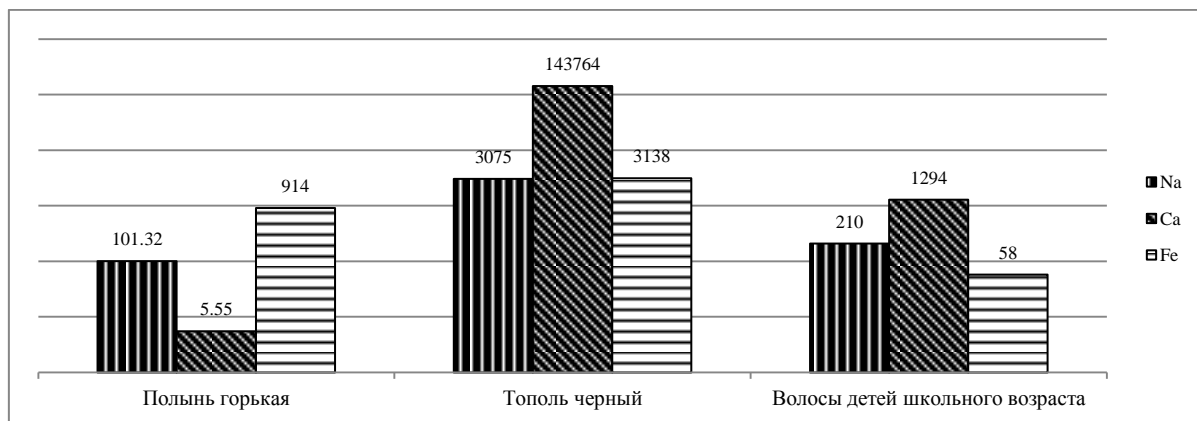


Рис. 2 Распределение химических элементов натрия (Na), кальция (Ca) и железа (Fe) в различных биосубстратах на территории города Павлодара

Таким образом, по результатам исследования можно сделать следующие выводы:

В золе надземной части растения полынь горькая обнаружено высокое содержание железа, причиной чего возможно является близкое расположение предприятий угольной энергетики и металлообрабатывающей промышленности.

Высокое содержание кальция (143764±5104 мг/кг) обнаружено в листьях тополя черного, что может быть связано с тем, что этот элемент относится к пылеаэрозольным промышленным выбросам, например ТЭЦ [3].

Минимальное содержание железа (58±4,4 мг/кг) сосредоточено в волосах детей школьного возраста.

Литература

1. Асылбекова Г.Е., Шаймарданова Б.Х., Барановская Н.В., Бигалиев А.Б., Корогод Н.П. Биоиндикация урбозкосистемы г. Павлодара по содержанию химических элементов в золе листы тополя черного (*Populus nigra* L.) // Вестник Томского государственного университета, серия биологическая/ – Томск, 2010. – № 4. – С. 212–216.
2. Бгатов А.В. Биогенная классификация химических элементов // Философия науки. – Новосибирск, 1999. – № 2(6). – С. 29–36.
3. Болгова И.В., Шапошникова И.А., Фандо Р.А. Таблица Менделеева в живых организмах // Биология. – М., 2008. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://bio.1september.ru> (дата обращения: 15.01.2014)
4. Глинка Н. Л. Общая химия. – М.: Интеграл-Пресс, 2004. – 728 с.
5. Горбачев, В.В. Витамины. Макро- и микроэлементы: справочник / В.В. Горбачев, В.Н. Горбачева. – М. 2011. – 432 с.
6. Гульшина В.А., Лапин А.А., Зеленков В.Н. Исследование динамики накопления кальция и водорастворимых пектинов в листьях амаранта разных сортов // Вестник Оренбургского государственного университета. – Оренбург, 2006. – № 12. – С. 70–72.
7. Копылова Н.В. Аккумуляция железа и марганца в листьях древесных растений в техногенных районах Забайкальского края // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – Самара, 2010. – Т. 12. – № 1(3). – С. 709–712.
8. Корогод Н.П. Оценка качества урбозкосистемы по данным элементного состава волос. – Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. – 134 с.
9. Опыт натуралиста [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.azflora.com/> (дата обращения: 20.01.2014)
10. Позняк С.С. Содержание тяжелых металлов в растительности агрофитоценозов в зоне воздействия крупных промышленных центров // Экологический вестник. – М., 2010. – № 3. – С. 5–14.
11. Саэт Ю.Е., Ревич А.П. Геохимия окружающей среды / Ю.Е. Саэт, А.П. Ревич, Е.П. Янин и [др.]. – М.: Недра, 1990. – 335 с
12. Центр биотической медицины [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.microelements.ru> (дата обращения: 19.01.2014)

МЕТОДИКА ПРОГНОЗА И ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ АНОМАЛЬНЫХ РЕЧНЫХ ВОЛН И ПРОЦЕССОВ ЗАТОПЛЕНИЯ (НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА СИТУАЦИЙ В СТАНИЦЕ НОВОМАРЬЕВСКОЙ СТАВРОПОЛЬСКОГО КРАЯ И Г. КРЫМСКА КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ)

Н.И. Богомолов, П.Д. Будагов

Научный руководитель доцент В.М. Харченко

Северо-Кавказский федеральный университет, г. Ставрополь, Россия

Во все времена люди переживали события с паводками (затопления, подтопления и т.д.), которые мы и предлагаем прогнозировать методом ландшафтно-геоэкологического картирования. События на Юге России (г. Крымск), а особенно катастрофические последствия в долине реки Амур, лишь подтверждают необходимость прогнозирования и предупреждение аномальных волн и затопления в результате паводков.

В работе представлены геоморфологический, геолого-тектонический и физический аспекты объяснения образования аномальных речных волн в долинах реки Медведки (Ставропольский край, ст. Новомарьевская), реки Баканки (Краснодарский край, г. Крымск) и реки Кубань в северо-западной части Северного Кавказа и Предкавказья (п. Барсуки и Надзорное).

Предполагается прогнозирование мест катастрофического затопления в долинах рек на базе разработанного авторами ландшафтно-геоэкологического картирования и известный метод предотвращения выпадения аномальных газоносных дождевых осадков путем применения специальной (градобойной) артиллерии.

Ландшафтно-геоэкологический подход показал свою эффективность в решении выбора трассы нефтепровода в Восточной Сибири (при контроле В.В. Путина), где она, минуя водосборную площадь в бассейне озера Байкал, обеспечивает экологическую безопасность уникального водного бассейна в случае утечки нефти из трубопровода (Восточная Сибирь - Китай).

Под геоморфологическим аспектом подразумевается в первую очередь выделение водосборной площади бассейнов рек, количественная её характеристика, анализ водотоков различного порядка, поперечного и продольного профилей долин с выделением аномальных участков расширения и сужения и, наконец, выявление геоморфологических признаков геолого-тектонических условий в речной долине с последующей их

интерпретаций. На основе анализа геоморфологических особенностей строения долины делается вывод о геоморфологических факторах, влияющие на возникновение, усиления или ослабления амплитуды уже возникающей волны. Как известно, что сужение или резкий изгибы долины усиливает эффект подпруживания и естественно увеличение амплитуды волны.

К геоморфологическому фактору следует отнести и естественный уклон долин различного ранга и наличие естественных или искусственных озер или водохранилищ, особенно в истоках долин.

В этом аспекте вероятно надо рассматривать и приуроченность населенных пунктов или других хозяйственных объектов к геоморфологическим уровням исследуемой долины реки (низкой, высокой поймой, I, II и т.д.) аккумулятивным или структурным террасам, пологим или крутым склоном, водораздельным поверхностям, приуроченной даже к экспозиции склона (южной и северной). Кроме того, в долине рассматриваемой реки следует отличать и характерные известные физико-геологические процессы: оползневые, эрозионные, гравитационные, селевые, заболачивания, подтопления, засоления, и т.д.

Геолого-тектонический аспект включает в себе представления в основном о тектонических условиях территории, обусловленные новейшими тектоническими движениями по зонам тектонических нарушений различного порядка, которые представляют собой систему линеаментов (прямолинейных тектонических нарушений) и концентрических разломов в форме дугообразных зон различного радиуса. Они совместно образуют структуру «разбитой тарелки». Линеаменты и структуры центрального типа выделяются по рисункам современной гидросети различного порядка на основе дешифрирования аэрокосмических снимков и топокарт различных масштабов. Особое значение имеют геодинамические центры СЦГ и узловые точки места пересечения, которые представляют собой зоны деструкций с аномальной флюидной и электрической проводимостью [2].

В результате электромагнитного взаимодействия грозовых туч с зонами аномальной электропроводности земной коры (в узлах пересечения тектонических разломов) происходит ливневое избирательное выпадение дождевых осадков (аналогично известной избирательной эоловой седиментации при образовании бугров Бэра в Прикаспии, представляющих собой волны земной поверхности, сложенные лессовидными суглинками, которые образовались в результате осаждения пыли) [1].

При лавинном выпадении дождевых осадков и попадании их в локальный водосбор с искусственной или естественной подпрудой (водохранилищем) образуется первоначальная волна, которая выплескивает воду из водохранилища, не размывая чаще тело платины, так как воздействие этой волны носит кратковременный характер.

В результате выплескивания воды из водохранилища (а возможно и при прорыве плотины или открытия шлюзов или их аварийном срыве) возникает волна с большей амплитудой, соизмеримой с высотой плотины, которая и движется вниз по долине реки со скоростью, зависящей от уклона продольного профиля долины реки. Высота же волны закономерно может увеличиваться при общем сужении долины, достигая максимальной высоты в аномальных сужениях. Наоборот, при общем расширении долины из места выплескивания воды из водохранилища, амплитуда речной волны будет постепенно снижаться до уровня общего затопления низкой или высокой поймы реки.

Второй вариант событий наблюдал один из авторов (Харченко В.М.) в ст. Новомарьевской в 2010 г. Ставропольского края (рис. 1).

Первый же вариант отмечался в районе города Крымска Краснодарского края (рис. 2).

События катастрофического затопления в бассейне реки Кубань (в начале 2000-х годов) обязаны, вероятно, как первому, так и второму варианту, с усложнением в местах резких (до 90°) изгибов речных долин (район г. Невиномыска, ст. Барсуки и Надзорное).

Заключение.

1. Представлены результаты комплексного анализа природных факторов образования речных аномальных волн в долинах рек, сделан вывод о главной причине их образования - выплескивании водохранилищ расположенных в истоках или верховьях долин.

2. Ландшафтно-геоэкологическое картирование долин рек, представляющих опасность в плане затопления, является основным методом прогноза возможных объектов с катастрофическими последствиями.

3. Методом предотвращения от катастроф в долинах рек является градобойная артиллерия, установленная в выявленных узловых зонах субвертикальной деструкции и аномальной электрической проводимости.

4. Научная новизна и практическая значимость работы очевидны.

5. Для предотвращения катастрофических затоплений в любом регионе России, ближнего и дальнего зарубежья рекомендуется проведения ландшафтно-геоэкологического картирования на основе метода, разработанного авторами, реализованного на практике, на территории Калмыкии (где впервые составлена карта ландшафтно-геоэкологических условий) [3].

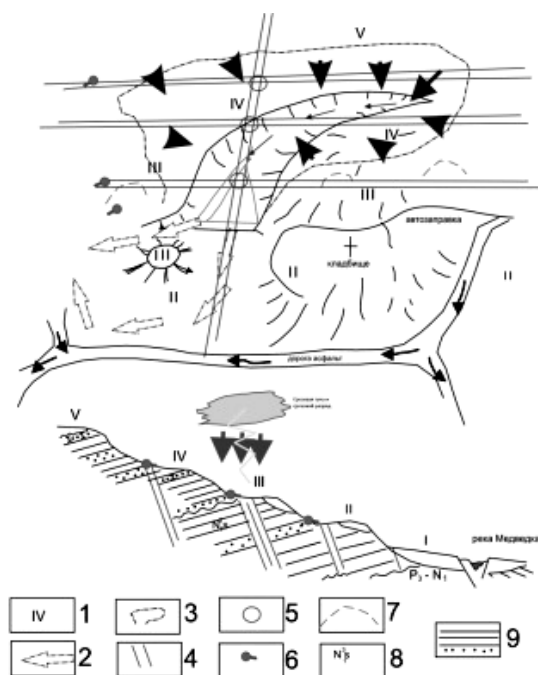


Рис. 1 Природные условия образования аномальной волны по правому борту р.Медведки (ст. Новомарьевская, май 2009, по данным наблюдения Харченко В.М.)

1 – террасовидные поверхности выравнивания, 2 – направления потока большой волны, 3 – водосбор, 4 – зона тектонических нарушений, 5 – узловая точка, аномальная зона электропроводимости, 6 – родники, 7 – воронки оседания в зоне разлома, 8 – возраст пород, 9 – глины с прослоями

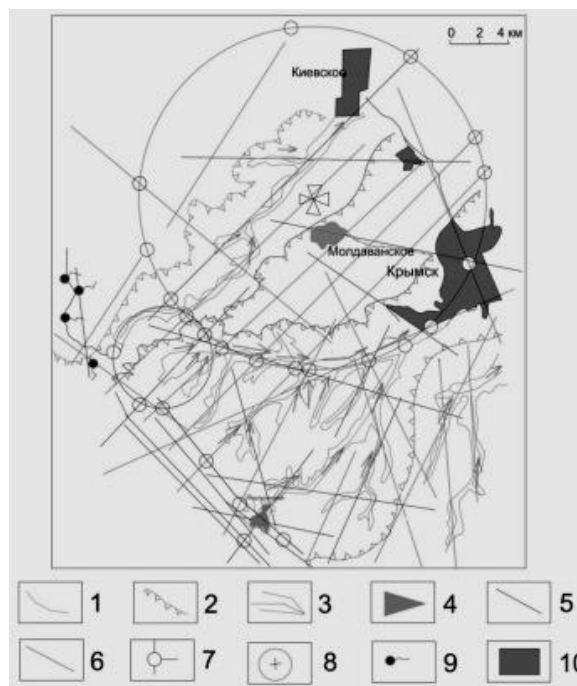


Рис. 2 Природные условия образования аномальных волн в долинах рек (геоморфологические, тектонические и физические аспекты) на примере г. Крымска. Ландшафтно-геоэкологическая схема долин р. Баканки и Неберджинской Северо-Западного Кавказа (с г. Крымском в устье)

1 – водотоки, 2 – контур водосбора, 3 – пойма, 4 – водохранилище, 5 – уступы рельефе, 6 – тектонические нарушения, 7 узловые точки (зоны субвертикальной деструкции и аномальной проводимости (электрической)), 8 – СЦТ (структуры центрального типа), 9 – родниковые источники, 10 – населенные пункты

Литература

1. Харченко В. М. К вопросу о природе бугров Бэра // Южно-Российский вестник геологии, географии и глобальной энергии. – Астрахань, 2009. – № 3. – С. 66–71.
2. Харченко В. М. Структуры центрального типа, их связь с месторождениями полезных ископаемых (на примере объектов Предкавказья и сопредельных территорий): Автореферат. дис. ... докт. геол.-минер. наук. – Ставрополь, 2012. – 49 с.
3. Харченко В.М. Карта ландшафтно-геоэкологических условий территории Республики Калмыкия. М 1:500 000. – Новочеркасск, 1996.

ЛИШАЙНИКИ–ЭПИФИТЫ КАК ИНДИКАТОРЫ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА

Т.С. Большунова^{1,2}

Научный руководитель профессор Л.П. Рихванов²

¹ТомскНИПИнефть, г. Томск, Россия

²Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Томская область, характеризуется такими специфичными производствами как атомная энергетика, теплоэнергетика, нефтехимическая промышленность (Томск-Северская промышленная агломерация), нефтегазодобывающий комплекс (запад, северо-запад области), которые являются источниками поступления в атмосферу разнообразных газообразных веществ и твердых частиц, содержащих широкий спектр химических элементов, в том числе редких и радиоактивных. Вышесказанное обуславливает необходимость контроля состояния атмосферного воздуха и анализа атмосферных эмиссий.

К настоящему времени в России накоплен большой опыт использования лишайников в качестве биоиндикаторов для изучения динамики загрязнения воздушного бассейна территории [1-3]. Что касается

Томского региона, особенно северных районов области, метод лишеномониторинга пока не нашёл широкого применения.

Лишайники встречаются почти во всех регионах, устойчивы к экстремальным природным условиям. Поскольку эти организмы не имеют корневой системы, их питание является атмосферным и, соответственно, элементный состав в обобщённом виде отражает состав химических элементов в атмосфере, находящихся в газообразном или растворённом состоянии, а также в виде твёрдых частиц.

Лишайники представляют собой симбиоз микобионта и фотобионта. Они широко признаны хорошими биомониторами в связи со способностью накапливать элементы в концентрациях, превышающих их физиологические потребности, и удерживать их в талломе (теле) долгое время. Поскольку питание лишайников атмосферное, они получают вещества мокрых и сухих выпадений посредством захвата их всей поверхностью таллома.

Образцы проб лишайников-эпифитов, произрастающих на деревьях, отбирались в августе и сентябре 2010 – 2012 гг. в районах нескольких нефтяных месторождений Томской области (32 пробы). Кроме того, использовались сборы лишайников, отобранные в 2006 г. [4] в зоне влияния Томск-Северской промышленной зоны (8 проб) и на юге, юго-западе Томского района Томской области (10 проб), принятом за местный фон. Также, в 2012 году для оценки глобального химического фона были отобраны лишайники Альпийского региона (Заммеринг, Австрия). Отбор производился со взрослых деревьев, преимущественно с берёзы бородавчатой и с деревьев хвойных видов, на высоте 1,5–1,8 м от поверхности земли.

Пробы отбирались в герметичные полиэтиленовые пакеты. В лаборатории образцы были очищены от посторонних загрязнителей (частиц коры, хвои и пр.) и высушены до воздушно сухого состояния. Для аналитических исследований готовились лишайники распространённых фоновых видов: *Evernia Mesomorpha*, *Usnea Subfloridana*, *Hypogymnia physodes*, *Parmelia Sulcata*. Пробы во всех случаях были смешанные.

Для количественного анализа на содержание химических элементов в лишайниках использовался современный неразрушающий высокочувствительный ядерно-физический метод нейтронно-активационного анализа (ИНАА) с облучением тепловыми нейтронами, который был реализован в ядерно-геохимической лаборатории кафедры геоэкологии и геохимии на базе исследовательского ядерного реактора Томского политехнического университета. Для проведения ИНАА образцы были измельчены и озолены в муфельной печи при температуре 450-500°C. Озоление растительных проб позволяет снизить вероятность возникновения погрешностей от органической части и улучшает репрезентативность результатов благодаря концентрированию элементов в пробах. При этом учитывалось, что даже при таком низкотемпературном озолении происходит частичная потеря отдельных элементов с газовой фазой. До и после озоления пробы взвешивались, на анализ готовилась навеска 100 мг. Зола лишайников анализировалась вышеуказанным методом на 28 химических элементов.

Концентрации химических элементов в пробах были пересчитаны на единицу сухой массы, используя коэффициент озоления, полученный для проб лишайника.

В качестве программного обеспечения использовались Microsoft Word, Microsoft Excel, CorelDRAW 13, STATISTIKA 6.0. По полученным результатам были рассчитаны статистические параметры распределения элементов: среднее, стандартная ошибка, стандартное отклонение. Проводилась проверка на нормальность распределения элементов в выборке тестом Колмогорова-Смирнова.

Результаты исследования проб лишайников-эпифитов представлены в таблице.

Таблица

Сравнительная характеристика элементного состава эпифитных лишайников (мг/кг, в пересчёте на сухое вещество)

Элементы	Районы НГДК Томской обл. (32 пробы)	Зоны влияния Томск-Северской промышленной агломерации, 8 проб [4]	Условный фон Томской области, 10 проб [4]	Среднее по лишайникам Томского региона (50 проб)	Альпы, Заммеринг, Австрия (1 проба)
	Хср± δ				
Натрий	289±116	305±84	235±92	276	88
Кальций	1700±617	3041±1299	3650±1464	2797	1719
Скандий	0,29±0,1	0,36±0,13	0,22±0,04	0,29	0,06
Хром	4,14±1,6	2,14±0,5	1,72±0,3	2,7	3,7
Железо	785±263	913±245	606±120	768	401
Кобальт	0,43±0,1	0,50±0,13	0,29±0,05	0,4	0,16
Цинк	45±14	34±0	н.д.	40	31
Мышьяк	0,19±0,04	0,08±0	0,07±0	0,11	0,003
Бром	5,6±1,8	0,89±0,3	0,60±0,2	2,4	5,4
Рубидий	7,2±2	3,12±1,1	2,93±0,7	4,4	1,5
Стронций	11,4±4	32,3±12	1,8±0	15,2	4,8
Серебро	0,011±0,007	0,019±0,003	0,018±0	0,016	0,011
Сурьма	0,046±0,02	0,133±0,04	0,063±0,02	0,081	0,113

Элементы	Районы НГДК Томской обл. (32 пробы)	Зоны влияния Томск-Северской промышленной агломерации, 8 проб [4]	Условный фон Томской области, 10 проб [4]	Среднее по лишайникам Томского региона (50 проб)	Альпы, Заммеринг, Австрия (1 проба)
	$X_{ср} \pm \delta$				
Цезий	0,14±0,04	0,13±0,02	0,08±0,02	0,12	0,05
Барий	30±8	27±6,6	18±5	25,0	7
Лантан	0,9±0,3	1,32±0,5	0,79±0,15	1,0	0,009
Церий	1,56±0,6	2,15±0,7	1,30±0,1	1,67	0,004
Неодим	0,51±0,2	1,19±0	н.д.	0,85	0,011
Самарий	0,14±0,06	0,18±0,06	0,10±0,03	0,14	0,002
Европий	0,036±0,01	0,040±0,01	0,026±0,007	0,03	0,02
Тербий	0,022±0,009	0,028±0,01	0,017±0,002	0,02	0,002
Иттербий	0,064±0,03	0,106±0,03	0,065±0,01	0,08	0,001
Лютеций	0,012±0,008	0,014±0,005	0,009±0,003	0,01	0,002
Гафний	0,16±0,07	0,19±0,06	0,10±0,02	0,15	0,5
Тантал	0,028±0,01	0,042±0,01	0,024±0,007	0,03	0,05
Золото	0,0012±0,0007	0,0002±0	0,0002±0	0,0005	0,03
Торий	0,18±0,07	0,26±0,09	0,14±0,03	0,19	0,05
Уран	0,07±0,03	0,20±0,05	0,06±0,02	0,11	<0,01

Анализ полученных данных по содержанию изученных элементов в лишайниках (табл.) показывает, что данный биологический вид, отобранный на территориях в зоне влияния нефтедобывающего комплекса по сравнению с таковым из условно фоновой территории Томского района, более обогащён такими элементами, как Na, Sc, Fe, Cr, Zn, As, Br, Rb, Ba, Au, превышения по которым наблюдаются в 1,3 – 9 раз.

Как видно из анализа материалов таблицы, чётко прослеживается специфика геохимического спектра изученного лишайника, отобранного в зоне влияния Томск-Северской промышленной зоны, которую формируют предприятия ЯТЦ, нефтехимического комбината, ТЭЦ и некоторых других, определяющаяся концентрированием лантаноидов, актиноидов (Th, U), Sr, Sb.

Повышенное содержание Ca в пробах условного фона может являться следствием выбросов ТЭЦ, ГРЭС гг. Томска и Северска, а возможно и дальнего переноса пыли из районов Кузбасса.

Ещё более существенная разница в уровнях накопления изученных элементов отмечается при сравнении материалов по Томской области с условно фоновым районом, расположенным в Альпах (Австрия). Лишайник из этого района характеризуется минимальными содержаниями большинства изученных компонентов. Исключение составляют Cr, Br, Sb, Hf, Ta, Au. Повышенные содержания хрома и брома, приближающиеся к таковым для районов нефтегазодобычи на севере Томской области, и, возможно отражают влияние нефтеперерабатывающих и других предприятия Австрии, расположенных в районе Вены.

По результатам исследования, можно с уверенностью судить о хороших биомониторных свойствах эпифитных лишайников и рекомендовать их в качестве основного объекта исследований при оценке техногенной трансформации природных сред.

Литература

1. Инсарова И.Д., Инсаров Г.Э. Сравнительные оценки чувствительности эпифитных лишайников различных видов к загрязнению воздуха // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. – Л.: Гидрометеиздат, 1989. – Т. 12. – С. 113–175.
2. Михайлова И.Н., Воробейчик Е.Л. Эпифитные лишайники в условиях химического загрязнения: зависимости доза–эффект // Экология. – Екатеринбург, 1995. – № 6. – С. 455–460.
3. Нифонтова М.Г. Долговременная динамика содержания техногенных радионуклидов в мохово-лишайниковом покрове // Экология. – Екатеринбург, 2006. – № 4. – С. 275–279.
4. Шатилова С.С. Геохимические особенности распределения микроэлементов в золе лишайников (*Evernia mesomorpha*) Томского района // Проблемы геологии и освоения недр: Труды XI международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых учёных. – Томск: Изд-во ТПУ, 2007. – С. 619–621.

СЕЛИ – ОПАСНЫЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ, ОБУСЛАВЛИВАЕМЫЕ ГОРНЫМИ РЕКАМИ

В.А. Винникова

Научный руководитель старший преподаватель Н.В. Архипова

Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия

Быстропротекающие геологические процессы (БПП) отражают воздействие ряда природных геологических и антропогенных процессов и явлений на состояние современной окружающей геоэкологической среды. Данное воздействие нередко заканчивается неблагоприятными или даже катастрофическими последствиями на биоту вообще и человечество, в частности [3]. Рассматриваемые явления тесно связаны с

эволюцией эндогенных и экзогенных геологических процессов, а также антропогенно-техногенных факторов. Их роль, в свою очередь, определяется масштабом (глобальных, региональных, локальных размеров территорий проявления) и геодинамическими условиями, т.е. генезисом. Кроме того, они различаются темпами – скоростями развития, что позволяет их делить на высокоскоростные или катастрофические, среднескоростные – нормальные и низкоскоростные – замедленные.

Деятельность текучих водных потоков (рек) является фактором БПП, оказывающих существенно отрицательное влияние, к которым относятся водно-эрозионные (селевые потоки, русловые процессы). Областью питания горной реки являются снежники и ледники ее бассейна [7]. Это определяет ряд специфических особенностей горных рек. Для них характерны суточные колебания расхода воды. Кроме того, существуют паводковые явления, связанные с осадками или с сезонным таянием ледников. В такие моменты формируются селевые потоки, оползни, лавины, камнепады. Эти явления способствуют перекрытию русел рек с образованием водоемов и последующим катастрофическим спуском. Сели имеют огромную разрушительную силу и могут сопровождаться повреждениями или полным уничтожением зданий и других сооружений и человеческими жертвами. Современные быстротекущие геологические процессы и явления, наносящие значительный материальный ущерб обществу народному хозяйству и создающие угрозу жизни для людей при нарушении устойчивости природной (геологической) среды. Максимальную степень проявления опасности принято называть катастрофой [6].

Водно-эрозионные процессы (селевые потоки, русловые процессы, овражная эрозия) – наиболее опасные геологические процессы и явления. Процесс разрушения горных пород водными потоками называют эрозией. Русловая эрозия связана с разрушительной деятельностью текучих вод, движущихся по земной поверхности. В геологической характеристике деятельности водных потоков различают три взаимосвязанных геодинамических процесса: эрозия, транспорт и аккумуляция.

На горных реках по сравнению с равнинными реками наблюдается значительно большая изменчивость уклонов, скоростей течения и крупности материала, слагающего русло [4]. На горных реках прослеживается весьма четкое различие между донными и взвешенными наносами. Подавляющая часть взвешенных наносов в условиях горных рек проносится транзитом и не оседает на поверхности отмелей. Количество их в потоке не зависит от его скорости, а определяется процессами склонового выветривания и эрозии. Поэтому на горных реках нет четкого разделения в плане между руслом и поймой. Здесь можно видеть меженное русло, участки поймы, сложенные с поверхности русловым аллювием, который перемещается при высоких паводках, и массивы поймы, закрепленные наилком и растительностью. Это обстоятельство позволяет выделять на дне горной долины собственно пойму, паводочное русло и внутри него меженное русло.

Сель (в гидрологии от араб. *силь* — «бурный поток») — поток с очень большой концентрацией минеральных частиц, камней и обломков горных пород (до 50—60% объема потока), внезапно возникающий в бассейнах небольших горных рек, как правило, ливневыми осадками или бурным таянием снегов [1]. Сель — нечто среднее между жидкой и твердой массой. Это явление кратковременное длительность селевого потока 1-3 часа, иногда 6-8 часов, реже 10 часов, характерное для малых водотоков длиной до 25—30 км и с площадью водосбора до 50—100 км². Сель - внезапно возникающий на горных реках бурный паводок, несущий грунт, камни, лед, обломки деревьев - все то, что он встретит на пути. Обычно сели возникают внезапно в бассейнах небольших горных рек в результате интенсивных дождей, при бурном таянии снега, иногда при прорыве морен [8,9]. Сели по мощности выделяют в три группы: мощные, с выносом к подножию гор более 100 тыс. м³ (1 раз в 5-10 лет), средние 10-100 тыс. м³ (1 раз в 2-3 года), слабые – менее 10 тыс.м³.

По генезису выделяют следующие виды селей:

альпийский тип – быстрое сезонное таяние снега (США, Канада, Анды, Альпы, Гималаи);

потоки *пустынного* типа в засушливых и полусушливых областях при внезапных обильных ливнях (Аризона, Калифорния);

лахары – вулканические грязевые потоки, возникающие после сильного дождя на склонах вулканов, недавно засыпанных мощными, находящимися еще в неустойчивом положении отложениями пыли и пепла [2]. По гранулометрическому составу твердой составляющей сели подразделяются на *грязевые, грязекаменные и водокаменные*.

Объем обломков горных пород составляет в массе селя от 10 до 75%. Селевой поток имеет также очень высокую плотность – от 1,2 до 2,0 г/см³, иногда и более. Селевые потоки формируются обычно в бассейнах небольших горных рек или временных водотоков. Многие малые сели возникают на склонах гор – в эрозионных врезх и денудационных логах [5].

В схематическом виде селевой бассейн может быть подразделен на три основные зоны:

зона зарождения – верхняя часть бассейна, представленная водосборной воронкой или ледниковым цирком, где формируется сель. Это область крутых склонов и активного разрушения пород;

зона транзита – занимает среднюю и нижнюю часть бассейна. В пределах этой части осуществляется в основном транспортировка селевых масс по руслу, но часто имеет место дополнительное питание селя обломочным материалом и частичное отложение селевых масс;

зона отложения или разгрузки селя – располагается обычно в устьевой части бассейна, где уклоны уменьшаются, и энергия потока падает. Здесь образуются скопления обломочных масс селевого потока в форме гряд, террас, конусов выноса.

Сели ливневого происхождения в бассейнах с малой площадью формируются чаще, но являются кратковременными, а объем выносов их незначителен. В крупных бассейнах с длинными руслами образуются

мощные продолжительные сели, но сходят они обычно реже. Эти различия селевых бассейнов позволяют разделить их на два основных типа:

Русловые сели формируются в крупных и средних по площади селевых бассейнах. Обычно это долины рек с выработанным продольным профилем и разработанным руслом. В них формируются сели самого разнообразного генезиса – вследствие ливней, интенсивного таяния снега, прорыва озер, срыва оползней или при сочетании этих причин.

Склоновые сели зарождаются в эрозионных врезках на склонах гор. Для них характерны незначительные площади бассейнов, крутые уклоны, отсутствие постоянных водотоков, невыработанные русла. Образуются эти сели вследствие размыва рыхлого покрова в средней и нижней частях склона во время ливней или интенсивного снеготаяния. Зона отложений склоновых селей невелика по площади, но может менять свое положение.

Основными условиями, необходимыми для возникновения селей, являются значительные *уклоны речных русел* и временных водотоков, *интенсивный склоновый и русловой сток* и наличие рыхлых или легко эродируемых горных пород в русле и на склонах.

Крутизна склонов в пределах селевого бассейна определяет быстроту поверхностного стока и активность экзогенных процессов, поставляющих обломочный материал в русло селя. Значительные уклоны русла обеспечивают высокие скорости водного потока и его эродирующую способность. Известно, что увеличение скорости водного потока в 2 раза повышает его размывающую силу в 4 раза, а транспортирующую – в 32 раза, размер передвигаемых им частиц – в 64 раза. Таким образом, именно горный рельеф создает благоприятные орографические условия для формирования селей.

Помимо факторов прямого воздействия (условия увлажнения, геологическое строение бассейна, землетрясения) существуют и другие причины возникновения эрозионных процессов, селей, оползней, лавин. Это состояние горного оледенения, вулканизм, характер растительного покрова на склонах гор, хозяйственная деятельность человека.

Эрозионные явления отмечены во всех сколько-нибудь значительных горных системах мира. Для людей и народного хозяйства сели, лавины, овраги, оползни представляют большую опасность. Селевые потоки разрушают или заносят населенные пункты, каналы, шоссе и железные дороги, линии связи и электропередачи, сельскохозяйственные угодья, приводят к человеческим жертвам.

Однако существует ряд защитных мероприятий, которые показывают отличный защитный эффект. Выбор защитного мероприятия зависит от природных особенностей территории. Руслоукрепляющие, селенаправляющие и селепропускные сооружения ограничивают размыв русел, локализируют зону возможного воздействия селя.

Литература

1. Антонович И.И. Альпинизм: пособие / И.И. Антонович, Б.Т. Романов, М.И. Романенко, В.И. Овчаров, Ю.И. Евсеев, В.П. Сытник, Б.Л. Рукодельников. – Киев: Вища школа. Головное изд-во, 1981. – 344 с.
2. Болтыров В.Б. Опасные природные процессы. – М.: КДУ, 2010. – 292 с.
3. Вылцан И.А. Быстропротекающие геологические процессы: учебное пособие. – Томск: Изд-во Томского ЦНТИ. 2008. – 108 с.
4. Каменсков Ю.И. Русловые и пойменные процессы. – Томск: Изд-во ТГУ, 1987. – 171 с.
5. Мягков С.М. География природного риска. – М.: Изд-во МГУ, 1995. – 224 с.
6. Опасные геологические процессы и явления [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://dic.academic.ru/dic.nsf/emergency/> (дата обращения 18.11.2013).
7. Особенности горных рек [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://alpnn.com/info/technic/60- pereprava.htmln.com/info> (дата обращения 22.11.2013).
8. Пушкарь В. С., Майоров И. С. Экология: учебное пособие. – Владивосток: Изд-во ВГУЭС, 2003. – 188 с.
9. Пушкарь В.С., Черепанова М.В. Экология: природные катастрофы и их экологические последствия. – Владивосток: Изд-во ВГУЭС. 2003. – 84 с.

РЕГЕНЕРАЦИЯ КОМПОЗИТНЫХ НАНОРАЗМЕРНЫХ СОРБЕНТОВ УРАНА С ЦЕЛЬЮ ИХ ВТОРИЧНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Д.Н. Галушкина, М.М. Васильева

Научный руководитель старший преподаватель А.Н. Третьяков

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Человечество, гениально решившее проблему энергоснабжения через использование радиоактивного топлива, не продумало одной детали – последствий этого действия. А они весьма серьезны. Не говоря уже о нарушении экологии и сдвига климатических условий, существует ещё одна сопутствующая проблема – накопление радиоактивных отходов. В последние годы во многих странах мира широко развиваются исследования по созданию сорбентов нового класса, состоящих из веществ биогенного происхождения (биосорбенты). Например, их производят из микробной массы или грибов, являющихся отходами микробиологической промышленности. В предыдущих работах были изучены сорбционные свойства композитных материалов на основе плесневых грибов вида *Aspergillus niger* и наночастиц оксидов металлов: титана, железа, меди и алюминия. Основными предпосылками для использования таких композитных материалов являются:

- 1) осаждение нанотрубок на грибы для более легкого извлечения;

2) активные сорбционные свойства плесневых грибов и наночастиц как самостоятельных сорбентов. Особенно большое значение для промышленного применения сорбентов урана приобретает десорбция. Восстановление сорбционных свойств сорбентов, содержащих загрязнения, производят в нейтральной или щелочной среде, поэтому в качестве десорбата был применен раствор соды 0,45 г на 150 мл воды. Для проведения опытов было выбрано 5 композитных растворов *Aspergillus niger* и наночастиц оксидов металлов. Исходная концентрация урана составляла 1240 мкг/л. Содержания урана в воде после проведения сорбции и десорбции приведены в табл. 1 и 2.

Таблица 1

Концентрация урана после проведения сорбции (до десорбции)

Композитный раствор	Концентрация урана, мкг/л				
	Fe ₃ O ₄ @ <i>Aspergillus niger</i>	113,7	115,1	114,6	109,4
AlOOH@ <i>Aspergillus niger</i>	69,8	69,2	68,4	67,2	66,7
TiO@ <i>Aspergillus niger</i>	103,5	103,0	102,0	101,9	103,0
CuO@ <i>Aspergillus niger</i>	110,8	113,5	113,8	112,4	111,5

Таблица 2

Концентрация урана после проведения десорбции

Композитный раствор	Концентрация урана, мкг/л				
	Fe ₃ O ₄ @ <i>Aspergillus niger</i>	1028,00	1017,00	1011,00	1012,00
AlOOH@ <i>Aspergillus niger</i>	481,60	485,40	478,80	478,40	482,80
TiO@ <i>Aspergillus niger</i>	277,50	277,00	278,30	274,10	276,30
CuO@ <i>Aspergillus niger</i>	802,20	796,80	797,80	796,60	798,90

По результатам измерений видно, что при использовании соды для десорбции сорбент может восстановиться приблизительно на 90%. Такая степень десорбции может значительно снизить затраты на приобретение новых сорбентов, а также уменьшить площади, занимаемые «отработавшими» сорбентами. Наиболее эффективно сода действует в сорбенте на основе плесневого гриба и наночастиц оксида железа, что может облегчить извлечение наночастиц железа из воды за счёт его магнитных свойств.

МИНЕРАЛЬНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ В СОСТАВЕ КРОВИ ЧЕЛОВЕКА

М.Т. Джамбаев¹, Ш.Б. Жакупова²

Научные руководители профессор Л.П. Рихванов¹, профессор Н.В. Барановская¹,
заведующая отделом А.В. Липихина²

¹Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

²Научно-исследовательский институт радиационной медицины и экологии, г. Семей,
Республика Казахстан

Живой организм является геохимическим индикатором, интегрирующим в себе трансформации среды своего обитания. Практически каждый процесс происходящий в окружающей среде оставляет внем свой «отпечаток». Организм человека – не исключение. По сути, исследования причин и последствий воздействия окружающей среды на человека являются одной из приоритетных задач в экологии [6]. Данная статья отражает результат одного этапа работы научно-технической программ (НТП) «Элементный состав природных сред и биосубстратов человека в районе влияния Семипалатинского испытательного ядерного полигона» проводимого Томским политехническим университетом совместно с Научно-исследовательским институтом радиационной медицины и экологии, г. Семей, Республика Казахстан. Работа НТП направлена на исследование влияния бывшего Семипалатинского испытательного ядерного полигона, на здоровье населения, проживающего в зоне его воздействия. Ее приоритетной задачей является определение элементного состава и их формы нахождения в объектах окружающей среды и биосубстратах человека и установка корреляционных связей между ними. Вопрос о формах нахождения элементов в организме человека, в частности, о минеральных соединениях является достаточно новым для науки [12]. Изучение состава крови на предмет минеральных соединений элементов проводится впервые.

Специфика объектов исследования. Населенные пункты, вошедшие в исследование, как уже отмечалось выше, были выбраны не случайно. По законодательству Республики Казахстан, «О социальной защите граждан подвергшихся воздействию семипалатинского испытательного ядерного полигона» исследуемые населенные пункты были отнесены разным зонам радиационного риска, в зависимости от места расположения по отношению к полигону и других критерий. В исследование вошли три населенных пункта: село Новопокровка Бородулихинского района (бывший Жанасемейский район) Восточно-Казахстанской области относится к зоне максимального радиационного риска. Населенный пункт расположен в зоне прохождения радиационных следов

ядерных взрывов, проведенных на Семипалатинском испытательном ядерном полигоне (СИЯП) 29.08.1949 г., 29.07.1955 г., 07.08.1962 г. Село Бородулиха Бородулихинского района Восточно-Казахстанской области относится к зоне повышенного радиационного риска, оно расположено в зоне прохождения радиационного следа ядерного взрыва, проведенного на СИЯП 29.07.1955 г. В качестве контрольного объекта исследования выбрано село Кокпекты Кокпектинского района Восточно-Казахстанской области, которое относится к зоне минимального радиационного риска. В данном населенном пункте радиационная обстановка обусловлена глобальными радиоактивными выпадениями [14].

Методика и результаты исследований. Кровь является одним из нескольких объектов исследования выше названной НТП. По методике, помимо крови изучаются и волосы детей в возрасте от 3 до 15 лет, не имеющих вредных привычек и хронических заболеваний и других отклонений по медицинским показателям. Причем волосы отбирались у детей тех граждан, чью кровь брали на исследование, как правило, это были их матери. В исследование так же вошли: вода, почва, растительность, накипь, органы и ткани животных и коровье молоко. Отбор проб проводился достаточно синхронно, максимально сближено по времени и по месту. В каждом населенном пункте исследовались по десять дворов. Таким образом, в общей сложности в трех населенных пунктах было отобрано 240 проб, из них 30 проб крови.

Исследование проводилось в несколько этапов. Для определения элементного состава крови был применен инструментальный нейтронно-активационный (ИНАА). При выборе данного метода учитывались специфика пробоподготовки биологического материала, точность определения, распространенность метода и применимость для других сред, поскольку комплексное исследование одним методом объектов окружающей среды и биоматериалов дает возможность обнаружить между ними взаимосвязь. В методе анализа ИНАА сигнал снимается с ядер химических элементов, поэтому физическое состояние пробы не влияет на результат. Другие преимущества его использования для биологических объектов представлены в работах различных авторов [3]. Подготовка проб крови для исследования включает в себя высушивание, упаковку и занесения данных о пробе в реестр. Для высушивания, используются чашки Петри, проба сушится при температуре 60°C в муфельной печи до кристаллообразного состояния, ориентировочное время высушивания пробы не менее 2 часов. После высушивание, проба упаковывается в заранее подготовленный пакетик из алюминиевой фольги обработанный спиртом, размером 3,5*3,5 сантиметра. После чего, на электронных весах определяется вес пробы, который в идеале должен составлять 100 мг. Результат ИНАА показал, во всех трех населенных пунктах в пробах крови содержатся следующие элементы: Sm, Ce, Ca, Lu, U, Th, Cr, Yb, Au, Hf, Ba, Sr, Nd, As, Ag, Br, Cs, Tb, Sc, Rb, Fe, Zn, Ta, Co, Na, Eu, La, Sb.

На следующем этапе работы были исследованы формы нахождения этих элементов в составе крови. Исследование проводилось в МИНОЦ «Урановая геология» при кафедре геоэкологии и геохимии ТПУ на сканирующем электронном микроскопе (СЭМ) Hitachi S-3400N с ЭДС Bruker XFlash 4010 для проведения рентгеноспектрального анализа. Электронная микроскопия позволяет исследовать микроструктуру тел при увеличениях до многих сотен тысяч раз (вплоть до атомно-молекулярного уровня), изучить их локальный состав и локализованные на поверхностях или в микрообъемах тел электрические и магнитные поля (микрочастицы). В качестве объектов исследований электронная микроскопия использует в основном твердые тела. В случае исследования состава крови были выбраны несколько проб, со сравнительно высоким содержанием некоторых элементов, по результатам ИНАА. Например, таких как Cs – 0,015 г/т, Sc – 0,0133 г/т, Zn – 63,9 г/т. Выбранные пробы были отобраны в с. Новопокровка Бородулихинского района (бывший Жанасемейский район) Восточно-Казахстанской области, которая относится к зоне максимального радиационного риска. Из таких проб были отобраны несколько кусочков образцов. Образец помещался на углеродный скотч, далее после измерения параметров образца, его помещали в вакуумную камеру, после откачки воздуха, был достигнут вакуум. Поиск включений происходил при ускоряющем напряжении 20 кВ, при увеличении в 300 раз. В результате сканирования были выделены микровключения, которые были отчетливо видны. Затем по каждому включению был проведен рентгеноспектральный анализ.

Исследованные включения, обнаруженные в образцах сухой крови, удалось сгруппировать по 8 видам минералов. Это: сфалерит, оксиды железа, халькопирит, карбонаты, арсенипирит, пирит, а также минералы силикатов точно не установленных (хлориты, глинистые минералы). Минералы имеют разнovidную неправильную форму, размером от 5 до 30 микронов.

Выводы. Результаты проведенных исследований дают возможность сделать однозначный вывод, что часть элементов в крови человека могут находиться в виде минеральных фаз различного состава. Подобные данные могут быть использованы в дальнейших медико-биологических исследованиях в целях прогнозирования заболеваемости и оздоровления населения. А также с целью организации биогеохимического мониторинга территорий, разработки практических рекомендаций для улучшения экологической ситуации и выработки нормативных геохимических показателей биосубстратов человека для зонирования и нормирования территории. Для более достоверной информации целесообразно продолжить исследования в данном направлении.

Литература

1. Авцын А.П. Микроэлементозы человека / А.П. Авцын, А.А. Жаворонков, М.А. Риш, Л.С. Строчкова. – М.: Медицина, 1991. – 496 с.
2. Балабуха В.С. Накопление радиоактивных элементов в организме и их выведение / В.С. Балабуха, Г.Е. Фрадкин. – М.: Государственное издательство медицинской литературы – Медгиз, 1958. – 184 с.

3. Барановская Н.В. Элементный состав биологических материалов и его использование для выявления антропогенно-измененных территорий (на примере южной части Томской области): авторефер. дис. ... канд. биол. наук. – Томск, ТГУ, 2003. – 24 с.
4. Барановская Н.В. Сравнительная характеристика региональных особенностей элементного состава органов человека (на примере Краснодарского края и Томского района) / Н.В. Барановская, В.А. Алексеенко, Л.П. Рихванов, Т.Н. Игнатова // Геохимия биосферы: Сборник материалов и тезисов IV Международного совещания. – Новороссийск, 2008. – С. 225-230.
5. Барановская Н.В. Уран и торий в органах и тканях человека / Н.В. Барановская, Т.Н. Игнатова, Л.П. Рихванов // Вестник Томского государственного университета. – Томск, 2010. – №. 339 – С. 182–188.
6. Барановская Н.В. Геохимический состав биоты как индикатор особенностей природной среды // Гидрогеология и инженерная геология. Геозкология и мониторинг геологической среды: Материалы международной научно – технической конференции «Горно-геологическое образование в Сибири. 100 лет на службе науки и производства». – Томск: Изд-во ТГУ, 2001. – С.131–132.
7. Барановская Н.В. Современное состояние вопроса изучения геохимии человека / Н.В. Барановская, Л.П. Рихванов, Т.Н. Игнатова // Развитие идей континентальной биогеохимии и геохимической экологии: Материалы VI-XII Биогеохимических чтений, посвященных памяти В.В. Ковальского (2006-2010 гг.). – М: ГЕОХИ РАН, 2010. – С. 329–339.
8. Бгатов А.В. Биогенная классификация химических элементов // Философия науки. – Новосибирск, 1999. – № 2(6). – С. 12–24.
9. Боровиков В.П. Программа Statistica для студентов и инженеров. – М.: Компьютер Пресс. 2001. – 301 с.
10. Вернадский В.И. Живое вещество // Живое вещество и биосфера. – М.: Наука, 1994. – С. 19–314.
11. Вернадский В.И. Химический состав живого вещества в связи с химией земной коры. – Пг.: Время, 1922. – 48 с.
12. Глинская Л.Г., Григорьева Т.Н. Окунева Н.Г., Власов Ю.А. Исследование минеральных патогенных образований на сердечных клапанах человека. I Химический и фазовый состав. // Журнал структурной химии. – Новосибирск, 2003. – Т. 44. – № 4. – С. 237–238.
13. Денисова О.А. Изучение элементного состава патологических образований щитовидной железы у населения Томской области / О.А. Денисова, Н.В. Барановская, Л.П. Рихванов, А.Ф. Судыко // Материалы V Международной биогеохимической школы «Актуальные проблемы геохимической экологии». – Семипалатинск: Семипал. ГУ, 2005. – С. 289–292.
14. Закон Республики Казахстан от 18 декабря 1992 года N 1787-XII «О социальной защите граждан, пострадавших вследствие ядерных испытаний на Семипалатинском испытательном ядерном полигоне»
15. Мешков Н.А. Медико-социальные последствия ядерных испытаний: монография / Н.А. Мешков, Е.А. Вальцева, Г.М. Аветисов, В.К. Иванов, С.В. Казаков. – М.: Воентехиздат, 2003. – 398 с.

ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОЧВ В РАЙОНАХ РАСПОЛОЖЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ Г. ТОМСКА

К.Е. Демидова

Научные руководители доцент Л.В. Жорняк, ассистент Е.Е. Ляпина

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г.Томск, Россия

Антропогенное воздействие на биосферу ведет к деградации почв. От сохранения и поддержания природных экологических свойств городских почв во многом зависит состояние здоровья населения. Почва несет в себе долговременную информацию о техногенном воздействии, она одновременно выступает главным физико-химическим барьером на пути миграции техногенных элементов. В связи с этим необходима детальная эколого-геохимическая оценка их состояния на территории города с использованием в комплексе минералогических и геохимических методов.

Почвенный покров г. Томска постоянно подвергается изменению под воздействием как природных (водная и ветровая эрозия, заболачивание), так и антропогенных факторов (химическое загрязнение, уплотнение, разрушение и отчуждение почв при строительстве и т.д.). Наиболее интенсивно антропогенное воздействие проявляется в районах расположения промышленных предприятий города.

Цель исследования: выявить специфику вещественного и геохимического составов почв в районах расположения промышленных предприятий города Томска.

Задачи: 1) изучить вещественный состав почв, отобранных вблизи различных промышленных предприятий города; 2) оценить валовое содержание ртути в пробах почв в зависимости от гранулометрического состава; 3) определить особенности геохимического состава почв в районах расположения промышленных предприятий.

На протяжении многих лет на территории города Томска проводятся разные исследования компонентов окружающей среды. Начиная с 1990-х годов работы по изучению состояния окружающей среды, в том числе почв и снегового покрова, проводится на кафедре геозкологии и геохимии Томского политехнического университета. Имеется ряд работ по изучению содержания редких, редкоземельных и радиоактивных элементов, а также минеральной составляющей техногенных образований в почвах и пылеаэрозолях на территории Томского района и некоторых других регионов России. Большинство исследований были проведены более десяти лет назад, в связи с чем необходимы повторные исследования для сравнения данных и их дополнения.

Для решения поставленных задач всего было отобрано 32 пробы почв на территории г. Томска, в районах расположения следующих предприятий: ГРЭС-2, ЗАО «Карьероуправление», ЗАО «Томский завод строительных материалов и изделий», ООО «СибЦем Томск», СибРос ЖБИ, ООО «ЗСМ Промальп», ООО

«Бетон Сибири», ООО «ЖБК-100», ООО «ЖБК-40», ООО «Томскнефтехим». Рассматриваемые предприятия располагаются в основном в зоне жилой застройки на территории различных районов города.

При отборе проб почв учитывались направление ветра, ландшафтно-морфологические особенности территории, мощность источников выбросов, особенности городской застройки, данные ранее проведенных исследований почв и снегового покрова [4]. Пробы отбирались в начале лета 2013 г. из поверхностного слоя (0-10 см), предварительно очищенного от дернового горизонта специальной пробоотборной лопаткой. Обработка проб проводилась по стандартной схеме, в соответствии с требованиями по отбору проб почвы (ГОСТ 17.4.2.01-81, ГОСТ 17.4.3.01-83, ГОСТ 17.4.1.02-83, ГОСТ 17.4.4.02-84, ГОСТ 28168-89).

В процессе исследования проб было выполнено количественное определение элементов инструментальным нейтронно-активационным анализом (ядерно-геохимическая лаборатория кафедры геоэкологии и геохимии). Изучение вещественного состава почв выполнялось в лаборатории исследования состава компонентов природной среды кафедры ГЭГХ ТПУ. Определение ртути в почвах произведено с помощью атомно-абсорбционного метода «пиролиза» на базе лаборатории кафедры ГЭГХ ТПУ. Полученные данные сравнивались с фоновыми концентрациями [4], кларком в земной коре [5].

В результате исследования вещественного состава проб почв из районов расположения предприятий и фонового участка выявлены частицы природного и техногенного происхождения. Анализ проб показал, что в среднем, процент техногенных частиц в городских почвах больше, что указывает на высокий уровень техногенной нагрузки на окружающую среду на территории города, обусловленный работой промышленных предприятий, теплоэнергетического комплекса и предприятий стройиндустрии. Техногенная составляющая представлена, в основном различными микросферами, частицами проволоки, синтетическими волокнами, а также частицами угля, сажей, шлаком и частицами металлообработки, природная – частицами кварца, слюды, окислами и гидроокислами железа, биогенными частицами, а также цементированными частицами.

По результатам исследований [2] в г. Томске формирование ореолов рассеяния ртути в почвах связано с деятельностью ряда промышленных предприятий, а также с рельефом территории и преобладающим направлением ветра. Ртуть в почвенном покрове распределяется неоднородно, концентрации зависят от уровня ее содержания в почвообразующих породах [1]. Распределение ртути по профилю зависит от свойств почв – гранулометрического, количественного и качественного состава органического вещества, pH среды, содержания карбонатов.

Согласно [2] максимальная концентрация ртути 2250 нг/г отмечена в Советском районе (пос. Восточный). Кроме того, отмечено повышенное содержание ртути в Ленинском (ул. Большая Подгорная, пр. Ленина (Речной вокзал), Кировском районах (вокзал Томск-1)), что объясняется наличием большого количества котельных (в том числе и печное отопление частных домов), влиянием загруженных транспортных магистралей, деятельностью железнодорожного вокзала, а также понижением в рельефе. Низкая концентрация ртути наблюдается в лесопарковых зонах, Академгородке и в спальнях районах, где нет крупных промышленных предприятий и нагрузка автотранспорта невелика.

Таблица

Содержание Hg в почвах в районах расположения промышленных предприятий г. Томска

Предприятие	Содержание Hg по фракциям, нг/г				Общая проба, нг/г
	0,04	0,1	0,25	0,5	
ГРЭС-2	28	26	24	27	27
Золототвал	40	44	40	35	43
ЗАО «Карьероуправление»	50	41	39	37	37
ЗАО «ТЗСМиИ»	45	38	39	42	47
ООО «СибЦем Томск»	183	105	79	397	101
ООО «СибРос ЖБИ»	178	113	94	416	113
ООО «ЗСМ Промальп»	85	45	40	39	38
ООО «Бетон Сибири»	43	21	21	26	26
ООО «ЖБК-100»	39	31	39	46	46
ООО «ЖБК-40»	59	41	46	46	48
ООО «Томскнефтехим»	24	20	12	12	16
Фоновое значение [2]	90				
Среднее значение по г. Томску [2]	100-2250				
ПДК	2100				
Кларк в з.к. [5]	80				

Согласно полученным данным, превышение фонового содержания Hg в почвах (90 нг/г) отмечено в пробах в районах расположения предприятий стройиндустрии – ООО «СибЦем Томск» (в 4 раза), ООО «СибРос ЖБИ» (в 4 раза), что можно объяснить влиянием производственной деятельности исследуемых предприятий [2].

Анализ данных содержания Hg по фракциям выделит более высокие концентрации во фракциях размером 0,04 мм в зонах влияния всех изученных промышленных предприятий, подобная закономерность отмечается и в работах других исследователей [3], кроме территорий – ООО «СибЦем Томск», ООО «СибРос ЖБИ», ООО «ЖБК-100», где содержание Hg выше во фракции 0,5 мм, что скорее всего связано с орографией и

влиянием других факторов (наличием несанкционированных свалок, а так же влиянием автодорог). При сравнении полученных данных с ПДК ртути (2100 нг/г) превышений не выявлено.

По результатам количественного определения элементов инструментальным нейтронно-активационным анализом отмечено превышение фоновых содержаний во всех исследуемых пробах почв. В районе золоотвала Томской ГРЭС-2 (в пойме р. Ушайки) в почвах выявлены более высокие концентрации Cr, Co и Vg относительно средних содержаний элементов в почвах города [4]. Также, выше среднего по городу содержания Vg, Co и Sb в пробах вблизи ЗАО «Карьероуправление», ЗАО «ТЗСМиИ», ООО «ЖБК-100», ООО «ЖБК-40». Полученные результаты можно объяснить спецификой деятельности исследуемых предприятий, влиянием автотранспорта, а также особенностью почв накапливать те или иные химические элементы.

Таким образом, по полученным данным концентрации Hg в почвах в районах расположения промышленных предприятий г. Томска не превышают ПДК. Однако, стоит отметить, что существует ряд районов, где «ртутная» экологическая ситуация вызывает опасения, а значит необходимо продолжать наблюдения за уровнем содержания ртути в почвах этих и других районов. Специфика деятельности промышленных предприятий определяет особенности геохимического и вещественного составов почв города. От сохранения и поддержания природных экологических свойств городских почв во многом зависит состояние здоровья городского населения.

Литература

1. Аношин Г.Н. Ртуть в окружающей среде юга Западной Сибири / Г.Н. Аношин, И.Н. Маликова, С.И. Ковалев [и др.]. // Химия в интересах устойчивого развития. – Новосибирск, 1995. – Т.3. – № 1-2. – С. 69–111.
2. Ляпина Е.Е. Исследование содержания ртути в природных объектах Западной Сибири / Е.Е. Ляпина, Е.А. Головацкая, И.И. Ипполитов // Сибирский экологический журнал. – Новосибирск, 2009. – № 1. – С. 3–8.
3. Петиримов П.В. Распределение ртути в почвах Санкт-Петербургского государственного университета // Геология, полезные ископаемые и геоэкология Северо-запада России: материалы XIV молодежной научной конференции. – Изд-во СПб, 2006. – С. 238–241.
4. Язиков Е.Г. Оценка эколого-геохимического состояния территории г.Томска по данным изучения пылеаэрозолей и почв: монография / Е.Г. Язиков, А.В. Таловская, Л.В. Жорняк. – Томск: Изд-во ТПУ, 2010. – 264 с.
5. Taylor S. R., Abundance of chemical elements in the continental crust: a new table // *Geochimica et Cosmochimica Acta*. – 1964. – V. 28. – P. 1273–1285.

РЕЗУЛЬТАТЫ СРАВНИТЕЛЬНОГО СТАТИСТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА БИОМАТЕРИАЛА (НА ПРИМЕРЕ ЩИТОВИДНОЙ ЖЕЛЕЗЫ) НА ТЕРРИТОРИИ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

Т.С. Демчук

Научные руководители профессор Н.В. Барановская, доцент И.С. Соболев
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

При обработке различных данных, в том числе и геохимической информации экологического характера, возникает всё большая потребность в применении современных статистических методов.

Цель работы состояла в проведении обширного сравнительного статистического анализа химического состава биоматериала (щитовидной железы), отобранного в Томской области, которая условно была поделена на две территории. К территории «Севера» причислены Александровский, Бакчарский, Верхнекетский, Каргасокский, Колпашевский, Парабельский и Чаинский районы. На данных территориях были отобраны 33 пробы щитовидной железы с различными видами тироидных патологических изменений. К территории «Юга» отнесены Асиновский, Зырянский, Молчановский, Кожевниковский, Кривошеинский, Первомайский, Томский, Шегарский районы. На данной территории были проведены исследования по 58 пробам. В качестве исходного материала использовались совокупности значений содержания по 28 элементам в щитовидных железах населения Северной и Южной территории.

Анализ проводился в программе Statistica 6.0 с использованием различных критериев и инструментов, таких как:

1. параметрический t-критерий Стьюдента. Критерий позволяет проверить гипотезы о существенности или несущественности различия двух выборочных средних. Для большинства элементов, содержащихся в щитовидных железах населения Томской области не наблюдается существенной разницы между средними значениями, кроме Na и Se.

2. F-критерий Фишера – параметрический критерий, используется для сравнения дисперсий двух вариационных рядов. С учётом критерия Фишера выявляется существенная разница у дисперсий следующих элементов: Ca, Sc, Co, Cr, Fe, Ce, Rb, Ag, Sb, Sm, U, Se, Ba, Eu. Это означает, что среднее содержание элементов в пробах примерно одинаково, в то время как мера разброса данной случайной величины, то есть её отклонения от математического ожидания не совпадает уже по многим элементам.

3. Тест Манна-Уитни – один из самых известных и самых распространённых тестов непараметрического сравнения двух независимых выборок. Он основан на использовании одной общей последовательности значений обоих выборок и позволяет выявлять различия в значении параметра между малыми выборками.

При проведении теста Манна-Уитни в программе расхождений с тестом Стьюдента не выявлено. Наиболее значимые расхождения средних содержаний характерны для элементов Na, Zn и Se.

4. Корреляция между результатами содержаний двух химических элементов может характеризоваться коэффициентом парной корреляции Пирсона r , отражающим степень линейной связи для нормальных распределений, корреляционные связи также могут быть отрицательными. Это означает, что при увеличении содержания одного элемента, концентрация другого, находящегося с ним во взаимосвязи, уменьшается.

Проведя оценку взаимосвязей химических элементов по критерию Пирсона на двух исследуемых территориях, можно выделить следующие ассоциации групп и отдельных химических элементов (со значением коэффициента больше 0,9)

1) для Севера ТО (>0,9): Cs-Sr, Ta-Sr, Eu-Sr, As-Sr, As-Cs, Eu-Cs, Ta-Cs, As-Ta, Eu-Ta, As-Eu, As-Sm, Eu-Sm, Ta-Sm, Cs-Sm, As-Yb, Eu-Yb, Ta-Yb, Cs-Yb, Sm-Yb;

2) для Юга ТО (>0,9): As-Sr, Ta-Sr, As-Lu, As-Yb, Ta-Lu, Ta-Yb, Sr-Ly, Sr-Yb, Lu-Yb.

4. Кластерный анализ. Его задача сводится к разбиению множества химических элементов на группы, в которые объединяются элементы с наивысшими значениями меры сходства (парных коэффициентов корреляции Пирсона r). По его данным наиболее значимые уровни влияния факторов в общей выборке соответствуют 35,89 % (самый значимый) и 12,23 % по выборке на Севере и 31,00 % (самый значимый) и 9,04 % по выборке на Юге. Факторные нагрузки (по оси X – для первого и по оси Y – для второго фактора) на геохимический спектр изучаемых компонентов представлен на круговых диаграммах (рис. 1, 2).

Для большинства элементов на Севере существенная нагрузка на дисперсию выборки прослеживается по второму фактору (причём – положительная), по первому – нагрузка как отрицательная так и положительная. Влияние обоих факторов значимо для всех элементов. Химические элементы в основном располагаются в I и II секторах. Для большинства элементов на Юге существенная нагрузка на дисперсию выборки прослеживается по второму фактору, по первому фактору – разброс наиболее силён. Элементы располагаются во всех секторах равномерно.

В рамках проведённого анализа с использованием статистических методов были сделаны основные выводы. Современные статистические инструменты позволяют:

1) выявить взаимосвязи – корреляционные связи химических элементов в пробах – для элементов, что наиболее явно прослеживаются для скандия, иттербия, мышьяка, стронция, тантала (в обоих районах), а также у цезия, самария, тантала (на Севере ТО). Графическое изображение на дендрограммах подтвердило наличие взаимосвязей у этих элементов.

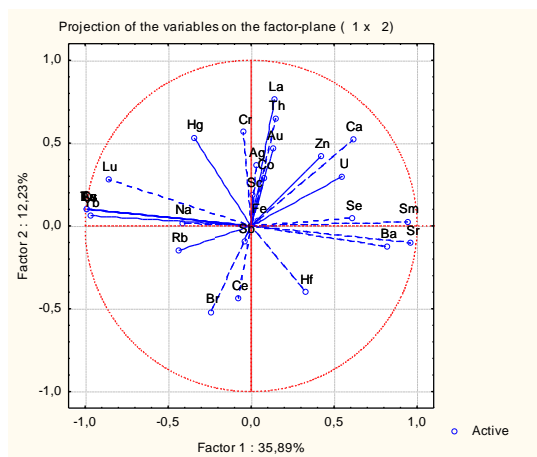


Рис. 1 Круговая диаграмма факторных нагрузок на дисперсию геохимического спектра на территориях районов Севера Томской области

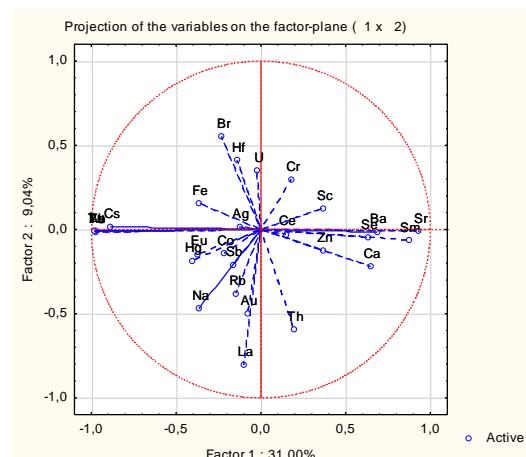


Рис. 2 Круговая диаграмма факторных нагрузок на дисперсию геохимического спектра на территориях районов Юга Томской области

2) выявить наибольшее влияние ряда факторов на распределение химических элементов в выборках. На Севере его влияние составляет 35,89 %, на Юге – 31,00 %. При наличии данных, например, об особенностях пробоотбора, можно делать выводы о том, какой фактор мог оказать такое влияние. Корреляционные взаимосвязи химических элементов характеризуются широким разбросом: присутствуют как значимые положительные, так и отрицательные связи. Оба фактора оказывают сильное влияние на распространение элементов.

Таким образом, методы математической статистики и современного компьютерного моделирования выводят на новый и более точный уровень способ анализа и оценки данных. Это позволяет на более детальном уровне исследовать особенности Томской области и находить взаимосвязи и факторы влияния, использовать их для проведения новых исследований. В данном случае результаты можно использовать для изучения биогеохимической провинции Томской области и тиреоидных патологий, исторически характерных для Томской области.

Литература

1. Денисова О. А. Микроэлементы и патология щитовидной железы Томской области / О.А. Денисова, Н.В. Барановская, Л.П. Рихванов, Г.Э. Черногорюк, Ю.И. Сухих. – Томск: STT, 2011. – 190 с.
2. Михальчук А.А. Статистический анализ эколого-геохимической информации / А.А. Михальчук, Е.Г. Язиков, В.В. Ершов. – Томск: Изд-во ТПУ, 2006. – 235 с.
3. Шестаков Ю. Г. Математические методы в геологии: учебное пособие для студентов геологических специальностей. – Красноярск: Изд-во Краснояр. ун-та, 1988. – 208 с.
4. Экологический мониторинг: Доклад о состоянии и охране окружающей среды Томской области / под ред. А. М. Адама. – Томск: Дельтаплан, 2013. – 172 с.

МИНЕРАЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЗОЛЬНОГО ОСТАТКА ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА НЕКОТОРЫХ ГОРОДОВ РОССИИ

М.А. Дериглазова

Научные руководители профессор Л.П. Рихванов, профессор Н.В. Барановская
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Ещё в древности люди знали, что окружающая нас среда неоднозначна по различным параметрам: температуре, влажности, близости к источникам воды и т.д. Поэтому старались приспособиться к этим условия себе на пользу. Одним из ярких примеров такого приспособления является корректировка режима питания: например, в холодных районах люди потребляют больше калорий, чем в жарких и т.д. Но окружающая нас среда неоднородна не только по климатическим ресурсам, но и по геохимической обстановке. Это значит, что природные объекты различных территорий накапливают в себе разный спектр элементов в зависимости от различных условий. То, что геохимическая обстановка влияет на организм человека, в том числе на его состав, уже доказано рядом ученых из различных стран мира. Но главный вопрос – как именно влияют определенные геохимические условия на состав организма человека, так и остается открытым.

Для изучения элементного и минерального состава организма человека был выбран зольный остаток организма человека (ЗООЧ). ЗООЧ – это крематорный материал, который остается после сжигания тела человека в газовой камере при температуре 300-400°C. Для исследования был выбран ЗООЧ 5 городов России: Новокузнецка, Новосибирска, Ростова-на-Дону, Екатеринбург, Санкт-Петербурга. На первом этапе исследований проводилось определение элементного состава зольного остатка организма человека с помощью инструментального нейтронно-активационного анализа (ИНАА), который позволил определить содержание в золе 27 химических элементов в широких диапазонах содержаний. На втором этапе работы проводилось изучение минеральных фаз в ЗООЧ с помощью сканирующего электронного микроскопа “Hitachi”, с приставкой для микроанализа.

Исследование элементного состава организма человека показали, что существуют различия в уровнях накопления элементов в ЗООЧ разных городов. На рисунке 1 видно, что различные города концентрируют в ЗООЧ разный спектр элементов, что может быть связано с природными причинами, а также с техногенным фактором.

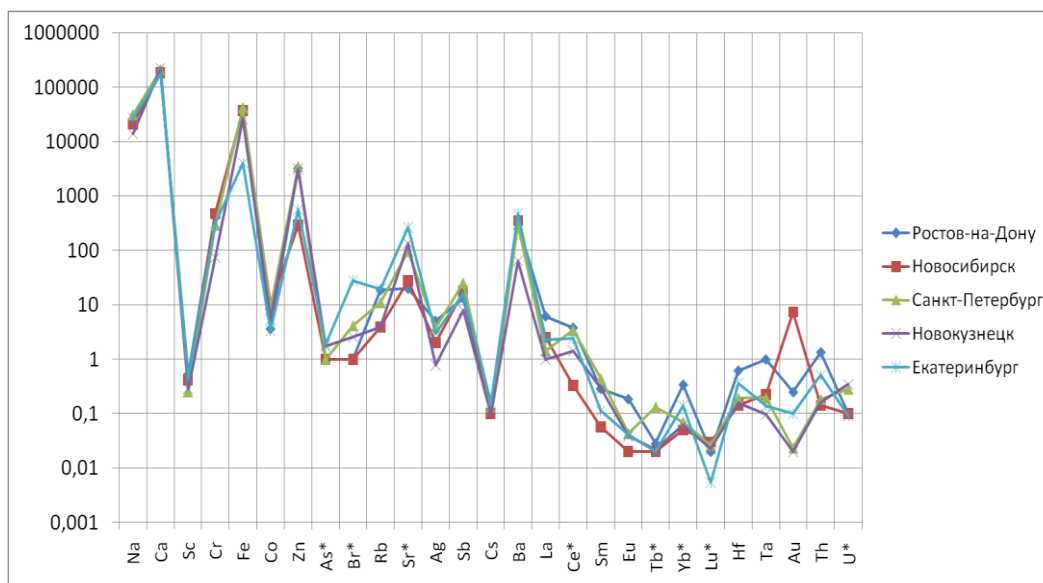


Рис. 1 Среднее значение концентраций элементов в ЗООЧ различных городов, мг/кг

Таким образом, видно, что ЗООЧ различных территорий концентрируют элементы по-разному, например ЗООЧ г. Новосибирска накапливает в большей степени Au, Co, Sb, Lu, Новокузнецк: Ca, U, Ростов-на-

Дону: Sc, Cr, Ag, La, Ce, Eu, Yb, Hf, Ta, Th; Санкт-Петербург: Na, Fe, Zn, Sm, Tb, Lu, U; Екатеринбург: As, Br, Rb, Sr, Cs, Ba.

Кроме того, был проведен корреляционный анализ по всей выборке и для города Новосибирск. Анализ показал, что существуют значимые положительные корреляционные связи ($p=0.05$) между некоторыми элементами, например, между натрием и барием, барием и хромом, натрием и сурьмой, натрием и скандием, а также отрицательные между кальцием и скандием. Для Новосибирска характерна положительная связь между натрием и скандием, барием и сурьмой, железом и кальцием, цинком и кальцием, золотом и хромом, золотом и кобальтом, золотом и цинком. Отрицательная связь представлена кобальтом и кальцием, а также кальцием и натрием.

Вторым этапом исследования было изучение зольного остатка организма человека под электронным микроскопом. Для изучения пробы были подготовлены специальным образом: пробы, содержащие наивысшие концентрации какого-либо элемента были спрессованы в виде таблеток и склеены раствором сахара. В результате данных исследований были получены следующие данные: 1) определен состав матрицы ЗООЧ; 2) определены минеральные фазы, входящие в состав ЗООЧ.

На основе данных, полученных с помощью электронного микроскопа, определено содержание матричных элементов, формирующих основу ЗООЧ до 98% (табл.).

Таблица

Состав матрицы ЗООЧ по результатам электронной микроскопии

Элемент	Среднее с ошибкой (%)
C	13,6±9,06
O	40,27±2,81
Na	4,41±0,84
Mg	1,34±0,54
P	10,29±2,31
K	1,89±0,65
Ca	26,79±7,08

Состав матрицы может говорить о том, что основу организма человека составляет минерал гидроксилapatит – $Ca_5(PO_4)_3$, что подтверждают, как литературные данные: основу скелета человека составляет данный минерал, так и проведенные нами исследования на порошковом дифрактометре.

Кроме того, были найдены частицы, формирующие аномальные концентрации в пробах различных городов. Так, в пробе города Новосибирск установлена частица, состоящая на 41% из золота, при этом она находится в форме оксида, либо самородного металла. В городе Екатеринбург найдена минеральная фаза бария и серы, которая скорее всего представляет собой барит. Также в большом количестве найдены частицы, представляющие оксиды металлов (Fe, Zn, Cu и др), а также интерметаллические соединения.

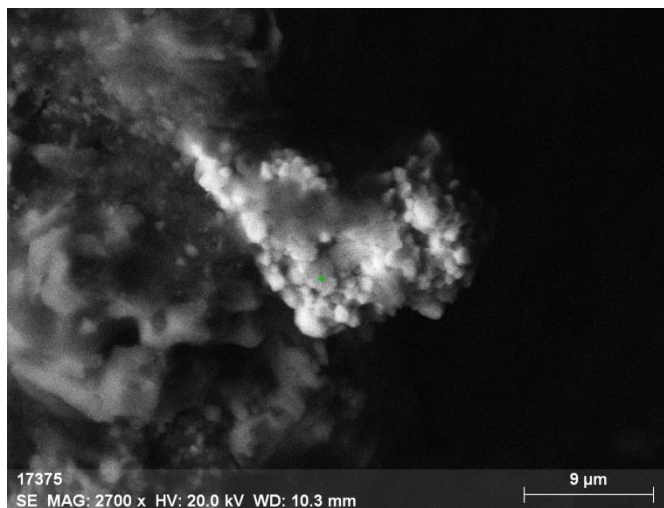


Рис. 2 Барий - серосодержащая фаза в ЗООЧ г. Екатеринбург

Таким образом, ЗООЧ является хорошим индикатором геохимической обстановки окружающей среды. Изучение данного индикатора может, с одной стороны, показать воздействие природного фактора на организм человека, а с другой показать элементный состав организма человека.

**ПРАВОВОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ
НА ОСНОВЕ СРАВНИТЕЛЬНОГО АНАЛИЗА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО И
ПРИРОДООХРАННОГО ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ И
ФЕДЕРАТИВНОЙ РЕСПУБЛИКИ ГЕРМАНИЯ**

О.В. Дорошенко

Научный руководитель доцент С.А. Дукарт

Западно-Сибирский филиал Российской академии правосудия, г. Томск, Россия

Выполнение федеральной программы по устранению технических отходов (ТО) в Федеративной Республике Германии, принятой в 1975 г., позволило снизить число неконтролируемых свалок с 50 000 до 500. Число предприятий по переработке токсичных отходов возросло с 10 до 100, муниципальных мусоросжигательных предприятий – с 24 до 48. Повторное использование стекла увеличилось с 50 до 830 тыс. т, то есть до 43 % объема потребления стекла. По этому показателю Федеративная Республика Германии занимает второе место в Западной Европе (первое – Нидерланды – 48 %). Для сравнения: Великобритания вторично использует только 8 % потребляемого стекла, и утилизирует всего 2 из 35% (20 млн. т), пригодных для повторного использования бытовых отходов, ежегодно собираемых на местах.

В Германии отмечается рост инвестиций на переработку отходов с 3,8 до 8,1 млрд. марок (общин и административных районов) и с 2 до 7,7 млрд. марок (промышленных компаний).

В ФРГ 53% бумаги производится из макулатуры (по ЕЭС в целом этот показатель равен 57%, в США – 36%). В три раза увеличилась часть жести, извлекаемой из бытовых отходов, увеличилось вторичное применение использованных масел, подвергается переработке одна вторая объема изготавливаемых ртутных батарей, вторичное применение пластмасс возросло со 160 до 480 тыс. т. Согласно постановлению, принятому на основе поправки к Закону о ликвидации и переработке отходов, предприятия, занятые в сфере переработки старых автомобилей, должны перерабатывать примерно 36 видов отходов, формирующихся из-за демонтажа грузовых и легковых автомобилей. Начиная с 1989 года, установлен отдельный сбор пластмассовой и стеклянной тары, поступающей в короткие сроки во вторичное использование или деструкцию.

Согласно постановлению, принятому на основе поправки к Закону о ликвидации и переработке отходов, предприятия, занятые в сфере переработки старых автомобилей, должны перерабатывать примерно 36 видов отходов, образующихся в результате демонтажа легковых и грузовых автомобилей. Из 95% старых аккумуляторных батарей извлекаются свинец и полимерные материалы, поступают в переработку масляные фильтры, отработанные масла и др. К середине 1995 г. доля сбора отходов составила 50 % (сейчас собирается 75 % стекла, 55 % белой жести, 45 % алюминия, 35 % бумаги и картона, 35 % пластмасс). С 1989 г. налажен отдельный сбор стеклянной и пластмассовой тары, которая в кратчайшее время поступает в повторное использование или деструкцию.

В Германии рассматриваются различные варианты комплексной системы производства, упаковки, транспортировки и реализации напитков. Основной задачей исследований явилась сравнительная оценка экономической и экологической целесообразности применения одно- и многоразовых емкостей (бутылок) для производства и продажи напитков.

В ноябре 1990 г. федеральным правительством Федеративной Республики Германии одобрено предписание об отходах упаковочных материалов. Цель предписания – уменьшение объема отходов упаковочных материалов, повышение ответственности производителей и торговли за решение проблемы утилизации этих отходов и освобождение от этой проблемы местных органов власти, развитие упаковки многоразового применения и вторичное использование отходов. С декабря 1991 г. выполняется постановление правительства Федеративной Республики Германии, обязывающее промышленников и торговцев обеспечивать повторную переработку упаковок своих товаров. С 1 апреля 1992 г. покупатели получили право возвращать в магазины упаковку (фольгу, картонные коробки и т.п.). С января 1993 г. торговля стала принимать и другую использованную упаковку. Вводится обязательная система специальной маркировки для сбора бутылок, коробок, а также другой тары из-под напитков, стиральных порошков и различных хозяйственно-бытовых средств [1].

В ноябре 1990 г. федеральным правительством ФРГ одобрено предписание об отходах упаковочных материалов. Цель предписания – уменьшение объема отходов упаковочных материалов, повышение ответственности производителей и торговли за решение проблемы утилизации этих отходов и освобождение от этой проблемы местных органов власти, развитие упаковки многоразового применения и вторичное использование отходов. С декабря 1991 г. выполняется постановление правительства ФРГ, обязывающее промышленников и Торговцев обеспечивать повторную переработку упаковок своих товаров. На первом этапе новые правила распространяются только на упаковку, используемую при транспортировке товаров. С 1 апреля 1992 г. покупатели имеют право возвращать в магазины упаковку (фольгу, картонные коробки и т.п.). С января 1993 г. торговля должна принимать и другую использованную упаковку. В соответствии с правительственной директивой с 1993 г. подверглось полной рециклизации 50, а в 1995 г. – 80 % всей упаковки. Ввелась обязательная система специальной маркировки для сбора коробок, бутылок и другой тары из-под напитков, стиральных порошков и различных хозяйственно-бытовых средств. Постановление предусматривает стимулирование такой «безотходной упаковки» тарифы – 0,5 до 1 марки (0,30 – 0,60 дол.) за единицу упаковки.

Закон, принятый бундесратом, в конце 90-х гг. был нацелен на сокращение массы бытовых отходов в ФРГ по меньшей мере на 12 млн. т. в год (в начале 90-х только в одной Западной Германии ежегодно скапливалось 30 млн. т бытовых отходов). В связи с уточнением требований по защите окружающей среды

немецкие фирмы по производству упаковки в конце 90-х гг. стали собирать и перерабатывать всю использованную упаковку. В частности, фирма «Хехст» разработала автомат, «съедавшего» пластмассу.

В настоящее время, регулирование обращения с отходами закреплено в Законе Германии «Об отходах» («Kreislaufwirtschaftsgesetz»), вступившего в силу 6 октября 1996 года. Последние изменения произошли 22 мая 2013 года. Цель закона – обеспечение механизма обращения с отходами, удовлетворяющего экологическим требованиям (параграф 1) [2].

Сегодня, механизм использования вторичных ресурсов перешел на новый уровень. Благодаря рециклингу (переработке) цинка, черного металлолома, алюминия 2006 год принес для Германии более 4-х млрд. евро. Это обусловлено тем, что Германия, в отличие от России, менее зависима от импорта первичных ресурсов. Более того, Германия является ведущим экспортером технологий и оборудования для переработки отходов. Кроме того, с постройкой новых заводов по переработке отходов, увеличилось число рабочих мест, примерно на 300 тыс.

Сегодня, в Германии достаточно эффективно налажен механизм сортировки мусора. Каждый гражданин ФРГ, в силу своего экологического правосознания, перед утилизацией сортирует отходы, в зависимости от маркировки на упаковке (например, изделия из бумаги, пластмассы, металла имеют разную цветовую маркировку на упаковке). В Германии рециклингу подвергается буквально все: от бумаги и стекла до аккумуляторов и старых автомобилей.

Помимо этого, в Федеративной Республике Германии развиваются механизмы автоматической сортировки отходов, которые, без особого труда, способны эффективно отсортировать по категориям смешанный мусор. Наверняка, в будущем, Германия избавится от уличных мусорных баков с пятью отверстиями для распределения мусора разного состава.

Механизмы ручной и механической сортировки мусора в Германии урегулированы Законом о замкнутых циклах производства и отходах [3].

Мы убедились, что в Германии эффективно развит механизм вторичного использования ресурсов. В этой области России нужно многое позаимствовать у ФРГ. Рециклинг не только сократит расходы на импорт первичного сырья, но и увеличит доходы от импорта вторичного.

Литература

1. Лебедева А.Н., Лаврик О.Л. Природоохранное законодательство развитых стран: в 3-х ч. – Новосибирск: Экологическая политика, 1993.
2. Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Bewirtschaftung von Abfällen (Kreislaufwirtschaftsgesetz – KrWG) [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/krwg/gesamt.pdf> (дата обращения: 04.10.2013).
3. Развитие системы переработки отходов в ФРГ [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.rosaro.ru/focus/world/germany/news129.htm> (дата обращения: 14.10.2013).
4. Развитие системы переработки отходов в ФРГ [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.rosaro.ru/focus/world/germany/news129.htm> (дата обращения: 14.10.2013).

АНАЛИЗ ПРОБЛЕМЫ РЕОГРАНИЗАЦИИ СТАТУСА ПРИРОДНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ЗАПОВЕДНИКА «СТОЛБЫ»

Е.А. Евсеенко

Научный руководитель старший преподаватель О.Ю. Елин
*Красноярский государственный педагогический университет имени В.П. Астафьева,
г. Красноярск, Россия*

Красноярские «Столбы» - уникальный природный заповедник, поражающий своей красотой, это удивительный уголок природы в самом центре Сибири, место, где из недр Земли магма застыла каменными изваяниями скал в ожерелье горной тайги [2].

В середине января 2014 года для многих жителей г. Красноярск и Красноярского края в частности, стало неожиданным и непонятным заявление пресс-службы Министерства природных ресурсов и экономики Российской Федерации о вхождении красноярских «Столбов» в число заповедников, которые приобретут статус национальных парков. Но прежде чем анализировать данную проблему, нужно узнать об этом заповеднике из его истории.

Первые упоминания о «Столбах» появились еще в 80-х годах XVIII века. В то время эта территория была излюбленным местом красноярцев для охоты. Позже, начиная с середины XIX века, красноярские любители природы начали использовать этот прекрасный уголок для скалолазания. Яркое описание этой местности оставил в 1908 году В.А. Обручев в повести «На Столбах», которая была опубликована в 1986 г. [2].

Вопрос о создании особо охраняемой территории в этой местности возник в 1919 году, когда красноярский отдел Русского географического общества, губернское земельное управление и Союз красноярских художников поставили перед Енисейским губернаторством ходатайство об издании специального декрета в целях охраны урочища. Это случилось после того, как массовый характер приобрели вырубке леса и стали предприниматься неоднократные попытки уничтожить уникальные природные скульптуры для разработки камня, взрыва гранит у подножия Такмака, Кизяма и устья реки Моховой.

Поэтому в 1920 году небольшой участок леса в верховьях реки Лалетиной был объявлен защитным. В 1923 году, ботаник А.Л. Яровский, зоолог и по совместительству директор краеведческого музея А.Я. Тугаринов,

а также художник Д.И. Каратанов подготовили проект создания государственного заповедника «Столбы» и в 1924 году было издано постановление об увеличении площади заповедника от 4 до 24 кв. верст. Для более надежной защиты от постоянных выборочных вырубок 30 июня 1925 года Енисейским губисполкомом было издано постановление о заповеднике «Столбы» площадью 390 Га, который был открыт для свободного посещения, но на его территории запрещалась какая-либо хозяйственная деятельность. Постепенно площадь заповедника «Столбы» постоянно увеличивалась.

В настоящее время заповедник является научно-исследовательским, природоохранным и эколого-просветительским учреждением федерального значения, площадь которого составляет 47219 га. Вся территория заповедника разделена на 3 зоны разной степени охраняемости и доступности: 1 – закрытая зона (42213 га), 2 – буферная зона (3332 га), 3 – ТЭР – туристско-экскурсионный район (1674 га), который занимает лишь 3% от всей площади территории [2].

Сам заповедник располагается на окраине Саянской горной страны между Западно-Сибирской низменностью и Среднесибирском плоскогорьем, и представляет собой междуречье трех рек – Базаихи, Маны и Большой Слизневой с ярко выраженной переходной зоной от лесостепи до темнохвойной горной тайги. Наивысшая точка заповедника находится на Кайдыньском хребте и составляет 832 м над уровнем моря.

Красноярский заповедник «Столбы» поистине является прекрасным природоохранным местом на территории Красноярского края со своим богатейшим биоразнообразием. Так, например, флора «Столбов» насчитывает 762 вида, 150 из которых подлежат особой охране, более 400 имеют хозяйственное значение, а 8 являются лесобразующими. Что касается фауны, то всего представлено свыше 290 видов, большинство из 56 видов млекопитающих – обитатели леса, из которых наиболее распространены марал, бурый медведь, рысь, волк, россомаха, лисица, барсук, а также встречается около 200 видов птиц [2].

Самыми популярными и достопримечательными местами заповедника являются те самые «Столбы», т.е. разновозрастные останцы магматического происхождения всевозможной формы. К наиболее посещаемым скалам можно отнести «Первый», «Второй», «Третий», «Четвертый» столбы, массивы «Такмак», «Манская бабка», скалы «Дед», «Бабка и внучка», «Перья», «Китайская стенка», «Львиные ворота», «Жаба и Цыпа», «Слоник» и многие другие. Ежегодно «Столбы» посещают около 250-300 тысяч человек.

В любой ситуации спорного характера всегда встречаются как минимум 2 точки зрения противоборствующих сторон. Задачей в этой статье мы видим необходимость осветить 2 позиции, придерживающихся абсолютно противоположных взглядов в вопросе об изменении статуса заповедника «Столбы» в национальный парк. В первую очередь, стоит осветить точку зрения людей, придерживающихся позиции за смену статуса до национального парка.

Министерство природных ресурсов и экологии России намерено реализовать данный проект к 2015 году. Такая необходимость возникла из-за того, что на территории заповедника ведется ряд работ в течение длительного времени, которая не соответствует режиму заповедника, но соответствует статусу национального парка. Данные преобразования коснутся всего 6-7 заповедников на территории России, к числу которых относятся «Тебердинский заповедник» в республике Карачаево-Черкесия, «Командорский» в Камчатском крае и красноярские «Столбы» [3].

За реорганизацию «Столбов» в национальный парк выступает директор государственного природного заповедника «Столбы», член экспертного совета по особо охраняемым природным территориям при Министерстве России Щербаков Вячеслав Михайлович. Он объясняет это тем, что существование туристско-экскурсионной зоны на территории «Столбов» – прямое противоречие статусу заповедника, и именно поэтому реорганизация в национальный парк необходима. По его словам, положение дел в заповеднике не соответствует положению в законодательстве, регулирующее функционирование государственных природных заповедников: «Ныне действующее положение в заповеднике «Столбы» не является легитимным. Единственным выходом из этого юридического тупика – придание «Столбам» статуса национального парка» – опубликовано в его официальном обращении на сайте «Столбов» [2].

Как уверяет В. Щербаков, особенности функционирования «Столбов» в качестве национального парка будут закреплены в специальном Положении, в котором, также, будет выделяться особо охраняемая природная зона и туристско-экскурсионный район, который в свою очередь не будет превышать площадь нынешней территории. Также будет запрещено строительство всевозможных баз отдыха, горнолыжных курортов, комплексов и того подобного, и в целом увеличение антропогенной нагрузки на территории в большей степени, чем она есть сейчас не планируется.

Свою точку зрения Министерство природных ресурсов и лесного хозяйства Красноярского края аргументирует тем, что «Столбам» был присвоен статус заповедника в то время, когда других категорий особо охраняемых территорий не было. «Фактически, «Столбы» изначально имели ряд черт национального парка: большой поток туристов, особенно в выходные дни, строительство экологических троп, обустройство площадок для отдыха, установка мусорных баков, информационных щитов. Изменения в законе, по которым «Столбы» причисляются к национальным паркам, позволят четко выделить рекреационно-туристскую зону, которая сегодня существует в заповеднике [1].

Действительно, в Федеральном законе «Об особо охраняемых природных территориях» №33-ФЗ от 14 марта 1995 года, а именно в разделе II «Государственные природные заповедники», говорится о том, что «На территории государственных природных заповедников полностью изымается из хозяйственного использования особо охраняемые природные комплексы и объекты...», и, наоборот, в разделе III «Национальные парки» утверждается «...в границах национальных парков могут находиться земельные участки иных пользователей, а также собственников» [4]. Иными словами, если на территории «Столбов» в качестве заповедника любая

хозяйственная деятельность запрещена, то в качестве национального парка этот запрет снимается. Тогда возникает вопрос, а какой смысл проводить такую реорганизацию, если, по словам В. Щербакова, никаких особых и важных изменений, кроме формальной смены статуса, не планируется? Получается, на территории «Столбов» будет запрещена эта самая хозяйственная деятельность, но в таком случае это снова противоречие, только уже положению о национальных парках, ведь в нем говорится, что такая деятельность не просто возможна, а официально разрешена. Этот вопрос остается, пока не раскрытым и не ясным в отношении надобности смены статуса «Столбов».

Вышесказанное дает понимание позиции ведомств, придерживающихся радикальной реорганизации заповедника в национальный парк, обратим внимание на мнение противоположной стороны в этом вопросе, то есть, людей, выступающих за сохранение статуса заповедника. Это позиция большинства горожан города Красноярск – ежедневных посетителей «Столбов». На сегодняшний день уже более 25 тысяч человек подписали петицию о сохранении статуса заповедника. Люди боятся, что территория будет застроена, а закрытая и буферная зоны станут открыты для браконьерства, транспорта и строительства. Известные красноярские альпинисты утверждают, что надобности в смене статуса нет, поскольку на территории заповедника находится минимальная инфраструктура (скамейки, тропы и указатели), которая для данной территории уместна и не несет урон природе, а при получении статуса национального парка откроется долгожданный «железный занавес» для браконьеров и частных предпринимателей–застройщиков, и вот тогда об уникальности и самобытности природы можно будет забыть.

Также, придерживается данной точки зрения общественный совет, который был создан еще в 2011 году для осуществления контроля за реализацией федеральной программы развития познавательного туризма в заповеднике «Столбы». 25 января 2014 года состоялось рабочее совещание по вопросу возможного изменения статуса «Столбов» из заповедника в национальный парк. В совещании приняли участие директор заповедника «Столбы» Вячеслав Щербаков, глава города Красноярск Эдхам Акбулатов, депутаты городского совета депутатов, а также представители общества столбистов. Участники встречи еще раз отметили, что на «Столбах», в связи с массовостью посещения и невозможностью ограничить свободный вход на территорию, смена статуса, действительно, является единственно правильным и законным путем. На совещании также было отмечено, что данная общественная организация будет следить за хозяйственной деятельностью в охранной зоне будущего национального парка, с целью недопущения строительства частных строений на границе природоохранной территории.

Для выяснения позиции посетителей «Столбов» на официальном сайте заповедника размещен опрос «Что для Вас наиболее важно в вопросе, связанном с предстоящим преобразованием «Столбов» в национальный парк?» На 28 февраля 2014 года 27% респондентов ответили «Важно – оставить заповедником», 18% «Возможность по-прежнему посещать удивительный мир «Столбов»», 4% отметили «Возможность свободного доступа к скалам», 25% «Гарантия того, что «Столбы» не будут кем и как попало застроены» и 17% опрошенных выделили «сохранение бесплатного входа» [2].

А вот теперь, действительно стоит задуматься, а есть ли на самом деле надобность изменять статус заповедника «Столбы» на национальный парк, если это вновь будет противоречить законодательству и с такой силой волновать посетителей этого заповедника?

Литература

1. Интернет-агентство новостей «Sibnovosti.ru», 2014 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://krsk.sibnovosti.ru/society/259134-stolby-ne-sootvetstvuyut-statusu-zapovednika> (дата обращения: 23.02.2014).
2. Официальный сайт государственного природного заповедника «Столбы», 2011 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.zapovednik-stolby.ru> (дата обращения: 21.02.2014).
3. Официальный сайт Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации, 2014 [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.mnr.gov.ru/news/detail.php?ID=132217&sphrase_id=412740 (дата обращения: 23.02.2014).
4. Официальный сайт Российской экологической партии «Зеленые», 2013 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.greenparty.ru/page/57> (дата обращения: 23.02.2014).

СОДЕРЖАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ В ВОДЕ РУЧЬЯ КАРАБУЛАК КАК ИНДИКАТОР ЯДЕРНОГО ТЕХНОГЕНЕЗА

Г.М. Есильканов¹

Научные руководители профессор Л.П. Рихванов¹, руководитель группы элементного анализа М.Т. Койгельдинова²

¹Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

²Институт радиационной безопасности и экологии, г. Курчатова, Республика Казахстан

Семипалатинский испытательный полигон (СИП) – место проведения первых атмосферных и подземных ядерных взрывов в СССР. Подземные ядерные взрывы (ПЯВ), в частности, проводились и на испытательной площадке «Дегелен» с 1961 по 1989 гг., расположенной в одноименном горном массиве. Несмотря на то, что штольни и шахты на площадке «Дегелен» законсервированы, именно здесь высока вероятность загрязнения воды долгоживущими радионуклидами, осколочными радионуклидами и продуктами

активаций. Также вода может содержать большие концентрации химических элементов по причине природных и техногенных факторов [1, 4].

Для изучения особенностей загрязнения от ПЯВ необходимо изучить химический состав вод поверхностных потоков и родников, через которые идет разгрузка водоносных горизонтов горного массива «Дегелен». Поэтому нами был изучен элементный состав воды ручья «Карабулак».

Ручей Карабулак расположен в северной части горного массива «Дегелен» и имеет ряд особенностей:

основной источник питания ручья – атмосферные осадки,

непостоянный водоток,

в области протекания ручья имеется большое количество штолен, где проводились подземные ядерные испытания.

Отбор проб воды осуществлялся по стандартным методикам в июле 2013 года [2]. Всего было отобрано 43 пробы и исследовано 27 элементов (Mn, Be, Cr, Co, Ni, Cu, Zn, Pb, U, Fe, B, V, As, Sr, Ag, Cd, Ba, La, Ce, Nd, Sm, Ti, Zr, Nb, Mo, W, Re). Определение элементного состава проводилось методом ICP-MS в Институте радиационной безопасности и экологии в г. Курчатова. Для этой цели использовался квадрупольный масс-спектрометр Elan 9000 фирмы «Perkin Elmer SCIEX». Статистическая обработка материала проводилась с помощью программ MS Excel 2010 и Statistica 10.

В ходе нашего исследования выяснилось, что химические элементы в воде ручья «Карабулак» распределены неравномерно. Концентрации химических элементов варьируют в больших пределах, так коэффициент вариации колеблется от 44 % до 325 %. К примеру, минимальная концентрация урана в воде составляет 0,13 мкг/л, а максимальная 168 мкг/л. Для корректной оценки точки отбора были разделены по территориальному принципу в зависимости от рельефа местности. Были выявлены особенности распределения элементов в каждом районе, всего выделено 11 районов, которые обозначены на рис.

Были выявлены следующие особенности элементного состава в рассматриваемых участках. Участки, обозначенные на карте как IA, IB, IC, характеризуются низким содержанием урана. Но на участках IIAB, IIIABC, IABCD, расположенных вниз по течению ручья были выявлены максимальные концентрации урана в воде. По отношению к таким элементам как Cr, Co, Cu, Ni, Pb, B, V, Sr, Cd, Nb, Mo, Zr, W, данным участкам свойственно концентрирование, что может указывать на определенные барьерные свойства в этих районах.

Другие участки также имеют существенные особенности. Участок IC сравнительно отличается от остальных повышенной концентрацией: Mn, Be, Zn, B, La, Ce, Nd, Sm, Re. Районы объединенные под буквой «D», расположенные на одном притоке, отличаются содержанием Ti, Zr, Ba. Участки IA, IB, IIAB и IAB не характеризуются высокими содержаниями элементов.

Надежным индикатором ядерного техногенеза может служить величина отношений содержания отдельных элементов, такие как La/Sm и La/Ce отношения. По литературным данным известно, что для территорий, где проводились ядерные испытания, характерно преобладание La над Sm и преобладание La над Ce [3]. В ручье Карабулак были выявлены точки с высокими значениями данных отношений. По La/Sm отношению это точки из участков: IC (точки № 67/1, 68/2), IID (№ 56), IIID (№ 51), IIIABC (№ 35), IABCD (№ 39). Значения La/Ce отношения меньше, равно одному, или превышают единицу не значительно.

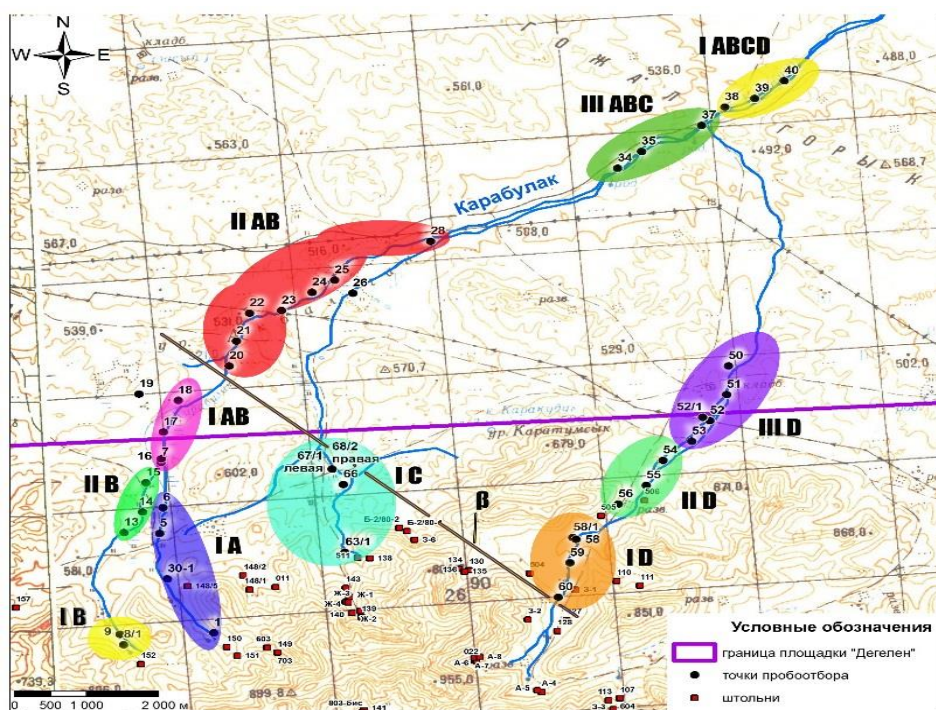


Рис. Карта расположения точек пробоотбора воды руч. Карабулак

Из полученных данных была получена картина распределения химических элементов в воде ручья Карабулак. Так по содержаниям химических элементов были выделены участки IC, IAB, ID, ID, ID, IABCS, IABCD. Этим районам соответствуют те части ручья, в которых расположены штольни, или область слияния притоков ручья. Точки с повышенными значениями отношения La/Sm находятся рядом с местами проведения ПЯВ, особенно это характерно для участков группы «D», где вдоль притока располагается 3 штольни.

Литература

1. ГОСТ 17.1.5.05-85 Общие требования к отбору проб поверхностных и морских вод, льда и атмосферных осадков.
2. Рихванов Л.П. Радиоактивные элементы в окружающей среде и проблемы радиозологии: учебное пособие. – Томск: STT, 2009. – 430 с.
3. Субботин С.Б. Подземная миграция искусственных радионуклидов за пределы горного массива Дегелен / С.Б. Субботин, С.Н. Лукашенко, В.М. Каширский, Ю.Ю. Яковенко, Л.В. Бахтин // Актуальные вопросы радиозологии Казахстана. Выпуск 2. – Павлодар: Дом печати, 2010. – С. 103–156.
4. Smith D.K., Finnegan D.L., Bowen S.M. An inventory of long-lived radionuclides residual from underground nuclear testing at the Nevada test site, 1951–1992 // Journal of Environmental Radioactivity. – 2003. – Vol. 67. – Iss. 1. – P. 35–51.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИЧИН ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУШНОГО БАСЕЙНА ГОРОДА АЛМАТЫ Э.Б. Ереценко¹

Научные руководители ведущий эксперт А.В. Чередниченко², профессор Е.Г. Языков¹
¹Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия
²Казахский научно-исследовательский институт экологии и климата, г. Алматы, Казахстан

Для обеспечения условий проживания 1,5-миллионного населения города Алматы функционируют заводы по машиностроению и металлообработке, мясоконсервный, молочный, плодоконсервный, текстильный, меховой и др. комбинаты. Строительная индустрия, электроэнергетика, перерабатывающая промышленность и машиностроение считаются приоритетными отраслями. Алматы как объект исследования интересен ещё и тем, что находится в уникальных природно-климатических условиях, которые с одной стороны способны улучшить экологическую обстановку города, но с другой – значительно усугубить её. Всё это объясняет, почему атмосферный воздух города Алматы считается самым загрязненным на территории Казахстана. [2] Целью данной работы является выяснение возможных причин загрязнения атмосферы города Алматы на основании анализа ИЗА5 (индекс загрязнения атмосферы по пяти приоритетным загрязнителям) за пятилетний период с 2005 по 2009 гг.

Материалы и методы исследования.

Для проведения анализа использовались данные РГП «Казгидромет», представленные в виде ТЗА (таблица загрязнения атмосферы). Мониторинг осуществлялся на пяти стационарных постах наблюдения (ПНЗ), расположенных в разных частях города. Забор проб проводился ежедневно, (кроме праздничных и выходных дней) в 1, 7, 13, 19 ч. по местному времени в соответствии с полной программой наблюдения (на ПНЗ №1) и в 7, 13, 19 ч. по неполной программе наблюдения [5].

Индекс загрязнения атмосферы это количественная характеристика уровня загрязнения атмосферы отдельной примесью, учитывающая различие в скорости возрастания степени вредности веществ, приведенной к вредности диоксида серы, по мере увеличения превышения ПДК [5].

ИЗА5 является комплексным показателем загрязнения атмосферы, который широко используется для характеристики общего качества воздуха. Чтобы рассчитать ИЗА5, выбираются пять индексов с наибольшим числовым значением по отдельно взятым примесям и суммируются [5]. В ходе нашего исследования использовались значения индекса загрязнения атмосферы по следующим примесям: взвешенные вещества (пыль), диоксид серы, оксид углерода, диоксид азота, формальдегид.

Анализ результатов

В ходе исследования выяснилось, что на протяжении всего рассматриваемого периода ИЗА5 соответствовал высокому и очень высокому загрязнению. Наибольший вклад в загрязнение воздушного бассейна внес формальдегид, природа появления которого до конца не выяснена.

Для составления данного графика (рис. 1) использовались средние по всем постам значения ИЗА5. 2008 год является годом с самой высокой степенью загрязнения атмосферы (12,5), а 2006 год – периодом с самым низким показателем ИЗА5 (9,0). График составлен на основе полученных результатов за период 2005-2009 гг., а также с помощью данных РГП «Казгидромет» за 2009-2012 гг. Это позволило проследить динамику загрязнения вплоть до настоящего времени.

При характеристике природно-климатических особенностей, необходимо выделить следующее:

- город расположен на плато у подножия горного массива;
- мощные приземные и приподнятые инверсии с ярко выраженным суточным ходом;
- существенно неоднородная по пространству картина местных ветров;
- сложная неизученная турбулентность;
- сложная вертикальная структура воздушного бассейна;
- ночная аэрация горных ветров и дневной вынос примеси долинным ветром [3].



Рис. 1 Динамика среднегодового показателя ИЗА5 (2005-2012 гг.)

Определению источников загрязнения может во многом способствовать информация о суточном ходе загрязнения.

Как видно на графике (рис.2) представлены два ряда: динамика ИЗА5 за суточный период в январе, а также динамика суточного хода загрязнения в июле. Пробы воздуха брались в разное время: в 1 час ночи, в 7 часов утра, в 13 часов дня и 19 часов вечера. В январе наблюдается резкое повышение загрязнения между 7 часами утра и 13 часами дня. В июле можно было наблюдать плавное повышение степени загрязнения воздуха. Данные для этого графика брались только по ПНЗ №1, так как только там проводилась полная программа наблюдений.

Первое, что можно отметить на графике (рис. 2): загрязнение в зимний период выше, чем в летний. Это обусловлено взаимодействием природных и техногенных факторов:

- Климат Алматы является резко-континентальным, причем резко он выражен в северной части города, в связи расположением его в зоне перехода горных склонов к равнине. Кроме того, город подвержен еще и действию слабой ветровой активности в зимний период, когда скорость ветра составляет в среднем 1,1 м/с [3].

- В зимний период действует отопительный сезон, а значит, предприятия теплоэлектроэнергетики работают в усиленном режиме [1].

- Основными стационарными источниками в городе Алматы являются предприятия теплоэлектроэнергетики, в особенности ТЭЦ-1 и ТЭЦ-2.

- В летний период, а точнее в течение 8 месяцев, ТЭЦ-1 работает на газе, а в зимнее время переходит на сжигание угля и основной объем выбросов приходится на зимний период [1].

- Повторяемость ветров северного и северо-западного направления, преобладают в зимний период, во время усиленной работы ТЭЦ-2. Ветра этого направления осуществляют перенос загрязняющих веществ в сторону города [3].

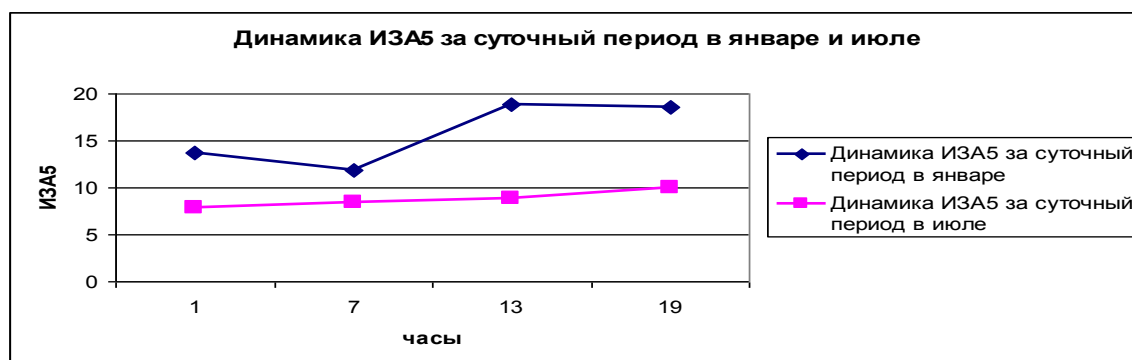


Рис. 2 Динамика ИЗА5 за суточный период в январе и июле

В то же время при анализе тенденции загрязнения в зимний и летний периоды можно выявить интересную тенденцию. Так, в летний период наблюдается постепенное повышение загрязнения и его максимум приходится на 19.00. Но в зимний период наименьшая степень загрязнения приходится на 7 часов утра, затем наблюдается резкое повышение к часу дня, данный уровень загрязнения сохраняется до семи часов вечера. Совершенно очевидно, что здесь имеет место действие социального фактора. Можно предположить, что это – автотранспортные средства. Стоит учитывать, что расчетные данные по количеству загрязняющих веществ от автотранспорта являются более низкими, по причине отсутствия конкретной информации об использовании топлива. Динамика изменения загрязнения за зимний период объясняется тем, что наибольшие потоки

автотранспортных средств образуются именно в период с 7 до 13 часов, когда большинство людей едет на работу. В то же время недостаточная организация автотранспортных потоков стимулирует образование «пробок» на дорогах, которые значительно увеличивают поступление выхлопных газов в атмосферу. Здесь уместно сказать, что недостаточное количество парковок стимулирует создание подобной ситуации. Ведь в качестве парковочного места используется место на дорогах, что способно уменьшить их пропускную способность до 2 раз. Кроме того вокруг города действует самая большая в республике агломерация, и ежедневно большие потоки людей едут в Алматы из пригородов. По последним данным, в Алматы имеются около 600 тысяч автомашин, и количество их с каждым днем растет. Ежегодно ими выделяется в воздух города около 250—260 тысяч тонн вредных отходов. Таким образом, на каждого алматинца приходится более 200 кг вредных веществ [4].

Литература

1. Даулбаева А. Н. Динамика изменения концентрации основных загрязняющих веществ в приземном слое атмосферы города Алматы: дис. ... PhD экологических наук, – Алматы, 2012. – 140 с.
2. Информационный бюллетень о состоянии окружающей среды Республики Казахстан. Выпуск №5 (151), – Астана, 2012, – 140 с.
3. Климат Алма-Аты / под ред. Х.А. Ахмеджанова, Ц.А. Швер. – Л.: Гидрометеоиздат, 1985. – 264 с.
4. Комплексная программа оздоровления экологической обстановки г. Алматы на 1999-2015 гг. «Таза ауа - жанга дауа». - Алматы: Алматинское городское управление по охране окружающей среды, 2002, – 123 с.
5. РД 52.04.186-89 Руководство по контролю загрязнения атмосферы. – М., 1991. – 556 с.

О НЕОБХОДИМОСТИ ИССЛЕДОВАНИЯ ВОДЫ НА ДЕЙТЕРИЙ КАК ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ФАКТОРА

Ш.Б. Жакупова¹, М.Т. Джамбаев²

Научные руководители заведующая лабораторией А.В. Липихина¹, профессор
Л.П. Рихванов²

¹Научно-исследовательский институт радиационной медицины и экологии, г. Семей,
Республика Казахстан

²Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Тяжелая вода (D₂O), изотопная разновидность воды, в которой лёгкий атом водорода ¹H замещен его тяжёлым изотопом ²H – дейтерием D. Впервые открыта в природной воде Г. Юри и Э. Ф. Осборном (США) в 1932 и выделена из неё в 1933 Г. Н. Льюисом и Р. Макдональдом (США) [4]. Разница между тяжелой водой и обычной заключается в их плотности. Тяжелая вода плотнее обычной. В природе ее содержание в соотношении атома дейтерия с атомом водорода составляет 1 на 5000-7000. Содержание тяжелой воды определяется с помощью масс-спектрального анализа, денсиметрии и методом инфракрасной спектроскопии [4]. Физические свойства тяжелой воды тоже отличаются от обычной. Температура закипания тяжелой воды 101,43°C, температура замерзания 3,81°C, плотность 1,104 г/см³. Химические свойства D₂O и H₂O сильно не отличаются. Характерным отличием D₂O является замедление или ускорение скорости химических реакций до 2-3 раз.

Исходя из своих химических особенностей, тяжелая вода применяется в ядерной физике и энергетике как замедлитель нейтронов и теплоносителя в ядерных реакторах. В биологии, химии и гидрологии как изотопный индикатор. Часто тяжелая вода применяется как источник дейтерия, который в свою очередь, может применяться как ядерное топливо в энергетике, основанной на управляемом термоядерном синтезе. Для такого применения тяжелая вода должна иметь концентрацию дейтерия не менее 99,81 молярных %. В мире производство тяжелой воды составляет несколько тысяч тонн в год. В основном производится в Канаде, США, Индии и в Норвегии. Отмечается высокая стоимость производственной тяжелой воды (200-250 долларов за кг), поскольку ее производство очень энергоемко. Обычно получают тяжелую воду из обычной воды или водорода методами изотопного обмена воды и сероводорода, дистилляции водорода или многоступенчатого электролиза [7].

Тяжёлая вода и биологические процессы

Особенности химических свойств тяжелой воды проявляются в исследовании различных биологических процессов. Исследования разных ученых в разное время показали о негативном воздействии тяжелой воды на растительность и живые организмы. Отмечаются и случаи адаптации некоторых клеток бактерий, водорослей и растений к росту на тяжелой воде. Как правило, это живые организмы с более простой морфологией. Эти факты свидетельствуют о негативном воздействии тяжелой воды на живой организм. Необходимо отметить, что тяжелая вода токсична в слабой степени. Основное негативное воздействие происходит вследствие замедления химических реакций, проходящих в живых организмах с привычной скоростью, необходимой для нормальной жизнедеятельности [7].

Об этом свидетельствуют исследования российских ученых, показавших, что тяжелая вода тормозит рост бактерий, водорослей, высших растений и культуры тканей животных. В результате экспериментов, проведенных над млекопитающими (собаки, мыши, крысы), они обнаружили, что замещение 25 % водорода в тканях дейтерием приводит к стерильности, а иногда даже и необратимой [6].

Основные изменения в организме млекопитающих, подвергшихся эксперименту следующие: расстройство обмена веществ, разрушение почек. Значимую роль играет и продолжительность употребления тяжелой воды. Так, млекопитающие, которых поили тяжелой водой, в течение недели погибли, 50% воды в их

организме была заменена дейтерием. Более простые, такие как рыбы, беспозвоночные погибают лишь в 90 % дейтерировании воды в организме. Как уже говорилось ранее, простейшие способны адаптироваться, а некоторые способны и жить даже в чистой тяжелой воде [8]. Организм человека тоже может перенести без вреда небольшое количество тяжелой воды, употребленной один раз. Несколько стаканов выпитой человеком тяжелой воды будут выведены из организма через несколько дней.

Было исследовано воздействие так называемой «легкой воды» со сниженной концентрацией дейтерия до 50 %. В результате было установлено что «легкая вода» положительно воздействует на живой организм, способствуя увеличению биомассы, количества семян, ускорению развития половых органов [6].

Концентрации тяжелых изотопов (дейтерия и кислорода-18) в образцах воды из различных источников представлены в таблице в относительных единицах [3].

Таблица

Содержание дейтерия и кислорода-18 в образцах воды из различных источников

	Международный стандарт стабильных изотопов воды (МАГАТЭ)	Озеро Байкал	Городской водопровод, г. Москва	Каспийское море, р-н Актау	Средиземное море, р-н г. Ашкелон	Опресненная вода после установки г. Ашкелон	Вода из потребительского крана, г. Ашкелон
$\delta D, \text{‰}, \text{SMOW}$	0,00	-118	-90	-28	+5	+6	-27
$\delta^{18}\text{O}, \text{‰}, \text{SMOW}$	0,00	-15,7	-7,0	-4,8	+0,8	+0,8	-4,7

Тяжёлая вода и здоровье

Есть установленный факт, что изотоп дейтерия водопроводной воды негативно влияет на организм человека, повреждая гены, вызывая онкологические заболевания, и инициируя старение организма [10]. Поэтому, вода потребляемая населением с природным содержанием изотопов дейтерия вредна для здоровья, тем более если речь идет об опресненной морской воде, где изотопов дейтерия природно больше. К примеру, в 2006 г. в Израиле было окончено строительство одной из самых больших в мире опреснительных установок, и опресненная морская вода была введена в питьевой рацион населения г. Ашкелон.

Институтом экологии человека в Киеве было исследовано опресненная морская вода и сделано заключение: вода не пригодна для питьевого употребления и вредна для человека. Аналогичное исследование было проведено и институтом геологии в Москве, и сделаны следующие заключения:

- в результате опреснения воды в ее содержании не изменяется количество дейтерия, которое было до опреснения.

- содержания тяжелых изотопов Каспийского моря исследованного в районе г. Актау и в водопроводе г. Ашкелон одинаковы. Здесь необходимо учесть, что в Ашкелоне вода после опреснения разбавляется пресной водой.

- концентрация тяжёлых изотопов в ашкелонском водопроводе (после разбавления пресной водой) в 2 раза выше, чем в московском водопроводе и в 4 раза выше, чем в воде озера Байкал [5].

В г. Шевченко (сейчас Актау, Казахстан) в 1972 году были построены атомная электростанция и опреснительная установка на берегу Каспия. Через 15 лет после пуска установки и применения опресненной воды «возросло количество онкологических заболеваний, рождение мёртвых и неполноценных детей, другие тяжкие заболевания» [2]. Медики предупредили: к 2030 году каждый второй житель Актау будет онкологическим больным (в городе проживают 100 тыс. человек). В настоящее время опресненная вода там используется для коммунальных служб.

Врачами в Онкологических Центрах России, Украины и Венгрии в начале 90-х годов был сделан вывод, что уменьшение количества дейтерия на 10-35% в водопроводной воде, то есть на 0,015-0,045 г. в одном литре достаточно для лечения больных [10]. В 1993 г. были впервые опубликованы исследования венгерского микробиолога Г. Шомлаи, что вода с малым содержанием изотопов дейтерия (легкая вода) позволяет уменьшить концентрацию дейтерия в клетках организма и, тем самым, оздоровить организм, замедлить скорость размножения раковых клеток и даже остановить развитие рака [11]. Также опубликовали свои исследования по лечению онкологических больных обедненной дейтерием водой Московский научно-исследовательский онкологический институт им. П.А. Герцена и НИИ Канцерогенеза Российского Онкологического Научного центра им. Н.Н. Блохина. Они подтвердили, что уменьшение дейтерия в организме тормозит процессы размножения опухолевых клеток и рост опухолей, приводит к нормализации биохимических реакций, улучшению функционирования иммунной системы, подавляет метастазирование. Полное изъятие дейтерия из употребленной в пищу воды привело бы к ускорению обменных процессов в организме человека, а, следовательно, к увеличению его физической и интеллектуальной активности. Но существуют опасения, что полное изъятие из воды дейтерия приведет к сокращению общей длительности человеческой жизни [10].

Организм человека почти на 70% состоит из воды. И в этой воде 0,015% дейтерия. По количественному содержанию (в атомных процентах) он занимает 12-е место среди химических элементов, из которых состоит организм человека. В этом отношении его следует отнести к разряду микроэлементов. Содержание таких микроэлементов как медь, железо, цинк, молибден, марганец в нашем теле в десятки и сотни раз меньше, чем дейтерия. Что же случится, если удалить весь дейтерий? На этот вопрос науке еще предстоит ответить. Пока же

несомненным является тот факт, что, меняя количественное содержание дейтерия в растительном или животном организме, мы можем ускорять или замедлять ход жизненных процессов.

Литература

1. Бердышев Г.Д. Аквабиотика – наука о роли воды в жизненных процессах. – Киев, 2003. – 128 с.
2. Водоснабжение Израиля // Интернет издание isra.com, 2007 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.isra.com/news/86251> (дата обращения: 11.02.2014)
3. Ветштейн В. Еще раз о качестве питьевой воды. // Интернет издание ecoimper.net [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.ecoimper.net/articles/Shevchenko.htm> (дата обращения: 11.02.2014)
4. Киршенбаум И. Тяжелая вода. Физические свойства и методы анализа. – М., 1953. – 488 с.
5. Лихцер А. Опресненная морская питьевая вода – благо или страшная беда? Наука против Невежества // Интернет издание pensiaolim.org [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.pensiaolim.org/techno/Magazine/Lichzer.htm> (дата обращения: 11.02.2014)
6. Лобышев В.Н., Калининченко Л. П. Изотопные эффекты D₂O в биологических системах. – М.: Наука, 1978. – 215 с.
7. Мосин О.В. Всё о дейтерии и тяжелой воде. // Интернет издание voda.kmw.kz [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://voda.kmw.kz/PDF/1_tyajelaya_voda.pdf (дата обращения: 11.02.2014)
8. Мосин, О. В., Игнатов, И. Изотопные эффекты дейтерия в клетках бактерий и микроводорослей при росте на тяжелой воде (D₂O) // Вода: химия и экология. – М., 2012. – № 3. – С. 83-94.
9. Мэрфи Дж.М., Юри К.И., Киршенбаум И. Производство тяжелой воды. – М., 1961. – 518 с.
10. Сергеева Н.С. и др. Исследование влияния воды с пониженным содержанием дейтерия на рост опухолевых клеток человека в экспериментах in vitro // Материалы конференции «Новые биотехнологические и телемедицинские технологии XXI века». – Петрозаводск, 2003. – С. 68–72.
11. Somlyai G., Jancso G. et al. Naturally occurring deuterium is essential for the normal growth rate of cells // FEBS Letters, – 1993. – Vol. 317. – Iss. 1-2. – P. 1–4.

ХАРАКТЕР РАДИОАКТИВНОСТИ ПОЧВ КИТАЙСКОЙ ПРОВИНЦИИ ГУАНДУН И ПОЧВ ФРАНЦУЗСКОГО РЕГИОНА ОВЕРНЬ

А.Н. Злобина

Научный руководитель профессор Л.П. Рихванов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Характер радиоактивности в почвах изменяется от чисто-урановой ($U \gg Th$, что характерно для почв острова Ньюе) до смешанной уран-ториевой ($Th/U > 2,5$) и ториевой ($Th/U > 5$, как это имеет место в почвах провинции Гуандунг). Причиной формирования высоких концентраций естественных радиоактивных элементов в почвах, прежде всего, могут быть высокие концентрации этих компонентов в первичных почвообразующих породах, а также различные геологические процессы, приводящие к накоплению радиоактивных элементов, например, инсоляционные процессы накопления урана, а также техногенное загрязнение радиоактивными компонентами вокруг горно-перерабатывающих предприятий [2].

Целью данной работы является изучение природы высокой радиоактивности почвы южно-китайской провинции Гуандун и почвы французского региона Овернь (вблизи города Виши), а также их сравнительная геохимическая характеристика.

Предварительный гамма-спектрометрический анализ китайской почвы показал, что она характеризуется ториевой природой радиоактивности ($Th - 190$ Бк/кг; U (по Ra) – 120 Бк/кг; $K^{40} - 150$ Бк/кг).

Результаты ИНАА пробы китайской почвы показывает, что максимальное накопление радиоактивных элементов отмечается во фракции $-0,04$ и глинистой фракциях. При этом, максимум накопления U отмечается в тонкой песчаной фракции (22,7 г/т), а Th в глинистой фракции (110,4 г/т). Ториево-урановые отношения в них соответственно изменяются от 4,3 до 9. В тонкой песковой ($<0,04$) и глинистой ($<0,01$) фракциях происходит максимальное накопление редких земель, Та и ряда других элементов.

В связи с этим, дальнейшему более детальному анализу была подвергнута глинисто-илистая составляющая почвы. Глинистая фракция также была подвержена электронно-микроскопическому анализу, по данным которого во фракции были выявлены фосфаты тяжелых и легких редких земель, минералы монацита, а также торит и редкоземельная цериевая фаза с торием. Самым распространенными минералами являются оксиды железа и титана, соединения меди с цинком, циркон и барит. Также присутствуют микроминералы серебра с серой, возможно, сульфиды серебра, микроминеральные образования висмута и серы, диоксид циркония (бадделейд), медно-никелевые соединения.

Методом инструментального нейтронно-активационного анализа была исследована почва французского региона Овернь, который показал, что именно в тонкой песковой ($<0,04$) и ($<0,01$) фракциях происходит максимальное накопление редких земель и радиоактивных элементов, как и в случае с китайской почвой. Дальнейшим этапом было сравнение содержаний элементов в тонкодисперсных фракциях французской и китайской почв (рис. 1).

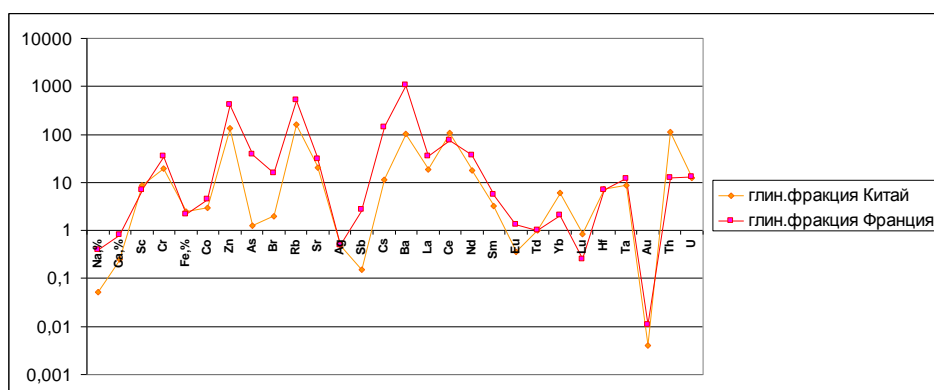


Рис. 1 Содержание химических элементов в глинистых фракциях почв региона Овернь и провинции Гуандун по данным ИНАА

Такое накопление элементов в тонких фракциях в обоих случаях объясняется аккумуляцией редких элементов новообразованными тонкодисперсными, в особенности глинистыми минералами, являющаяся типичным ионообменным процессом. В ионном обмене могут участвовать как изоморфные, так и сорбированные ионы [1].

Тонкодисперсная (глинистая) фракция была подвержена более детальному анализу. Для определения форм нахождения было проведено выщелачивание урана с помощью различных растворителей (углекислого аммония, азотной кислоты, воды). Также для выявления характера соединений извлекаемого урана была проведена серия опытов с добавлением перекиси водорода в углекислый аммоний на различных этапах выщелачивания. Пробы были изучены на анализаторе Флюорат 02-Панорама. Результаты опытов по извлечению урана показаны на графиках (рис. 2, 3).

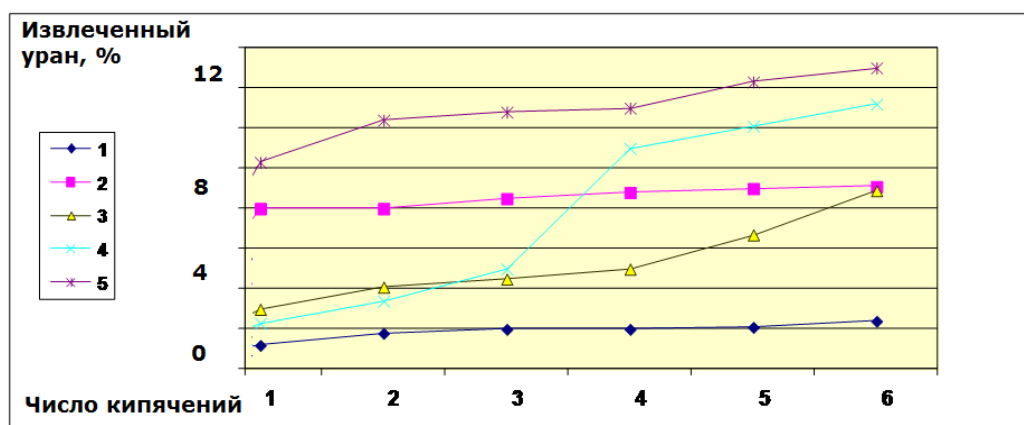


Рис. 2 График выщелачивания урана из глинистой фракции почв провинции Гуандун

Первая кривая на графике показывает, что в результате 6 кипячений с помощью воды (H₂O) было извлечено не более 2 % урана (относительно содержания урана в пробе по результатам ИНАА) в случае с китайской почвой. Выщелачивание при помощи азотной кислоты (HNO₃), показанное на 2 кривой, стало более результативным (7%).

Следующим этапом было выщелачивание с помощью раствора углекислого аммония (5%-ный раствор (NH₄)₂CO₃), который переводит в раствор, прежде всего, шестивалентный уран. Для извлечения четырехвалентного урана требуется его предварительно окисление, что осуществлялось путем добавления небольшого количества перекиси водорода (H₂O₂), которое проводилось на различных этапах выщелачивания. На 3 кривой наблюдается невысокое извлечение урана (около 6,8%), которое проводилось только с чистым раствором углекислого аммония. На 4 кривой на графике выщелачивания урана (рис. 2) можно наблюдать, что после трех кипячений с раствором аммония был добавлен раствор перекиси водорода, который значительно повысил процент выщелачивания. С добавлением перекиси водорода с самого начала кипячения (кривая 5) уже в результате 1 кипячения было извлечено около 10% урана.

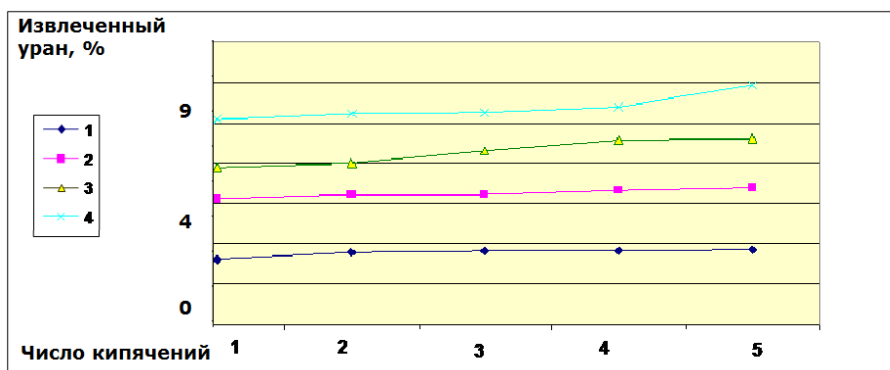


Рис. 3 График выщелачивания урана из глинистой фракции почв региона Овернь

Что касается почв региона Овернь, то самым результативным оказалось выщелачивание с помощью раствора аммония, в который был добавлен раствор перекиси водорода (9,5 %), это показывает 4 кривая на графике (рис. 3).

Таким образом, проведенные опыты по выщелачиванию урана из глинистой фракции показали, что часть урана находится в легкорастворимых соединениях и часть в тесной связи с глинистой составляющей в виде изоморфной примеси в аксессуарных минералах. В качестве рабочей гипотезы можно предположить, что в данном случае работает сорбционный механизм концентрирования U, Th, редких земель на каолинит-гипсбитовом коллоидном агрегате.

Главным отличием исследуемых почв является характер высокой радиоактивности: у почв провинции Гуандун – ториевая ($Th/U > 5$), а почвы г. Виши (Франция) обладают смешанной уран-ториевой ($Th/U > 2,5$) природой.

Литература

1. Бурков В.В. Литофильные редкие элементы в корках выветривания. – Москва, 1996. – 238 с.
2. Рихванов Л.П. Радиоактивные элементы в окружающей среде и проблемы радиозекологии: учебное пособие. – Томск, 1997. – 384 с.
3. Рихванов Л.П. Циркон-ильменитовые россыпные месторождения – как потенциальный источник развития Западно-Сибирского региона / Л.П. Рихванов, С.С. Кропанин, С.А. Бабенко и др. – Кемерово, 2001. – 214 с.
4. Eisenbud Merrill. Environmental radioactivity: from natural, industrial and military. – Academic Press, 1997. – 656 p.

НЕФТЕПРОДУКТЫ. ВНУТРИГODOVOЙ ХОД И МНОГОЛЕТНИЕ КОЛЕБАНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ НЕФТЕПРОДУКТОВ В РЕКАХ ТОМЬ И ОБЬ

А.Ю. Каминский

Научный руководитель профессор В.А. Земцов

Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия

Концентрации нефтепродуктов в незагрязненных прямыми сбросами водах средних и малых рек демонстрируют более или менее ярко выраженный сезонный ход [1]. В зимнюю межень, когда реки питаются практически исключительно подземными водами, содержание органических веществ, включая нефтепродукты, может быть относительно низким (но в исследуемом регионе – выше рыбохозяйственной ПДК (предельно допустимой концентрации)). Оно возрастает в период половодья, когда осуществляется массовый смыв органических и других веществ с поверхности речных бассейнов тальми (т.е. снеговыми и выпадающими на увлажненную поверхность дождевыми) водами. В летнюю межень, с переходом рек на подземное питание содержание нефтепродуктов в воде снова снижается, несколько увеличиваясь во время дождевых паводков. Сезонный ход может существенно нарушаться при поступлении нефтепродуктов в результате хозяйственной деятельности человека [2].

В докладе рассматриваются концентрации нефтепродуктов в воде крупных рек Томь у Томска и Обь у Колпашево за 2008–2013 гг., подверженных техногенному загрязнению. Цель работы – исследование влияния города на загрязнение речных вод нефтепродуктами и временную динамику содержания нефтепродуктов по материалам режимного мониторинга Томского ЦГМС. Для расчета использовалось по одному характерному значению измеренной концентрации отдельно в межень и в половодье за каждый год, а также в некоторых случаях – срочные концентрации.

Из представленных на рисунках 1 и 2 диаграмм видно, что концентрации нефтепродуктов во всех перечисленных реках преимущественно высокие, они превышают ПДК нефтепродуктов для рыбохозяйственных водоемов (ПДК = 0,05 мг/л). Отдельно регистрируются концентрации, превышающие 1 мг/л и более, которые, по-видимому, связаны с залповыми выбросами загрязняющих веществ (Обь–Колпашево в ноябре 2010 года, 6 мг/л).

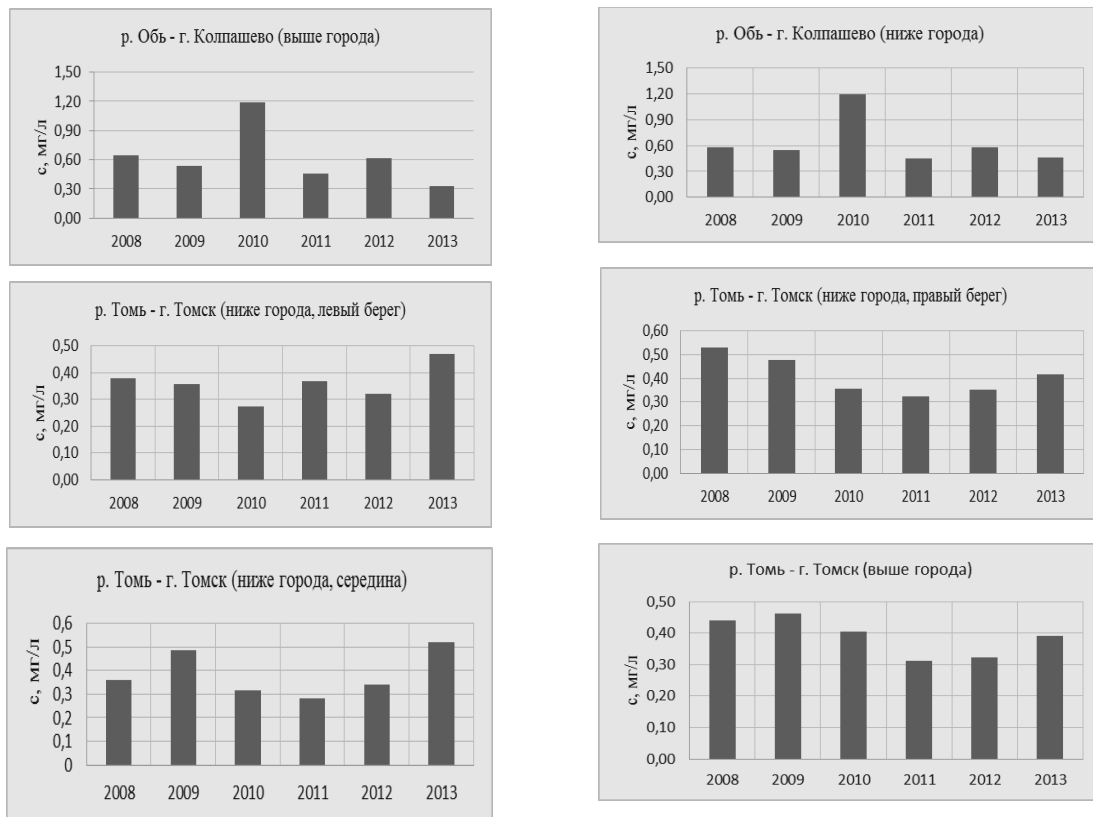


Рис. 1 Среднегодовые (рассчитанные по всем измерениям в течение года) концентрации нефтепродуктов с (в мг/л) в реках Обь и Томь. Все концентрации превышают ПДК

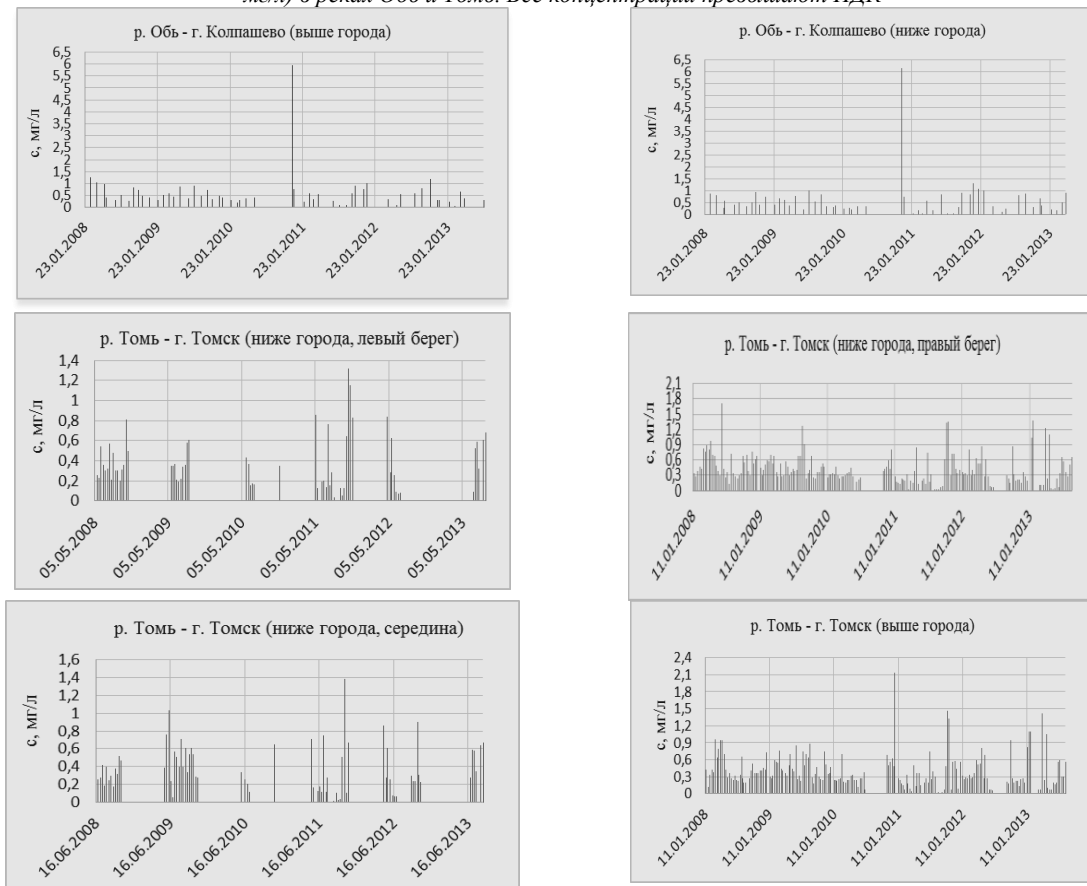


Рис. 2 Внутригодовой ход концентраций нефтепродуктов с (мг/л) в речной воде по разовым наблюдениям

На реках Томь и Обь в рассматриваемых створах практически во все сезоны года наблюдается высокое содержание нефтепродуктов, превышающее ПДК для рыбохозяйственных водоемов. Отдельные, резкие и кратковременные, повышения концентрации связаны, возможно, с залповым сбросом загрязняющих веществ. Залповые сбросы существенно увеличивают среднегодовые концентрации (Обь у Колпашево в 2010 г.).

Четких сезонных закономерностей распределения нефтепродуктов не выявляется, что свидетельствует о высокой степени загрязнения из техногенных источников, однако стандартные данные мониторинга по среднегодовым значениям не позволяют достоверно выявить влияние города на дополнительное загрязнение речной воды нефтепродуктами.

Литература

1. Земцов В.А., Крутовский А.О., Хасанов В.В., Кривошапко А.И. Экорегionalный подход к исследованию и управлению качеством речных вод // *Фундаментальные проблемы воды и водных ресурсов на рубеже третьего тысячелетия: материалы Международной научной конференции.* – Томск, 2000. – С. 114–118.
2. Справочник по гидрохимии – М.: Эколайн, 1998. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.ecoline.ru> (дата обращения: 24.02.2014).

ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЧВ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ ТОМСКОГО РАЙОНА

К.В. Клещёва

Научный руководитель доцент Л.В. Жорняк

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Высокие темпы развития общественного производства, рост народонаселения планеты, огромные масштабы потребления возобновимых и невозобновимых природных ресурсов определяют основные тесно связанные между собой факторы антропогенного воздействия на окружающую среду.

На Земле не остается территорий, которые в той или иной степени не подвергались бы антропогенному воздействию. Объемы и темпы техногенного загрязнения окружающей среды настолько возросли, что требуют все большего внимания ученых и общественности. Особую актуальность приобрела проблема загрязнения почв. Именно почвенный покров в конечном итоге принимает на себя давление потока промышленных и коммунальных выбросов и отходов, выполняя, роль буфера и детоксиканта.

Почвы, являясь длительными накопителями микроэлементов, поступающих из почвообразующих пород, атмосферных осадков, поливных вод, минеральных и органических удобрений, отходов промышленного производства и др., наиболее полно отражающими состояние природной среды [1].

Особенность Томского района заключается в том, что он является пригородным районом. Наиболее экологически напряженные секторы – северо-восточный и юго-западный, непосредственно прилегающие к г. Томску, и находящиеся в 30-километровой зоне влияния предприятий Сибирского химического комбината, где расположено более 80-ти населенных пунктов (в том числе города Томск и Северск). Основными источниками масштабного загрязнения различными элементами на территории района являются: Сибирский химический комбинат (СХК), Томский нефтехимический комбинат (ТНХК), агропромышленные комплексы (птицефабрики «Межениновская», «Туганская», свинокомплекс «Томский»), а также полигоны промышленных и бытовых отходов, золоотвалы, карьеры, очистные сооружения г. Томска и т.д. [2].

Цель исследования: определить уровни накопления химических элементов в почвах населенных пунктов на территории Томского района.

Задачи: 1) изучить геохимический состав почв 11 населенных пунктов, расположенных в разных направлениях от г. Томска; 2) оценить уровни накопления химических элементов в почвах и сравнить их с результатами ранее проведенных исследований.

Пробы почв отбирались в населенных пунктах Томского района (д. Чернышевка, д. Березкино, д. Поросино, с. Зоркальцево, с. Тимирязевское, п. Самусь, с. Петропавловка, д. Георгиевка, с. Наумовка, п. Светлый, п. Победа), расположенных на различном расстоянии от города в юго-западном и северо-восточном направлениях. Всего было отобрано 12 объединенных проб почв. Пробы отбирались из поверхностного слоя (0-10 см), предварительно очищенного от верхнего дернового слоя, специальной пробоотборной лопаткой, методом конверта. Масса объединенной пробы составляла не менее 1 кг. Обработка проб проводилась по стандартной схеме.

В процессе исследования проб было выполнено количественное определение элементов инструментальным нейтронно-активационным анализом (ядерно-геохимическая лаборатория кафедры геоэкологии и геохимии).

Полученные результаты сравнивались с фоновыми концентрациями (использовались данные исследований почв заказника «Томский» (по Е.Г. Языкову, 2006), средними значениями содержаний элементов в почвах г. Томска [4] и кларком по Тейлору [5].

Содержания химических элементов в почвах населенных пунктов Томского района приведены в таблице.

Таблица

Содержание химических элементов в почвах населенных пунктов Томского района, мг/кг

Эл-ты	Поб	Ч	Б	Пор	З	Тим	С	П	Г	Н	Св	Т [4]	Фон*	кларк в з.к. [5]
Na, %	0,9	1,1	1,1	1,3	1,2	0,9	1,1	1,2	0,9	1,3	0,5	1,1	0,46	2,36
Ca, %	0,5	1,3	1,5	1,5	1,3	0,7	1	1,1	0,9	1,4	0,7	1,4	0,43	4,15
Sc	3,2	9,6	12,2	11,5	11	3,6	5,2	7,2	4,7	11,4	3,6	11,3	8,3	22
Cr	83,9	151	106	136	110	215	81,5	109	118	120	181	104	43,2	100
Fe, %	0,9	2,5	3,3	2,9	2,8	1,2	1,4	1,9	1,3	2,9	1	3,2	1,3	5,63
Co	2,9	11,2	14,7	14,3	13,6	3,7	5,1	8,4	5,9	14,9	5,1	14,4	6,5	25
Zn	16,9	58,6	50,2	64,7	55,4	31	25,4	38,6	21,8	50,7	49,1	н.д.	н.д.	70
As	1,4	4,0	9	8	4,5	2,5	2,6	4,2	1,7	5,5	3	0,4	4	1,8
Nd	9,6	18,1	31,7	28,2	19,9	10,5	14	21	12,4	13,3	13,3	н.д.	н.д.	28
Br	1,3	16,4	19,5	22,3	18,1	4,9	5,1	0,5	0,5	10,5	1,6	1,2	2,93	2,1
Rb	46,5	68,8	67,5	75,3	64,2	50,9	48,6	49,5	42,4	73,2	35,7	76,7	17,2	90
Sr	85	127	56	118	69	55	111	160	97	73	83,5	67,3	164	375
Sb	0,3	1	0,9	0,8	0,7	0,7	0,6	0,7	0,2	0,7	0,6	1,6	0,3	0,2
Cs	1,3	2,7	3,8	3,2	2,7	1,4	1,2	1,8	1,2	2,7	1	3,6	1,25	3
Ba	223	318	328	412	373	198	251	300	259	343	249	550	124	425
La	8,6	23,2	28,1	28,7	26,1	9,6	13,2	19,1	12,1	26,9	11	25,7	17,3	30
Hf	2,8	6	6,6	7,1	6,5	3,2	4,7	4,9	4,7	7,7	3,5	6,6	3,8	3
Ta	0,3	0,79	0,88	0,85	0,69	0,26	0,68	0,51	0,39	0,97	0,37	0,85	0,16	2
Ce	22,9	54,6	65,9	67,1	60,5	27,5	37,2	50,7	33,9	64,7	32,2	58,6	33,4	60
Sm	1,6	4,4	5	5,4	4,5	1,9	2,5	3,4	2,1	4,8	2	5,7	3,9	6
Eu	0,3	0,8	1,1	1	1,2	0,4	0,5	0,6	0,4	0,9	0,4	1,3	1,4	1,2
Tb	0,18	0,86	0,82	0,90	0,75	0,23	0,35	0,60	0,37	0,61	0,35	1	0,13	0,9
Yb	1,1	2,3	3	3	2,7	1,3	1,8	2,1	1,7	3	1,2	2,7	0,9	3
Lu	0,14	0,34	0,44	0,43	0,39	0,16	0,22	0,26	0,21	0,45	0,15	0,4	0,16	0,5
Th	2,4	6,5	7,8	8,3	7,1	2,6	3,5	5,5	3,4	7,7	3,4	7,5	3,7	9,6
U	0,8	2	2,3	3,1	2,4	1,1	1,5	1,9	1,5	2,6	1,2	2,4	0,5	2,7
Th/U	3,2	3,2	3,4	2,7	2,9	2,4	2,3	3	2,4	3	2,7	3,1	7,4	3,5
(La+Ce)/ (Yb+Lu)	26,3	29,5	27,2	28,1	27,7	26,2	24,8	29,3	24,6	26,5	31,3	27,4	47,8	25,7

Примечание: Поб – п. Победа, Ч – д. Чернышевка, Б – д. Березкино, Пор – д. Поросино, З – с. Зоркальцево, Тим – с. Тимирязевское, С – п. Самусь, П – с. Петропавловка, Г – д. Георгиевка, Н – с. Наумовка, Св – п. Светлый; Т – г. Томск [4]; н.д. – нет данных; жирным шрифтом выделены максимальные концентрации элементов в почвах населенных пунктов; * – фон по данным Е.Г. Язикова (2006 г.).

По сравнению с фоновыми данными, в почвах изученных населенных пунктов, происходит накопление практически всех элементов, кроме Sr и Eu, максимальные превышения над фоновыми значениями (примерно в 2–3 и более раз) наблюдаются по Cr, Ba, Вг и Rb. Более высокие относительно фона содержания в почве Co, Cs и Ce отмечаются в почвах населенных пунктов: д. Чернышевка, д. Березкино, д. Поросино, с. Тимирязевское, с. Наумовка.

По отношению к кларковым значениям по Taylor (1964) в почвах населенных Томского района наблюдается превышение уровней накопления Cr, As, Sb и Hf, за исключением почв, отобранных в п. Победа.

Сравнительный анализ содержаний рассматриваемых элементов в почвах населенных пунктов Томского района со средними их содержаниями в почвах г. Томска показал более высокие уровни накопления Cr, As и Sr в изученных пробах почвах, что, скорее всего, связано с естественными причинами, обусловленными особенностями почвообразующих пород данной территории.

При сравнении с ранее проведенными исследованиями, содержания элементов в почвах изученных населенных пунктов относительно фоновых значений остались на прежнем уровне, однако стоит отметить в пробах почв д. Березкино концентрация Sb уменьшилась, с. Зоркальцево – Ba и Вг. Также наблюдается снижение концентраций практически всех редких, редкоземельных и радиоактивных элементов, относительно ранее проведенных исследований: в пробах почв п. Светлый (Rb, Hf, Sm, Eu, La, Yb и Th), с. Зоркальцево (Cs, Ta, Sc, Tb, U, Th), с. Петропавловка (Sr) и д. Поросино (Lu). Увеличение концентрации элементов стоит выделить в пробах почв с. Наумовка (Co), п. Светлый (Cr), д. Березкино (Th).

Таким образом, в почвах населенных пунктах Томского района уровни накопления изученных элементов превышают фоновые содержания в среднем в 1,4–5 раз. Характерными элементами являются Cr, Ba, Rb, Co, Вг, Cs и Ce.

Литература

1. Саев Ю.Е. Геохимия окружающей среды / Ю.Е. Саев, Е.Л. Янин и др. – М.: Недра, 1990. – 335 с.
2. Эколого-геохимические особенности природных сред Томского района и заболеваемость населения / под ред. А.Г. Бакирова. – Томск: Курсив, 2006. – 216 с.
3. Язиков Е.Г. Экогеохимия урбанизированных территорий юга Западной Сибири: дис. ... докт. геол.-мин. наук. – Томск, 2006. – 423 с.
4. Язиков Е.Г. Оценка эколого-геохимического состояния территории г. Томска по данным изучения пылеаэрозолей и почв / Е.Г. Язиков, А.В. Таловская, Л.В. Жорняк. – Томск: ТПУ, 2010. – 243 с.
5. Taylor S. R., Abundance of chemical elements in the continental crust: a new table // *Geochimica et Cosmochimica Acta.* – 1964. – V. 28. – P. 1273–1285.

**ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ УГРОЗЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ТЕХНОГЕННЫХ РИСКОВ НА
ХВОСТОХРАНИЛИЩАХ АК-ТЮЗ (ЧУЙСКАЯ ДОЛИНА, РЕСПУБЛИКА КЫРГЫЗСТАН).**

Д.П. Клименко

Научный руководитель доцент Л.Э. Оролбаева

**Институт горного дела и горных технологий при Кыргызском государственном
техническом университете им. Раззакова, г. Бишкек, Кыргызская республика**

Месторождение Ак-Тюз, расположенное в Чуйской долине Республики Кыргызстан, было открыто во время Второй мировой войны (1942 г.) в целях извлечения свинца для нужд военной промышленности. Обогажительная фабрика Ак-Тюз работала с 1942 по 1993 годы. В процессе этой деятельности появились 4 хвостохранилища, занимающие территорию около 56 гектаров с расчетным объемом 4.17 млн. м³. Хвостохранилища расположены на пересеченной гористой местности, среди чрезвычайно наклонных, глубоких ущелий, возвышающихся над рекой Кичи-Кемин.

В соответствии с резко выраженными топографическими особенностями района, территория подвергается сильным смывам поверхностными водами, особенно в весеннее время. Следовательно, высока вероятность возникновения эрозии и огромный ущерб на месторождениях очевиден.

Серьезную угрозу долгосрочной стабильности территорий представляет сейсмическая активность. Некоторые из сильнейших землетрясений в центральной Азии фиксировались в данной местности. Дамбы, сдерживающие отходы, обладают уже очень слабой защитной функцией.

Уже обнаруживались радионуклиды, просочившиеся до уровня грунтовых вод и перемещающиеся с движением поверхностных и грунтовых вод. Сухие отвалы отходов эродированы ветром; радиоактивные частицы перемещаются на более обширные территории. Гористая физиономичность местности подвергает хвостохранилища всем видам сильных эрозий. Кроме того, материалы с хвостохранилищ используются в некоторых населенных пунктах как строительный материал.

В декабре 1964 г. из-за землетрясения была разрушена сдерживающая дамба хвостохранилища №2. Около 600 тыс. м³ токсичных и радиоактивных отходов было выброшено в реку Кичи-Кемин, которая впадает в реку Чу, главную реку региона, пересекающую границу соседнего Казахстана. Спустя 50 лет после выброса паводковых вод в Кичи-Кемин, сельскохозяйственные территории в 10км ниже по течению все еще заражены торием и солями тяжелых металлов. Когда-то созданная инфраструктура предостережения и защиты местного населения практически не функционирует. В настоящее время не осуществляются попытки повседневного координированного мониторинга и обслуживания.

Рудный концентрат тория находится на поверхности хвостохранилища №1 и имеет повышенный риск попадания в реку Кичи-Кемин. Повтор аварии 1964г. на хвостохранилище №2 имеет очень большую вероятность. Даже без аварийного выброса в реку, есть постоянная угроза утечки радиоактивных веществ в почву, до уровня грунтовых вод, перенос ветром радиоактивной пыли.

Ввиду трансграничной локализации, любая авария повлечет распространение загрязняющих веществ на территорию соседнего Казахстана. Таким образом, Ак-Тюз является крайне щепетильной проблемой для Кыргызстана.

В процессе проведения исследований были выявлены следующие техногенные риски:

Деформации и прорывы плотин хвостохранилищ. Рудный район Ак-Тюз расположен в высокогорной местности, с высокой динамической силой рельефа. Хвостохранилища строились недалеко от обогажительного комплекса, в относительно узких боковых долинах (помимо хвостохранилища № 1). Вся область известна повышенным риском появления землетрясений, которые могут стать импульсом (триггером) для возникновения оползней нестабильных горных склонов, а также для возникновения каменисто-грязевых селевых потоков. Указанные факторы, совместно с экстремальными погодными условиями отрицательно действуют на стабильность дамб хвостохранилищ. Со времени завершения добычи в середине 90-х годов, на хвостохранилищах не проводился мониторинг технического состояния дамб и компонентов окружающей среды, не было систематической работы по уходу за хвостохранилищами.

Хвостохранилища подвергаются водной эрозии, которая нарушает дамбы эрозионными канавами различного размера. В дамбах могут возникать ослабленные зоны, которые становятся путями прохождения для просачивающейся воды. В процессе наполнения хвостохранилищ водой (как правило, в периоде таяния снега и проливных дождей), хранимые шламы обводняются и оказывают повышенное давление на плотину. Такое положение возникло на хвостохранилище № 2 в 1964 г., когда произошел прорыв плотины, и в долину р. Кичи-Кемин было вынесено 780000 м³ радиоактивных шламов с высоким содержанием тяжелых металлов, которые

примерно после 40 км пути дошли до территории Казахстана и во всей долине вызвали экологическую катастрофу.

Риск пылеуноса. Поверхность хвостохранилищ на большой площади не покрыта защитным слоем инертного материала. В случае сухой погоды и сильного ветра наблюдается подъем тонких гранулометрических фракций хранимых шламов и их рассеяние в окрестностях, на которых они вторично осаждаются. Тонкие частицы радиоактивной пыли могут таким образом попадать в дыхательные пути человека (и животных) и вызывать серьезную угрозу здоровью. На основании интерпретации результатов металлотрии почвы, значительное влияние пылеуноса предполагается в с. Ак-Тюз.

Опасность ионизирующего излучения. Естественная радиоактивность включает α -, β - и γ -активность. Альфа- и бета-частицы попадают в организм в результате приема пищи и дыхания, вызывая повреждение клеток и тканей. γ -активность - это излучение с короткой длиной волны, которое в высоких моментальных дозах вызывает лучевую болезнь. В случае долгосрочного попадания повышенной радиации сильно возрастает риск возникновения раковых заболеваний. Поэтому повышенная гамма-активность в окружающей среде сверх лимита уже по своей сущности представляет для человека серьезную опасность здоровью.

Естественная радиоактивность в рудном районе Ак-Тюз (помимо всюду присутствующего радиоактивного калия ^{40}K) вызвана главным образом радионуклидом ^{232}Th . В намного меньшем количестве обнаружен ^{238}U , который на месторождении не представлен ни одним самостоятельным минералом. Максимальный риск гамма-излучения встречается на хвостохранилище № 1, где радиоактивность составляет 1500-3000 $\mu\text{P}/\text{час}$, а на некоторых отдельных участках и более.

С опасностью действия ионизированного излучения связан **риск газовых эманацій.** Радиоактивные газовые эманації являются продуктом естественного разложения радионуклидов. С точки зрения вреда здоровью выделен ^{222}Rn , который после вдыхания сам по себе не очень опасен, но более опасными являются дочерние продукты разложения радона, которые могут вызывать рак легких. Опасные эффекты действия радона повышаются в плохо проветриваемых помещениях. В случае, когда при строительстве жилого дома был использован радиоактивный материал (например, загрязненный песок из р. Кичи-Кемин), риск возникновения газовых эманацій возрастает. Известно, что местное население время от времени ведёт кустарную добычу песка и шлама из существующих хвостохранилищ.

Миграции загрязнителей в различные компоненты окружающей среды. Речные осадки являются чувствительным индикатором загрязнения окружающей среды. Тяжелые металлы связываются силами адсорбции главным образом с органическим и илистым материалом осадков. В ходе изменения физико-химических условий (рН, Eh) они попадают в воду, загрязняют ее и мигрируют на относительно большие расстояния. Результаты анализов демонстрируют, что загрязнение речных осадков характеризуется пестрой ассоциацией элементов (Th, Be, Sn, W, Zr, La, Y, Pb, Zn, Cu, Cd, Mo, Sb, As и др.), из числа которых большинство являются элементами токсическими.

Переход загрязнителей в воду. Выявлен риск перехода тяжелых металлов в воду в обводненных горизонтах на хвостохранилищах, откуда они просачиваются в окружающую среду. Систематический мониторинг состояния подземных и поверхностных вод не проводится.

Миграции загрязнителей в растения. Результаты анализов показали, что тяжелые металлы накапливаются в травянистой растительности на хвостохранилищах и в пойме реки, в сельскохозяйственных посевах. Самыми опасными загрязнителями являются Pb и Cd, которые многократно превышают предельно допустимые лимиты для продуктов питания. Целая гамма элементов превышает лимиты суточной дозы приема (помимо Pb и Cd также Cu, Zn, Co, Mn, As, Sr, Sb, Ba, V, Nb).

Попадание загрязнителей в пищевую цепь и связанные с этим риски угрозы здоровью населения очень высоки. Человек питается сельскохозяйственными продуктами, выращиваемыми и производимыми на загрязненной территории, в которых распространены сверхлимитные концентрации токсических элементов.

Второстепенную роль играют естественные **геофакторы риска для окружающей среды.** В верховьях реки Кичи-Кемин, выше с. Ак-Тюз таким фактором, представляющим риск для окружающей среды, являются содержание Sb и As в речных осадках. Источником настоящих естественных загрязнений можно с большой вероятностью считать многочисленные проявления Au-минерализации, которая на данной территории встречается в ассоциации с Sb и As.

ТОКСИЧНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ-ПРИМЕСИ В УГЛЯХ МЕСТОРОЖДЕНИЯ «МАЗИНО» (ТАБАССКИЙ УГОЛЬНЫЙ БАСЕЙН, ИРАН)

О.С. Козырева, Д.В. Климов

Научный руководитель ассистент В.И. Рыбалко

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В последние годы в Исламской Республике Иран наметился рост добычи и потребления углей. Несмотря на это работы по оценке их экологической безопасности практически не проводились до настоящего времени. В ближайшее время в районе Табасского угольного бассейна планируется строительство ТЭС, основным энергетическим источником для которой будут служить угли крупнейшего месторождения Табасского бассейна – Мазино. Цель настоящей работы – оценить содержания токсичных и радиоактивных (U, Th) элементов-примесей в углях и дать прогноз загрязнения окружающей среды.

Месторождение Мазино находится в Табасском угольном бассейне Ирана. Угленосная толща представлена чередованием сероцветных песчаников, алевролитов, аргиллитов, углистых пород и пластов углей триас-юрского возраста [1]. Угли метаморфизованы до стадии антрацитов, пласты маломощные 1-2 м. Сотрудниками кафедры геоэкологии и геохимии (ГЭГХ) Института природных ресурсов ТПУ было проведено геохимическое опробование угольных пластов месторождения Мазино. Было отобрано 38 проб углей и углевещающих пород и опробовано 4 угольных пласта (табл.). В качестве основных методов исследований выступали инструментальный нейтронный активационный анализ (ИНАА) и атомно-абсорбционный спектральный анализ. Оба вида анализов выполнялись на кафедре ГЭГХ ТПУ. Метод ИНАА позволяет определить концентрации 29 элементов. Образцы на ядерном реакторе облучаются потоком тепловых нейтронов, в результате чего образуются элементы с радиоактивными изотопами. Затем производится измерение на германиевых детекторах. Атомно-адсорбционным спектральным анализом производилась оценка содержания ртути. Метод атомно-абсорбционного анализа (ААА) основан на резонансном поглощении света свободными атомами, возникающем при пропускании пучка света через слой атомного пара. Селективно поглощая свет на частоте резонансного перехода, атомы переходят из основного состояния в возбужденное.

Таблица

Среднее содержание токсичных элементов примесей в углях месторождения Мазино, г/т

Номер пласта	Мощность, м	Hg*	As	Sb	Cr	Co	U	Th	Se
A ₁	1,7	134,1	3,8	0,3	44,8	5,3	0,8	5,9	0,9
A ₂	0,65	190,8	4,3	1,3	52,4	5,3	1,1	6,3	0,3
A ₄	1,95	153,1	1,5	0,2	37,9	3,9	1,1	5,3	1,5
A ₅	1,55	589,9	5,7	0,3	46,7	15,4	1,1	6,0	0,4
Среднее содержание в месторождении		267,5	3,6	0,4	43,9	7,5	1,0	5,8	0,9
Угольный кларк [3]		100	9	1	17	6	1,9	3,1	1,4
Порог токсичности для углей [2]		1000	300	6	100	100	н.д.	н.д.	1000

* – в мг/т; н.д. – нет данных

Результаты исследований показали, что в целом угли месторождения Мазино обогащены Hg, Cr, Co и Th по сравнению со средними значениями для углей мира, но не превышают порог токсичности для углей. В отдельных пробах отмечаются концентрации хрома, достигающие 170 г/т и, соответственно, превышающие порог токсичности более чем в 1,5 раза. Обнаруженные аномалии носят локальный характер и не создают серьезных экологических проблем, однако требуют систематического эколого-геохимического контроля углей. Таким образом, угли месторождения могут использоваться на ТЭС, строительство которой планируется в районе г. Табас.

Литература

1. Геология и полезные ископаемые зарубежных стран. Вып.1. Минерально-сырьевая база Ирана (твердые полезные ископаемые) / под ред. В.П. Орлова. – М.– СПб., 1993. – 300 с.
2. Ценные и токсичные элементы в товарных углях России: Справочник. – М.: Недра, 1996. – 238 с.
3. Ketris M.P., Yudovich Ya.E. Estimations of Clarkes for Carbonaceous biolithes: World averages for trace element contents in black shales and coals // Int. J. Coal Geol. – 2009. – V. 78. – P. 135–148.

ЛАНДШАФТНЫЙ КАРКАС ЛОКАЛЬНОЙ ЭКОСЕТИ ХРИСТИНОВСКОГО РАЙОНА (ЧЕРКАССКАЯ ОБЛАСТЬ, УКРАИНА)

С.Н. Конякин¹

Научный руководитель доцент А.Е. Гончаренко²

¹Одесский государственный экологический университет, г. Одесса, Украина

²Уманский государственный педагогический университет им. Павла Тычины, г. Умань, Украина

Христиновский район Черкасской области (площадь 6,3 тыс. км²) характеризуется древнеосвоением ландшафтных комплексов и требует охраны и защиты природных, квазиприродных ландшафтов, ареалов и локалитетов биоты раритетных видов, типичных и редких фитоценозов путем оптимизации особо охраняемых природных территорий, что имеет важное значение при проектировании ландшафтно-экосреднего каркаса локальной экосети региона исследования.

Объекты исследования – лесостепные наземные равнинные ландшафты в сочетании с наземно-аквальными ландшафтными комплексами, природоохранные территории Христиновского района Черкасской области. Предметом исследования является ландшафтоведческие и биогеографические основы формирования и развития структурных элементов локальной экосети региона исследования. В ходе обработки и анализа

исходных материалов были использованы *научные методы*: систематизации, полевой, камеральный, картографический, статистический, ландшафтоведческий, аналитический.

Методология разработки и внедрения пространственных составляющих экосети на местном уровне базируется на системном подходе, когда природные ландшафты и общество рассматриваются как открытые саморегулирующиеся системы, которые взаимодействуют между собой. Методика обоснования локальной экосети административного района базируется на естественно-географических исследованиях и крупномасштабном картографировании ландшафтных комплексов, микроячеек биоты, почв, растительности, животных, что дает возможность установить геопространственную структуру, основные свойства и ресурсы ландшафтных комплексов данного региона. В зависимости от зонально-биотических, а зонально-геоматических, геохимических, антропогенных критериев ландшафтной репрезентативности, функциональных свойств и природного потенциала ландшафтов и их компонентов, с использованием бассейнового и биоцентрично-сетевых подходов, а также в соответствии с созоологическими критериями проектируется оптимальная структура экосети локального уровня. Это создает условия для экосистемного равновесия фоновых ландшафтов.

Поверхность территории – повышенная пологоволнистая лессовая равнина, которая расчлененная проходными и каньоноподобными долинами, оврагами и балками. По состоянию на 01.01.2013 г. особо охраняемые природные территории (ООПТ) Христиновского района включают 7 заповедных объектов площадью 281,5 га, или 0,4 % от общей площади района (табл.). Низкий показатель заповедности обусловлен тем, что большинство ООПТ имеют незначительную площадь (6,0-20,0 га), а также высокую трансформированность ландшафтных комплексов: 82 % площади района – сельхозугодья. Значение индекса инсультризованности региона составляет 0,65, что свидетельствует о несовершенстве и малоэффективности территориальной организации имеющейся сети ООПТ.

Таблица

Структура особо охраняемых природных территорий Христиновского района

Категория	Количество	Площадь, га	Доля, %
Заказники	6	210,9	74,9
Парки-памятники садово-паркового искусства	3	70,6	25,0
Вместе	14	281,5	100

Фрагменты степных ландшафтных комплексов, которые сохранились на крутых склонах овражно-балочной системы с наличием редких степных фитоценозов охраняются в ботаническом заказнике «Великосевастьяновские яры». Охрана наземно-аквальных ландшафтов (болотных, луговых) с различными орнитофаунистическими комплексами представлены в ботанических заказниках Красноставский, «Каменный овраг». Насекомые-энтомофаги имеются в энтомологическом заказнике Орадовский. Коллекция древесных и кустарниковых насаждений представляют Синицкий, Шельпаховский, Ягубецкий парки-памятники садово-паркового искусства. Комплексная характеристика ландшафтной и фитоценотической репрезентативности современных и проектированных ООПТ посвящены труды [2, 3].

Геопространственная схема локальной экосети Христиновского района (рис.) является полной и содержит: двое ландшафтных екоядер локального уровня, 15 ландшафтных экокоридоров (из них 1 – национального, 14 – локального значения 1-4 порядков) и их буферные зоны [1]. Екоядра представляют ландшафтное и биотическое разнообразие 2 ландшафтных районов. Общая площадь экосети региона составляет 9,7 тыс. га, доля экосети к площади района – 15,48 %, доля заповедных объектов от площади экосети – 2,8 %, что можно принимать как свидетельство неоптимальной ландшафтной структуры региона.

Перспективы развития экосети Христиновского района. Осуществить оптимизацию природно-заповедного фонда к 3 % в сторону увеличения ООПТ в долинах рек Сороки, Удича, Теолина, малых водотоков, с привлечением сенокосов, пастбищ, прудов и карьеров, заполненных водой, лесных биоценозов государственного предприятия «Уманское лесное хозяйство» и других ценных природных ресурсов; разработка природоохранных мероприятий по улучшению функционирования структурных элементов экосети в условиях длительных воздействий хозяйственной деятельности региона исследования и прогнозирования развития таких мероприятий.

Литература

1. Конякин С.Н. Географические основы формирования и развития экосети Черкасской области / С.Н. Конякин, В.М. Пашенко // Геология, география и глобальная энергия. Серия: география – Астрахань, 2014. – № 1 (51). – С. 10–20.
2. Природоохоронний потенціал ландшафтних екосистем Центрального Побужжя / С.В. Совгіра та ін. – К.: Науковий світ, 2012. – 200 с.
3. Совгіра С.В. Урочище «Ракова Левада» – перспективна природоохоронна територія Христинівського району Черкаської області / С.В. Совгіра, Г.Є. Гончаренко, Р.В. Подзерей // Інформаційний банк і бази даних у підготовці майбутнього вчителя географії: Матеріали Всеукр. Інтернет-конф., м. Умань, 5.04.2013 р. – Умань: ФОП Жовтий О.О., 2013. – С 81–84.

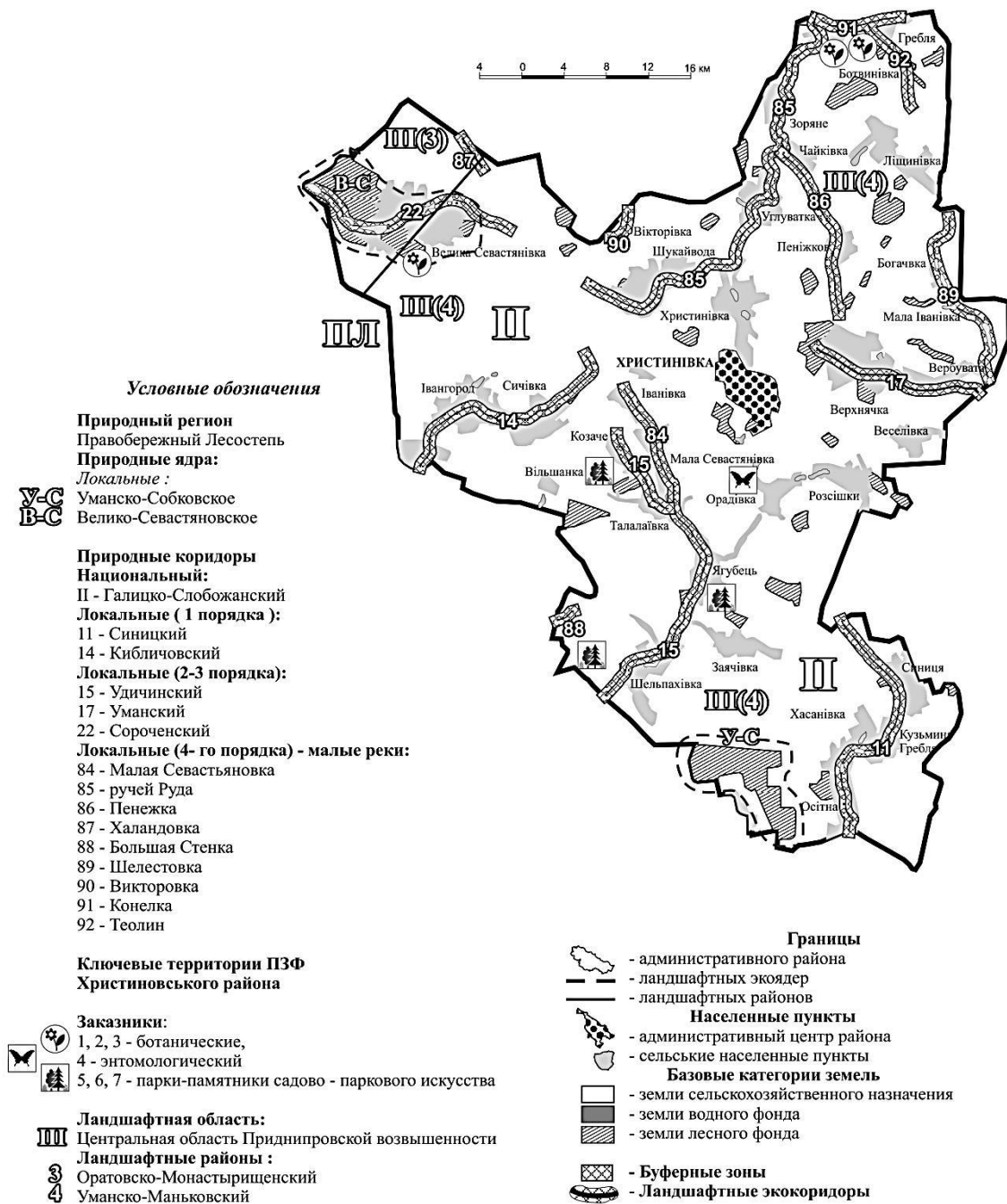


Рис. Геопространственное расположение структурных элементов экосети Христиновского региона

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ ТЕРМОКАРСТОВЫХ ОЗЕР ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ ЧУЙСКОЙ КОТЛОВИНЫ

Е.Д. Корф

Научный руководитель доцент П.С. Бородавко

Институт мониторинга климатических и экологических систем Сибирского отделения Российской академии наук, г. Томск, Россия

Термокарстовые озера – это криогенная форма рельефа, образующаяся на территории с распространением вечной мерзлоты – в криолитозоне [3]. Образование термокарстовых озер связано с таянием подземных льдов и последующей просадкой земли, таким образом, образуются котловины, которые, как правило, заполнены водой. Термокарстовые озера образуются только на равнинной территории, на которой сток поверхностных вод затруднен. Также, необходимым условием развития термокарста является высокая льдистость пород, которая превышает их влагоемкость. Когда глубина сезонного или многолетнего оттаивания

пород превышает глубину залегания вечной мерзлоты, происходит развитие термокарста. Кроме того, для развития озерных ландшафтов необходимо отсутствие благоприятных условий для дренажа и выноса рыхлого материала.

Чуйская котловина расположена на территории Юго-Восточного Алтая и является территорией сплошного распространения вечной мерзлоты. Рельеф Чуйской впадины представлен блюдцевидной полого-вдавленной равниной, разделенной ручьями и реками на водораздельные холмы с наличием озерных понижений. Чуйская котловина – самая большая депрессия Алтая.

Климат Чуйской котловины является экстремально-аридным, резко-континентальным и характеризуется малым количеством осадков и низкими температурами, по многим показателям климат Чуйской степи похож на экстроконтинентальный климат пустынно-степных котловин, расположенных в Северо-Западной Монголии.

Чуйская котловина – зона сплошного распространения вечной мерзлоты, криогенные формы рельефа широко распространены на территории котловины [1].

Нами, были исследованы термокарстовые озера центральной части Чуйской степи. Площадь исследуемой территории 135 км². Озера на данном участке располагаются на высоте от 1737 до 1850 м. Показатель исследования динамики термокарстовых озер – площадь их акватории, метод определения площади акватории термокарстовых озер – анализ разновременных космических снимков за 1968 и 2013 годы [4, 5]. Привязка снимков к географической системе координат была выполнена в программном пакете Global Mapper v12.00. Дешифрирование термокарстовых озер на снимках и определение их площади было выполнено в программном пакете Microdem/TerrabaseII V.12.0.

Суммарная площадь 75 откартированных озер за 1968 год составляет 6,27 км² (рис. 1), однако, за 2013 год суммарная площадь озер составляет 4,47 км² (рис. 2). Таким образом, площадь суммарная площадь термокарстовых озер центральной части Чуйской степи за 45 лет уменьшилась на 28,7 %, при этом отмечено как исчезновение некоторых небольших озер, так и образование новых озер и увеличение их общего количества. Так, на снимке за 2013 год дешифрировано 94 озера.

Причины уменьшения суммарной площади термокарстовых озер в центральной части Чуйской котловины могут быть следующими:

1. Потепление климата.

По данным Кош-Агачской метеостанции средняя температура в зимний период года за последние 40 лет выше средней многолетней на 3,3 °С, при этом общее количество осадков уменьшается. Отклонения средней сезонной температуры от средней многолетней положительны во все годы последнего десятилетия, но колеблется от 0,7 до 4,1°С [8]. В тоже время общее годовое количество осадков уменьшилось на 11 мм в среднем, при этом в июле количество осадков обычно превышает норму, а в зимние месяцы осадки нередко отсутствуют. Потепление климата способствует увеличению температуры почвы и увеличению сезонного оттаивания. По данным [3], температура поверхности почвы, а также температура почвы на глубине 20–160 см и на глубине 320 см не имеет отрицательных трендов. В связи с этим, уменьшается прочность многолетнемерзлых пород, что и приводит к уменьшению площадей термокарстовых озер или к их полному исчезновению.

2. Сейсмогенные факторы.

Согласно исследованиям [7], Чуйское землетрясение, произошедшее в 2003 году, могло повлиять на режим подземных вод, и способствовать разжижению грунтов с массовыми извержениями водонасыщенных масс и воды. При прохождении сейсмических волн деформируются породы, увеличивается их проницаемость и фильтрационные свойства [6].

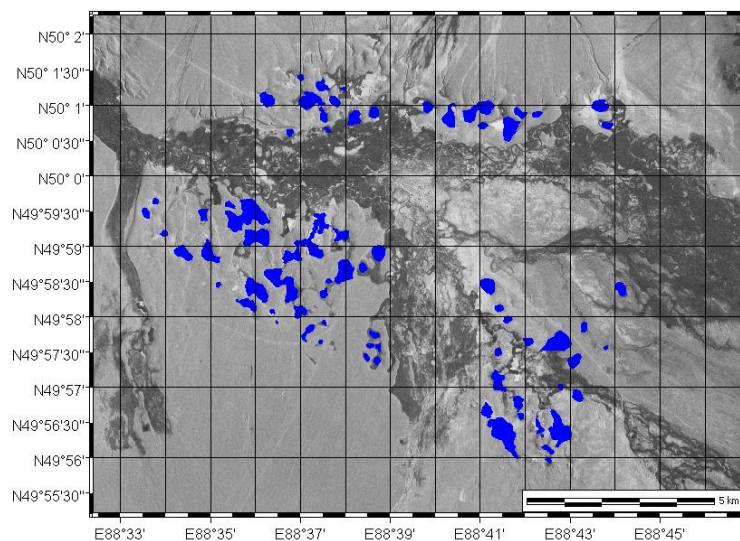


Рис. 1 Исследуемые озера на снимке 1968 года

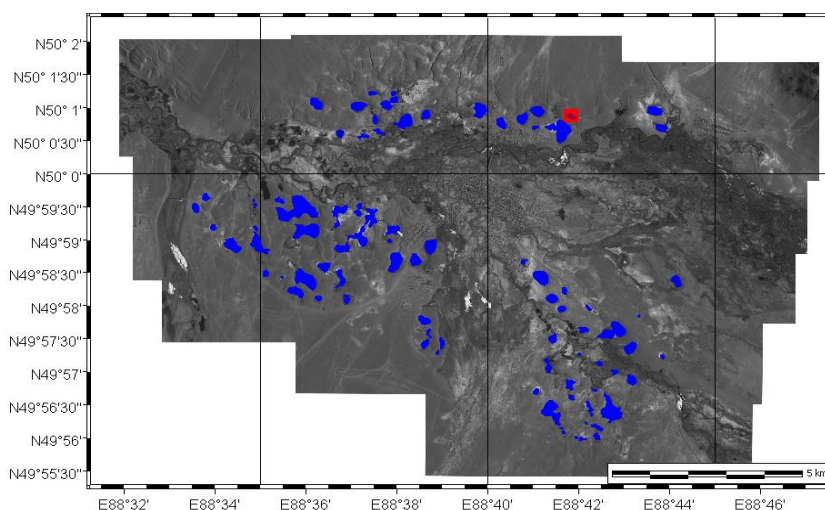


Рис. 2 Исследуемые озера на снимке 2013 года

Последствия уменьшения термокарстовых озер могут быть следующими: в связи с понижением уровня воды происходит повышение минерализации, сокращение среды обитания фауны озер приводит к понижению концентрации кислорода, активно развиваются макрофиты, что приводит к макрофитному эвтрофированию озер. Также макрофитному эвтрофированию может способствовать повышение температуры воды в летний период времени. В свою очередь качество воды портится, и водоемы становится затруднительно использовать в хозяйственных и рекреационных целях.

Литература

1. Бородавко П.С. Климатообусловленные изменения термокарстовых ландшафтов в горах Русского Алтая // Сборник материалов V международного научного конгресса «ГЕО–Сибирь–2009». – Новосибирск, 2009. – Т. 4. – С. 174–177.
2. Золотов С.Ю., Ипполитов И.И., Логинов С.В., Луличкая И.О., Белая Н.И. Сравнение данных реанализа NCEP/NCAR профилей температуры почвы с данными измерения сети станций на территории Западной Сибири // Криосфера Земли. – Новосибирск, 2011. – Т. XV. – № 2. – С. 14–20.
3. Конищев В.Н. Реакция вечной мерзлоты на потепление климата // Криосфера Земли. – Новосибирск, 2011. – Т. XV. – № 4. – С. 15–16.
4. Кравцова В.И., Тарасенко Т.В. Изучение и картографирование динамики термокарстовых озер на территории Западной Сибири по разновременным космическим снимкам // Динамика окружающей среды и глобальные изменения климата. — Ханты–Мансийск: Югорский государственный университет, 2010. — Т. 1. — С. 96–103.
5. Родионова Т.В. Исследование динамики термокарстовых озер в различных районах криолитозоны России по космическим снимкам: Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. – Москва, 2013 – 26 с.
6. Копылова Г.Н. Гидрогеосейсмические эффекты в режиме подземных вод. – Петропавловск–Камчатский, 2009 [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.emsd.ru/konf060117lib/pdf/20_kopylova.pdf (дата обращения: 15.02.2014).
7. Копылова Г.Н. Оценка гидрогеологических последствий сильных землетрясений (на примере сейсмоактивных районов России) – Петропавловск–Камчатский, 2007 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.emsd.ru/konf091011/pdf/largesteqs/05.pdf> (дата обращения: 15.02.2014).
8. Сухова М.Г. Региональный аспект потепления климата на примере Алтая [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://e-lib.gasu.ru/vmu/archive/2007/01/25.pdf> (дата обращения: 10.02.2014).

СРАВНЕНИЕ ГЕОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПОЧВ КОЖЕВНИКОВСКОГО РАЙОНА ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ И ТЕРРИТОРИИ США

Я.Н. Кравченко

Научные руководители доцент Л.В. Жорняк, профессор Л.П. Рихванов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г.Томск, Россия

Впервые понятие о почве было сформулировано В.В. Докучаевым. В современном почвоведении почва это обладающая плодородием сложная полифункциональная и поликомпонентная открытая многофазная структурная система в поверхностном слое коры выветривания горных пород, являющаяся комплексной функцией горной породы, организмов, климата, рельефа и времени. Почва является особой депонирующей средой и может нести долговременную информацию о техногенном воздействии. Химический состав почв разнообразен и концентрации элементов (в т. ч. радиоактивных) зависят, в основном, от таковых в почвообразующих породах.

Обоснованием исследования почв Кожевниковского района послужили ранее проведенные исследования на территории Томской области [2]. Содержания некоторых радиоактивных элементов в почвах

Кожевниковского района (с Осиновка) были выше по сравнению с остальными пунктами наблюдения, что указывало на наличие областей с высоким содержанием радиоактивных элементов в почвах данного района. Кроме того, исследования показали, что не только в почве, но и в других компонентах природной среды наблюдаются повышенные содержания радиоактивных элементов, в частности сотрудником кафедры ГЭГХ НИ ТПУ А.Ю. Ивановым отмечалось аномально высокое содержание урана в донных отложениях искусственного водоема в с. Осиновка (более 30 г/т).

Цель исследования: изучение геохимического состава почв Кожевниковского района Томской области и сравнение полученных данных с результатами исследований почв других территорий.

Задачи: 1) изучить геохимический состав почв Кожевниковского района; 2) сравнить полученные данные с фоновыми показателями, с кларком элементов в земной коре, с литературными данными, в том числе с результатами исследования почв территории США.

В процессе полевых работ на территории Кожевниковского района была проведена гамма-спектрометрическая и гамма-радиометрическая съемки с помощью приборов «РКП-305» и «ПРИПЯТЬ-С» (36 точек проведения замеров), так же было отобрано 30 проб почв. В соответствии с требованиями (ГОСТ 17.4.4.02-84), пробы отбирались методом «конверта» из приповерхностного слоя (0-10 см), предварительно очищенного от дернового горизонта специальной пробоотборной лопаткой [1]. Точки наблюдения были привязаны к населенным пунктам Кожевниковского района, а так же к дорогам, соединяющим населенные пункты.

В процессе лабораторных исследований проб было выполнено количественное определение 28 элементов инструментальным нейтронно-активационным анализом (ядерно-геохимическая лаборатория кафедры геоэкологии и геохимии). Кроме того, отобранные пробы почв изучались спектрометрическим методом с помощью прибора «Радиометр-спектрометр универсальный РСУ-01 СИГНАЛ-М».

Полученные данные обрабатывались стандартными математическими методами, и результаты сравнивались с фоновыми концентрациями [3], кларком в земной коре [5], литературными данными, в том числе с результатами исследований почв США [4] (табл.).

Таблица

Средние содержания элементов в почвах, мг/кг

Эл-ты	ожевниковский район	Томская обл. [1]	США [4]	Фон (заказник «Томский») [3]	Кларк в з.к. [5]
Na, %	1,03	1,1	0,59	0,46	2,36
Ca, %	1,55	1,4	0,92	0,43	4,15
Fe, %	3,16	3,2	1,8	1,33	5,63
Sc	12,24	11,3	7,5	8,3	22
Cr	114,12	103,6	37	43,2	100
Co	14,44	14,3	6,7	6,5	25
Zn	17,69	н.д	48	н.д	70
As	7,56	н.д	5,2	4	1,8
Br	17,55	8,8	56	1,24	2,5
Rb	82,87	76,7	58	17,2	90
Sr	71,24	67,3	120	164	375
Ag	1,73	н.д	н.д	0,5	0,07
Sb	0,83	1,6	0,48	0,3	0,2
Cs	4,24	3,6	н.д	1,25	3
Ba	259,51	550	440	124	425
La	26,91	25,7	30	17,3	30
Ce	59,75	58,6	63	33,4	60
Nd	19,88	н.д	40	н.д	28
Sm	5,17	5,7	н.д	3,9	6
Eu	1,18	1,3	н.д	1,4	1,2
Tb	0,71	1	н.д	0,13	0,9
Yb	2,99	2,7	2,6	0,9	3
Lu	0,39	0,4	н.д	0,16	0,5
Hf	6,05	6,6	н.д	3,8	3
Ta	0,81	0,85	н.д	0,16	2
Au	0,004	н.д	н.д	0,005	0,004
Th	7,94	7,5	8,6	0,5	9,6
U	1,03	2,4	2,3	3,7	2,7
Th/U	7,71	3,1	3,74	7,41	3,6
Sm/Lu	13,19	14,3	-	24,43	12
La/Yb	8,99	9,5	11,54	19,22	10
Ce/Eu	50,59	43,7	-	24,24	50
(La+Ce)/ (Yb+Lu)	25,64	27,4	-	47,8	25,7

Примечание: н.д. – нет данных; жирным шрифтом выделены повышенные содержания элементов в почвах относительно других территорий.

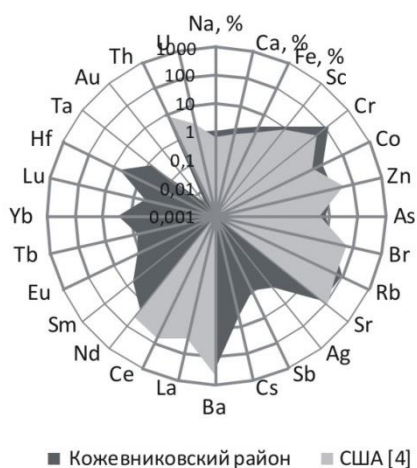


Рис. Сравнение содержаний элементов в почвах Кожевниковского района Томской области и США (мг/кг)

характеристики природных или техногенных аномалий. По полученным данным в почвах Кожевниковского района значения отношений Sm/Lu, La/Yb и сумм легких редкоземельных элементов к тяжелым оказались ниже, чем в почвах Томской области, фоновой территории, а также почвах США. А значение отношения Ce/Eu максимальное по сравнению с остальными территориями и кларком в земной коре.

Таким образом, почвы Кожевниковского района Томской области характеризуются некоторыми особенностями, обусловленными, вероятно, природными факторами, что отражается на уровнях накопления в них различных элементов.

Литература

1. ГОСТ 17.4.4.02-84: Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа.
2. Рихванов, Л.П. Естественные радиоактивные элементы в почвах Томской области / Л.П. Рихванов, С.А. Грязнов, С.И. Сарнаев // Природокомплекс Томской области. – Томск, 1995. – Т. 1: Геология и экология. – С. 197–212.
3. Язиков Е.Г. Оценка эколого-геохимического состояния территории г.Томска по данным изучения пылеаэрозолей и почв: монография / Е.Г. Язиков, А.В. Таловская, Л.В. Жорняк. – Томск: Изд-во ТПУ, 2010. – 264 с.
4. Shacklette H.T., Boerngen J.G. Element Concentrations in Soils and Other Surficial Materials of the Conterminous United States. // Geol. Surv. Profess. Par. – 1984. – Vol. 270. – P. 1–105.
5. Taylor S. R., Abundance of chemical elements in the continental crust: a new table // Geochimica et Cosmochimica Acta. – 1964. – Vol. 28. – P. 1273–1285.

ПРОБЛЕМЫ ВНЕДРЕНИЯ СИСТЕМЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МЕНЕДЖМЕНТА НА ПРЕДПРИЯТИИ

И.Н. Кузьмин

Научный руководитель доцент М.Р. Цибульникова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Обязательной составляющей имиджа современной компании является понятие «экологичности» производства и выпускаемой продукции. В то же время предприятия, экологически опасные для окружающей среды, становятся всё менее конкурентоспособными на рынке и теряют популярность среди потребителей [1].

В настоящее время, сертификация системы экологического менеджмента (СЭМ) на соответствие международному стандарту ISO 14001 является желательной, однако, в самом обозримом будущем, она станет необходимой, и в первую очередь это затронет предприятия, сфера деятельности, которых связана со строительством, транспортными услугами, добывающей промышленностью, производством и т.д. Сертификация на соответствие международному стандарту ISO 14001:2004 (национальный стандарт ГОСТ Р ИСО 14001-2007) и внедрение системы экологического менеджмента - это самый простой способ реально сократить вредное воздействие предприятия на окружающую среду и получить от этого экономическую выгоду [2].

Сертификация на соответствие международному стандарту ISO 14001 обеспечивает:

- Управление организацией всей совокупностью своих воздействий на окружающую среду, с постепенным снижением степени таких воздействий;
- Приведение деятельности организации в соответствие с разнообразными законодательными и нормативными требованиями;
- Расширение рынка сбыта за счет улучшения имиджа компании;
- Улучшение качества и увеличение объемов производства;
- Оптимизацию переработки отходов;
- Экономия за счёт снижения расходов на материалы, сырье и энергию;
- Снижение вероятности возникновения экологических катастроф и внештатных ситуаций, которые могут повлечь за собой судебные разбирательства и штрафные санкции;
- Привлечение высококвалифицированной рабочей силы, улучшение морального климата в коллективе и повышение мотивации сотрудников.

Очень часто предприятия сталкиваются с проблемами при разработке и внедрении систем менеджмента, среди которых можно выделить типовые [3]:

6. Неправильное планирование работ по разработке и внедрению СЭМ - сроки и выделяемые ресурсы на работы по внедрению СЭМ завышают или занижают. Это, как правило, связано с недостаточным опытом сотрудников предприятия, ответственных за планирование подобных работ. Между тем, срок разработки СЭМ зависит от численности сотрудников организации, сложности производства, наличия филиалов и т.п., а также от привлечения консалтинговых компаний, специализирующихся на разработке и внедрении систем менеджмента, подготовке и сопровождении их сертификации, и имеющих богатый опыт работы в сфере деятельности предприятия. Срок разработки СЭМ может варьироваться от нескольких месяцев до нескольких лет.
7. Низкая вовлеченность персонала предприятия в работу по разработке и внедрению СЭМ - данная проблема встречается очень часто на предприятиях, которые впервые внедряют систему менеджмента и делают это самостоятельно. На таких предприятиях, как правило, все работы проводятся одним или несколькими сотрудниками без привлечения ведущих специалистов предприятия и руководителей. В результате разработанная система менеджмента не соответствует реальной ситуации на предприятии, его деятельности и существующей системе управления. Внедрение такой системы в итоге сводится к трем результатам:
 - система существует только на бумаге, никакого эффекта она не приносит;
 - система полностью перерабатывается в соответствии с фактической деятельностью предприятия и системой управления, что требует дополнительных ресурсов и времени;
 - деятельность предприятия и система управления изменяются в соответствии с разработанной системой менеджмента, а именно - происходит реорганизация и реструктуризация предприятия.
8. Низкая вовлеченность руководства предприятия в работы по разработке и внедрению СЭМ - данная проблема встречается наиболее часто. Заключается она в том, что руководство, задав срок разработки и объем ресурсов, далее не участвует в процессе внедрения СЭМ до момента утверждения всех разработанных документов.

Ежегодно правительством РФ выделяются значительные средства, направленные на охрану окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов. Согласно данным Росстата, природоохранные инвестиции государственного и негосударственного сектора в Российской Федерации в 2012 году составили 150 млн. рублей, причём отмечается положительная динамика роста финансирования к уровню инвестиций предыдущих лет (рис. 1) [4].

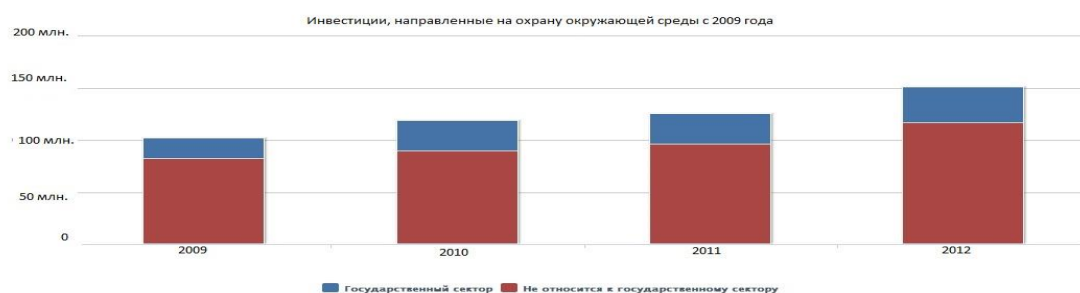


Рис. 1 Инвестиции, направленные на охрану окружающей среды, млн. руб.

Согласно данным Росстата эти средства тратятся на охрану и рациональное использование водных ресурсов, на охрану атмосферного воздуха, на охрану и рациональное использование земель и т.п. мероприятия, т.е. деньги, тратятся на улучшение показателей. Это хорошо, но в то же время нет пункта поддержки современных методов улучшения экологической обстановки. Нет выделения средств на помощь предпринимателям в формировании систем экологического менеджмента, обучения предпринимателей основам эколого-ориентированного управления и т.п.

С одной стороны, происходит ужесточение ответственности за нарушение экологических норм, с другой происходит обновление очистного оборудования, но если мы посмотрим на статистику экологических правонарушений в РФ за последние годы, то её рост до 2009 говорит об обратном. Заметно, что с 2010 года началась тенденция спада правонарушений (рис. 2) [4].

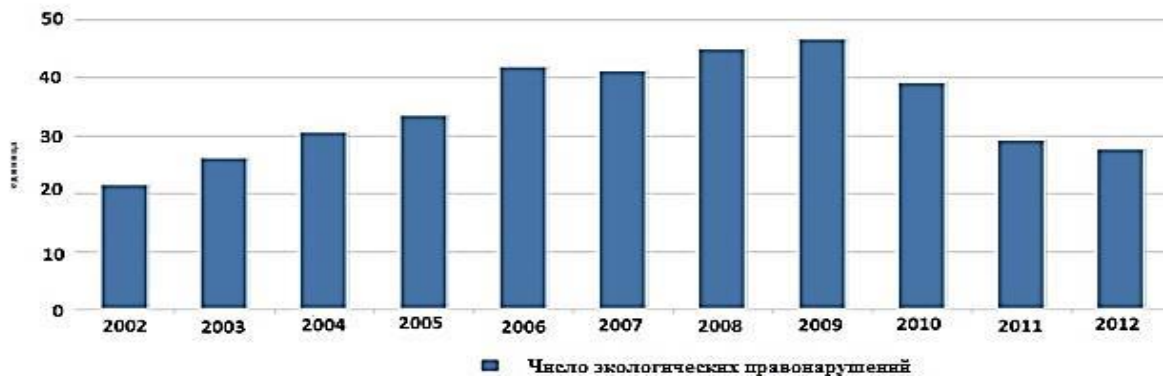


Рис. 2 Статистика экологических правонарушений в РФ

Данные, приведенные в графике, говорят о том, что Россия нуждается в действенных методах борьбы с экологическими правонарушениями.

Проведённый анализ показал, что в России тратятся огромные деньги на поддержание экологической обстановке в стране, но в то же время: несовершенная правовая база, коррупция, отсутствие современных методов эколого-ориентированного производства не позволяет отмечать положительную динамику экологической ситуации в России.

Экологический менеджмент – это новый этап развития менеджмента организации. В зависимости от того, как быстро Россия сможет адаптироваться к новым требованиям мирового делового сообщества, тем быстрее наши предприятия обретут конкурентоспособность на мировом рынке. С учётом того, что Россия активно стремится в мировое торговое пространство, для многих российских предприятий внедрение систем экологического менеджмента станет вопросом «жизни и смерти». Эффективное решение проблем внедрения систем экологического менеджмента на предприятия и переход России к новым эколого-ориентированным методам управления возможно только в одном случае – при эффективном взаимодействии и помощи государства и российского делового сообщества.

Литература

1. Дайман С.Ю., Островкова Т.В., Заика Е.А., Сокорнова Т.В. Системы экологического менеджмента для практиков. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2004. – 248 с.
2. Википедия-свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://ru.wikipedia.org/wiki/ISO_14000 (дата обращения: 20.01.2014).
3. Белов Г.В. Экологический менеджмент предприятия: учебное пособие для студентов вузов. – М.: Логос, 2006. – 236 с.
4. Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.gks.ru/dbscripts/cbsd/dbinet.cgi?pl=2318038> (дата обращения: 20.01.2014)

ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ НА ТЕРРИТОРИИ ЧЕЧЕНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ НА ПРИМЕРЕ ВОЕННОГО ГОРОДКА (С. ВЕДЕНО)

А.Э. Курилова

Научный руководитель доцент Д.Ю. Шишкина
Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону, Россия

Горные регионы на международной конференции по окружающей среде и развитию (Рио-де-Жанейро, 1992 г.) были отнесены к хрупким экосистемам и их исследования признаны приоритетными в XXI в. С этой точки зрения Северный Кавказ, как уникальный в природном отношении регион России, особо нуждается в поддержании экологического равновесия окружающей среды.

Большое внимание проблемам экологической безопасности уделяется в Чеченской Республике. На сегодняшний день она является одним из наиболее активно развивающихся субъектов Российской Федерации в Северо-Кавказском федеральном округе. В последние годы этой теме посвящено довольно много исследований и публикаций. Проблемы окружающей среды в Чеченской Республике отражены в работах М.С. Арсанукаевой, А.А. Абумуслимова, З.Ш. Гагаевой, И.А. Керимова, Н.С. Уздиевой, В.В. Разумова, М.И. Тлисова, Э.Н. Молчанова и др.

Территория Чеченской Республики характеризуется высокой степенью хозяйственного освоения, хорошо развитой инфраструктурой, густой сетью транспортных и других коммуникаций. Специализация территории меняется от сельскохозяйственной на севере и юге республики до смешанной сельскохозяйственной и промышленной в центральной части.

В конце 80-х гг. Чечня относилась к числу самых неблагополучных в экологическом отношении территорий на Северном Кавказе, а г. Грозный входил в число 10 городов бывшего СССР с наиболее загрязненной средой. Негативные воздействия на природную среду были связаны в первую очередь с использованием низкотехнологичных схем утилизации отходов при добыче и переработке нефти и газа.

В 90-х гг., в условиях экономической нестабильности и военных действий в республике, несоблюдения социально-правовых, экономических и экологических норм, загрязнение окружающей среды приобрело катастрофический характер. Резко увеличилась кустарная добыча и переработка нефти. Самодельные технологии, используемые на мини-заводах, вообще не предусматривали уничтожение отходов. Причиной ухудшения состояния природной среды Чеченской Республики явились также военные действия.

Экологическое состояние почв является важнейшим условием для функционирования экосистем. Загрязнение земель различными токсикантами характерно для территорий, которые непосредственно примыкают к промышленным предприятиям, транспортным коммуникациям и к населенным пунктам.

Степень нарушенности почвенного покрова в районах республики неодинакова. По мнению доцента кафедры экономической и социальной географии Чеченского государственного университета И.А.Байракова, лишь в 4-х из 17 муниципальных районов республики экологическую ситуацию можно охарактеризовать как благоприятную и удовлетворительную, а в остальных – как напряженную, кризисную, критическую и катастрофическую [5].

На территории республики в настоящее время ведется интенсивное строительство различных объектов. Обязательным этапом их проектирования являются инженерные изыскания, в том числе, инженерно-экологические изыскания.

Предметом моего исследования явилось изучение экологического состояния территории под строительство детского сада в военном городке, расположенном в с. Ведено. Материал, положенный в его основу, получен в ходе прохождения производственной практики в ОАО «711 Военпроект» г. Ростова-на-Дону, проводившем инженерно-экологические изыскания на этапе подготовки к строительству объекта в 2011 г.

Веденский район расположен на юго-востоке в горной части республики. Предприятий нефтедобычи и нефтепереработки в районе нет. По результатам комплексной экологической оценки ландшафтов и геоэкологического районирования Чеченской Республики, проведенного в Чеченском государственном университете, район характеризуется как аграрно-рекреационный, а экологическая обстановка в нем – как удовлетворительная [5].

В рамках инженерно-экологических изысканий производилось изучение содержания комплекса веществ, рекомендуемых нормативными документами [4].

В пределах участка, намеченного под строительство, изучалось распределение химических элементов и соединений, являющихся приоритетными токсикантами окружающей среды: тяжелых металлов, нефтепродуктов, бенз(а)пирена. В качестве величин регионального фона использовались данные о содержании элементов в почвах аналогичных природных ландшафтов Северного Кавказа (лиственные леса низко- и среднегорья, развитые на карбонатных породах мела и палеогена) [6]. Эколого-геохимическая оценка почвенного покрова осуществлялась на основании [1, 2]. В соответствии с [4] изученные химические элементы относятся к различным классам опасности: первому (мышьяк, кадмий, ртуть, свинец, цинк); второму (кобальт, никель, медь); третьему (марганец).

Полученные в ходе работы результаты представлены в таблице.

Таблица

Содержание элементов в верхнем почвенном горизонте, мг/кг

Элементы	Пределы колебаний	Среднее содержание	Региональный фон [6]	ПДК (ОДК) [1,2]
Свинец	10–20	12,5	36,9	130
Мышьяк	1,9–2,7	2,3	–	10
Кадмий	0,189–0,260	0,21	–	2,0
Ртуть	0,016–0,019	0,018	–	2,1
Цинк	60–80	65	122,3	220
Никель	40–50	45	42,9	80
Кобальт	15–20	18	19,3	–
Медь	40–200	88	47,6	132
Марганец	800–1500	1025	1320	1500

Уровни содержания всех химических элементов сопоставимы с фоновыми и не превышают предельно допустимых концентраций. Исключение составляет медь – её содержание в одной из точек пробоотбора составляло 200 мг/кг, что в 1,5 раза выше предельно-допустимой концентрации. Источник повышенных концентраций может быть связан как с расположенной рядом стихийной свалкой, так и с возможным

загрязнением пестицидами. Кроме того, в другой точке выявлено содержание марганца на уровне предельно-допустимой концентрации – 1500 мг/кг.

Комплексное химическое загрязнение почв оценивалось по суммарному показателю Z_c . За фоновые концентрации принимались содержания элементов в почвах на участке с низким антропогенным воздействием. Показатель Z_c определяется как сумма коэффициентов концентрации отдельных компонентов K_c по формуле:

$$Z_c = \sum K_c - (n - 1)$$

Величина Z_c в почвенных пробах варьировала в пределах 1,6-7,2 (менее 16) т.е. категория загрязнения почв характеризуется как допустимая.

Содержание бенз(а)пирена во всех проанализированных пробах почв и грунтов составляло менее 0,004 мг/кг, при предельно-допустимой концентрации на уровне 0,02 мг/кг.

Концентрация нефтепродуктов в пробах не превышала 168 мг/кг. В настоящее время российская предельно-допустимая концентрация нефтепродуктов еще не разработана, но можно воспользоваться величиной 1000 мг/кг, рекомендованной в качестве рубежа между допустимым и низким уровнем загрязнения [3].

Таким образом, содержание загрязняющих веществ на участке изысканий, в основном, близко к региональному и глобальному фону, превышения предельно-допустимой концентрации выявлены только по содержанию меди в одной точке, поэтому загрязнение можно считать локальным. Результаты комплексных инженерно-экологических изысканий позволяют отнести исследуемую территорию к экологически благополучной, пригодной для строительства.

Литература

1. Гигиенические нормативы 2.1.7.2041-06. Предельно-допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2006. – 15 с.
2. Гигиенические нормативы 2.1.7.2511-09. Ориентировочно-допустимые концентрации (ОДК) химических веществ в почве. – М., Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2009. – 7 с.
3. Порядок определения размеров ущерба от загрязнения земель химическими элементами. – М.: Управление охраны почв и земельных ресурсов Минприроды России, 1993. – 31 с.
4. Санитарные правила и нормы 2.1.7.1287-03 Санитарно-эпидемиологические требования к качеству почвы. – М., Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2003. – 26 с.
5. Байраков И. А. Оценка геоэкологической ситуации и геоэкологическое районирование территории Чеченской Республики // Геология, география и глобальная энергия. – Астрахань, 2011. – № 3. – С. 200–204.
6. Дьяченко В.В. Геохимия, систематика и оценка состояния ландшафтов Северного Кавказа. – Ростов-на-Дону: Арк ОП, 2004. – 266 с.

ПРОСТРАНСТВЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МЫШЬЯКА НА ТЕРРИТОРИИ Г. ОМСКА ПО ДАНЫМ СНЕГОВОЙ СЪЕМКИ

А.Д. Лончакова, В.В. Литау

Научный руководитель доцент А.В. Таловская

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Проблема загрязнения окружающей среды токсичными элементами является актуальной на сегодняшний день в индустриальных центрах России и за рубежом. Город Омск является одним из крупных городов Западной Сибири. На его территории расположено множество промышленных предприятий - нефтеперерабатывающая, химическая и нефтехимическая промышленность, машиностроение, производство стройматериалов и топливно-энергетический комплекс. Особенностью города, как и многих городов Сибири, является расположение крупных промышленных производств в жилых кварталах города, где отсутствуют условия для соблюдения границ санитарно-защитных зон. В административном отношении город разделен на пять округов: на левом берегу р. Иртыш расположен Кировский округ, на правом берегу – Центральный, Октябрьский, Ленинский, Советский.

Для определения уровня загрязнения природной среды токсичными элементами используются различные методы и приемы. Особую роль играет изучение состава снегового покрова как оптимальной депонирующей среды для получения современной информации о поступлении загрязняющих веществ из атмосферы за сравнительно длительный период времени. На территории г. Омска снеговая съемка была проведена более двадцати пяти лет назад сотрудниками Сибирского филиала «Берёзовгеология» ФГУПП «Урангео» в рамках целевой программы «Геоэкология России». По данным опробования снегового покрова 1991-1992 гг. в г. Омск выявлены повышенные концентрации токсичных элементов, в том числе и мышьяка. Концентрация мышьяка находилась на уровне 2 фонов в снеговой пыли, тогда как его среднесуточный приток составил 1934 мг/км².

В целях получения современной информации об уровне загрязнения атмосферы в конце февраля 2013 г. проводился отбор снега на территории г. Омска в масштабе 1:100000. Всего было отобрано 168 проб. В качестве фоновой площадки была выбрана д. Марьяновка, в 100 км от города. Отбор и подготовку проб снега выполняли с учетом методических рекомендаций ИМГРЭ [2], руководства по контролю загрязнения атмосферы [3] и многолетнего практического опыта эколого-геохимических исследований на территории Западной Сибири. Анализ элементного состава твердого осадка снега осуществляли в аккредитованной ядерно-геохимической

лаборатории Международного научно-образовательного центра «Урановая геология» при кафедре геоэкологии и геохимии ТПУ. Все пробы были изучены инструментальным нейтронно-активационным анализом.

Результаты аналитических данных использовались для расчета согласно работам [2] коэффициента концентрации (KK) как отношение содержания элемента в твердом осадке снега (C) к его фоновому содержанию (C_f): $KK=C/C_f$; общей нагрузки, которая создается поступлением каждого из химических элементов из атмосферы на снеговой покров (среднесуточный приток элемента): $P=C*P_n$, мг/(км².сут), где C - концентрация отдельных элементов (мг/кг) в снеговой пыли, P_n - пылевая нагрузка, (кг/(км².сут)).

В данной работе представлен анализ пространственного распределения мышьяка на территории г. Омска по данным снеговой съемки.

По результатам анализа определено, что на территории г. Омска концентрация мышьяка распределена неравномерно – от 0,2 до 159 мг/кг, при среднем значении 12,9 и фоне 21,3 мг/кг (табл.). Согласно расчету коэффициента концентрации среднее содержание мышьяка в пробе твердого осадка снега с территории г. Омска не превышает содержание в фоновой пробе. Сопоставив результаты данных по распределению мышьяка в 1991 – 1992 гг. и наших исследований, сделаны выводы о том, что содержание элемента в твердом осадке снега существенно не изменилось.

Установлено, что среднесуточный приток мышьяка из атмосферы на снеговой покров изменяется от 17,5 до 5729 мг/(км².сут), при среднем значении – 1182 и фоне 66,2 мг/(км².сут). Повышение средние значения приходится на территорию Кировского административного округа – 1499 мг/(км².сут), а пониженные – на территорию Советского района – 676 мг/(км².сут) (рис.).

Таблица

Содержание мышьяка в твердом осадке снега и его среднесуточный приток из атмосферы на снеговой покров территории г. Омска, 2013 г.

Административный округ	n	Содержание, мг/кг			Коэффициент концентрации	Среднесуточный приток, мг/(км ² .сут)		
		m	Min	Max		m	Min	Max
Советский	31	11,5	0,5	33	0,5	677	17,6	4164
Центральный	46	10,4	0,16	159	0,5	990	27,9	3818
Октябрьский	20	6,4	0,5	10,6	0,2	897	100	2387
Ленинский	25	11,6	0,5	19	0,5	1244	95	5729
Кировский	46	16,9	0,5	35	0,7	1499	17,5	5510
Среднее г. Омск	168	11,8	0,4	51	0,5	1183	51	6462
Фон	5	21,3	19,8	23		67	25	123
Среднее г. Омск 1991-1992 гг.*	403	12,4	1,2	94	1,3			

Примечание: n – объем выборки, m – среднее, Min – минимум, Max – максимум, * – по данным Сибирского филиала «Берёзовгеология» ФГУП «Урангео» [1].

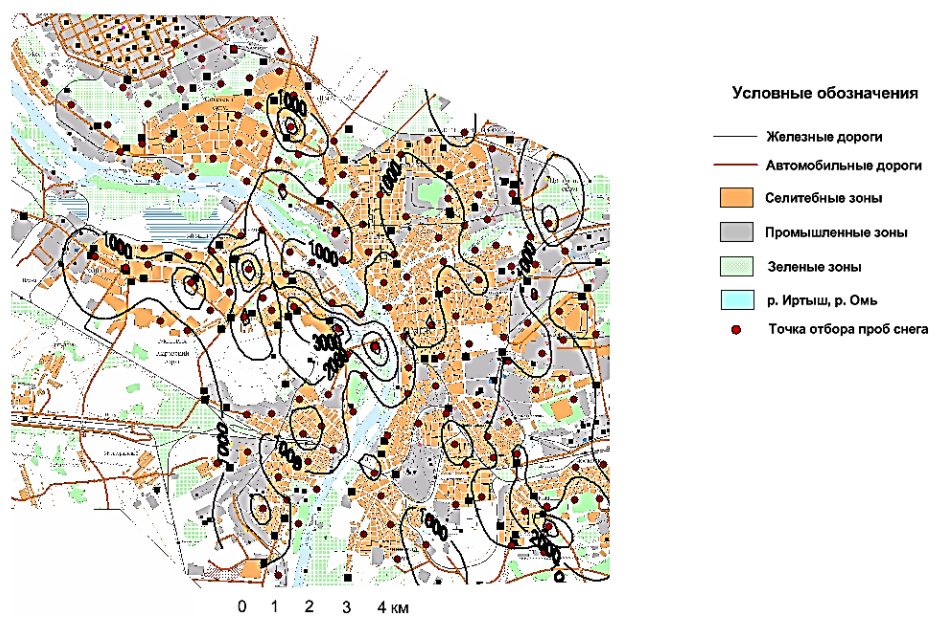


Рис. Пространственное распределение величины среднесуточного притока мышьяка на снеговой покров г. Омска

Повышенные значения концентрации мышьяка в твердом осадке снега и его среднесуточный приток на снеговой покров на территории Кировского административного округа объясняется расположением здесь аэропорта «Омск-Центральный», загруженных транспортных артерий придолинной территории, предприятий строительной отрасли, пищевой промышленности, комбината вяленой обуви и др.

Таким образом, установили распространение мышьяка на территории г. Омска по данным снегогеохимической съемки.

Литература

1. Григорьев В.В., Самсонов Г.Л., Попов Ю.П. Геолого-экологические условия Омского промышленного района. Отчет о геолого-экологических исследованиях и картографировании масштаба 1:200000. – Новосибирск: Геоэкоцентр ГП «Березовгеология». – 1999. – 234 с.
2. Саэт Ю.Е., Ревич Б.А., Янин Е.П. Геохимия окружающей среды. – М.: Недра, 1990. – 335 с.
3. РД 52.04.186 № 2932-83 Руководство по контролю загрязнения атмосферы. – М.: Госкомгидромет, 1991. – 693 с.

ВЛИЯНИЕ ГАЗИФИКАЦИИ ВЛАДИВОСТОКСКОЙ ТЭЦ-1 НА КАЧЕСТВО АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА

О.В. Лосев, Е.В. Оводова

Научный руководитель старший преподаватель Е.В. Оводова
Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток, Россия

На территории города Владивостока основной вклад в загрязнение атмосферного воздуха вносят предприятия теплоэнергетики - ВТЭЦ-1 и ВТЭЦ-2.

Валовый выброс от стационарных источников формируется целым рядом поллютантов, основными из которых являются NO_2 , CO , SO_2 , углеводороды, сажа, NH_3 , взвешенные вещества и пыль неорганическая.

В соответствии с разработанной стратегией развития тепловой энергетики в России, в 2012 г. во Владивостоке была проведена реконструкция котельных и теплостанций города на использование природного газа в производственном процессе [2]. В связи с чем, возникла необходимость в проведении сравнительной оценки количества выбросов Владивостокской ТЭЦ-1 работающей на различных видах топлива.

Владивостокская ТЭЦ-1 располагается на побережье Амурского залива в юго-западной части Фрунзенского района г. Владивостока, в непосредственной близости от зоны отдыха Спортивной гавани, спортивных комплексов «Олимпийский» и «Динамо», на расстоянии 0,5-1,0 км от исторического центра города Владивостока.

ВТЭЦ-1 введена в эксплуатацию в 1912 г., в качестве топлива использовался бурый уголь. В 1983-1984 гг. была проведена масштабная реконструкция, в результате чего котлы переведены с угля на сжигание мазута. В 2010 году в преддверии саммита АТЭС-2012 была начата масштабная реконструкция по переводу котельного оборудования ВТЭЦ-1 на сжигание природного газа. Работа на газе была начата в январе 2012 г. На данном этапе своего функционирования тепловая мощность ТЭЦ-1 составляет 350 Гкал/час [2].

Чтобы определить экологический эффект смены основного топлива используемого на ВТЭЦ-1, проведен сравнительный анализ отходящих газов в котлах № 2 и № 5 в 2011 и 2012 гг. (рис. 1). При этом в качестве топлива в 2011 г. использовался мазут, а в 2012 г. – природный газ.

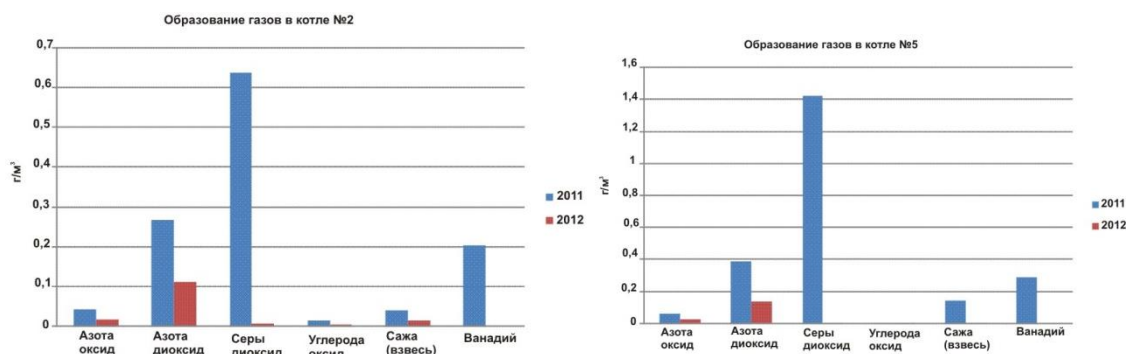


Рис.1 Образование газов в котлах № 2 и № 5, работающих на различных видах топлива

Изучение качественного и количественного состава отходящих газов ВТЭЦ-1 указывает на наметившуюся тенденцию к снижению загрязняющих веществ, поступающих в атмосферу в результате смены основного топлива.

Для большей доказательности, были проведены исследования по изучению динамики суммарных выбросов за три отчётных года - 2010, 2011 и 2012 гг. (рис.3, 4, 5, 6).

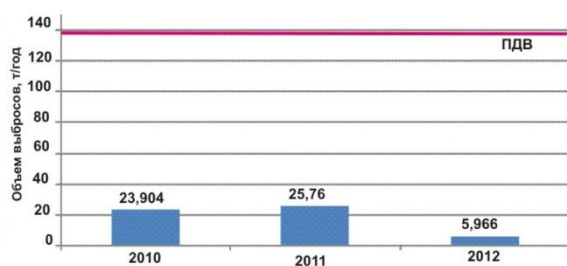


Рис.3 Динамика изменения выбросов оксидов углерода с 2010 по 2012 г.



Рис.4 Динамика изменения выбросов оксидов серы с 2010 по 2012 г.

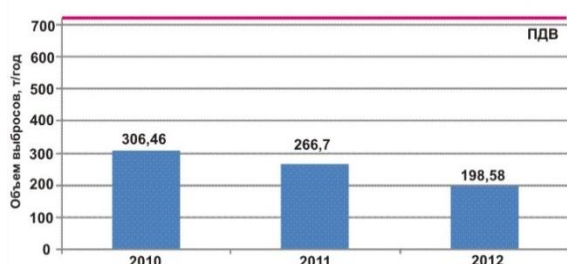


Рис.5 Динамика изменения выбросов оксидов азота с 2010 по 2012 г.

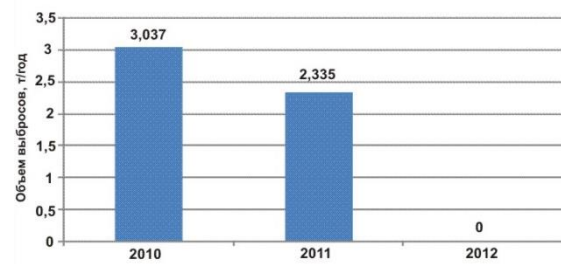


Рис.6 Динамика изменения выбросов углеводородов с 2010 по 2012 г.

Проанализировав динамику изменения выбросов оксидов углерода, оксидов серы, оксидов азота и углеводородов в период с 2010 по 2012 гг., можно сделать вывод о снижении выбросов CO примерно в 4 раза, SO₂ в 6 раз, NO₂ в 2 раза, а выбросы углеводородов в 2012 г. не обнаружены [1].

В результате проведенного исследования установлено, что газификация Владивостокской ТЭЦ-1 способствовала снижению поступления газообразных веществ в атмосферу города.

Литература

1. СанПиН 2.2.1/2.1.6.1032-01 Гигиенические требования к обеспечению качества атмосферного воздуха населенных мест. – М. 2001. – 19 с.
2. Проект нормативов предельно допустимых выбросов загрязняющих веществ в атмосферу (ПДВ) для филиала ОАО «Дальневосточная генерирующая компания» «Приморские тепловые сети» (котельный цех № 1)». – Владивосток, 2009.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПОЗИТНЫХ НАНОРАЗМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ОКСИДОВ ТИТАНА И ЖЕЛЕЗА ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ УРАНА

Т.Г. Макаревич, А.В. Москаленко

Научные руководители старший преподаватель А.Н. Третьяков, доцент М.П. Чубик
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В последнее время во всём мире всё острее встаёт вопрос энергетического кризиса. Непрерывное течение научно-технического прогресса требует постоянного увеличения объема потребляемой энергии, однако легкодоступные природные ресурсы планеты исчерпываются. Добывать сырье приходится уже и на больших глубинах или на морских шельфах.

Ко всему прочему, на данный момент относительно легкодоступные энергоносители, такие как нефть, газ, газовый конденсат и сопутствующие им пластовые воды, находясь в земных недрах, содержат естественные радионуклиды. Наибольшую опасность для человека представляют вещества уранового и ториевого рядов (уран-238, торий-232). Вынос радиоактивных веществ на дневную поверхность происходит в процессе добычи нефти и газа. На земной поверхности и оборудовании промыслов возникают уровни радиоактивного загрязнения, порой значительно превышающие фоновые [2].

Одной из известных альтернатив используемых нефти и газа, является атомная энергетика. Ядерный сектор энергетики наиболее значителен и развит в промышленно развитых странах, не имеющих достаточного количества собственных природных энергоресурсов – во Франции, Бельгии, Финляндии, Швеции, Болгарии и Швейцарии [4]. Однако использование мирного атома несёт на себе ряд проблем: атомная энергетика не является устойчивой, так как ядерное топливо весьма ограничено, как и ископаемое топливо. Более того, радиоактивные

отходы должны быть изолированы от биосферы на период времени, несопоставимый с продолжительностью человеческой жизни. Также, отдельно можно отметить опасения, связанные с загрязнениями при непосредственной промышленной добыче урана и потенциальной возможностью возникновения аварийных ситуаций.

Исходя из вышеперечисленного, можно сказать, что всё большее значение приобретает поиск способов дезактивации сточных вод от загрязнения радиоактивными элементами. Среди существующих способов особое место занимает сорбционный метод очистки вод от трансурановых элементов. Масштабность проблем связанных с загрязнением окружающей среды требует адекватных усилий по разработке сорбирующих материалов и технологий их использования. Полученные сорбенты должны обладать низкой себестоимостью, являться массовыми, а так же иметь компактный остаток, содержащий радионуклиды, удобный для длительного хранения, захоронения и переработки. Одним из известных направлений поиска сорбентов, является использование наночастиц, пригодных для сорбции. Примером можно считать использование наночастиц оксида титана в качестве сорбента для поглощения уранил-ионов из водных сред [6]. Однако, в последние годы во многих странах мира широко развиваются исследования по созданию сорбентов нового класса, состоящих из веществ биогенного происхождения или включающих их как основной элемент (биосорбенты). К примеру, биосорбентами служат материалы, произведенные из микробной массы или грибов, являющихся отходами микробиологической промышленности [1]. Однако данные методы имеют ряд недостатков: титан имеет высокую стоимость, что не позволяет использовать его в массовых масштабах, к тому же, небольшой размер частиц затрудняет отделение воды от материала, а степень сорбции биосорбентов зачастую не превышает 60% [1, 5]

Можно предположить, что композитные материалы, состоящие из биосорбента и наночастиц оксидов металлов, проявят лучшие сорбционные способности, чем чистые сорбенты.

В настоящей работе была поставлена цель: исследовать сорбционные способности композитных материалов на основе плесневых грибов и наночастиц оксидов металлов.

Из многих литературных источников известна высокая сорбционная способность плесневых грибов [1]. Вследствие чего, в качестве матрицы был выбран плесневый гриб *Aspergillus niger*, известный своей неприхотливостью и высокой скоростью роста мицелия. В качестве армирующего элемента были выбраны наноматериалы оксида титана и железа.

Изучение процесса сорбции уранил-ионов проводили в статических условиях при комнатной температуре. Измерения массовой концентрации уранил-ионов в растворах были выполнены люминесцентным методом на анализаторе жидкости «Флюорат-02-2М», согласно ПНДФ 14.1:2:4.38 – 95 [3].

Таблица

Сорбционные характеристики материалов

Сорбент	Исходная концентрация уранил-ионов, мкг/л	Конечная концентрация уранил-ионов, мкг/л	Степень сорбции, %
Fe ₃ O ₄	1800	1480	18
TiO ₂	1200		62 [4]
<i>Aspergillus niger</i>	2325	1152	50
<i>Aspergillus niger</i> + Fe ₃ O ₄	1581	245,4	84,5
<i>Aspergillus niger</i> + TiO ₂	2325	420	82

Проведенные исследование позволяют сделать следующие выводы:

1. степень сорбции полученного композитного материала на основе оксида железа превышает 80%, как и его более дорогостоящего аналога на основе оксида титана (табл.). Очевидно, что использование композита на основе оксида железа является экономически привлекательным вследствие схожих сорбционных способностей при меньшей себестоимости материала.

2. степень сорбции полученных композитных материалов существенно превосходит по сорбционной способностям самостоятельные сорбенты.

3. Таким образом, можно говорить о перспективности использования композитных материалов на основе наноматериалов оксида железа, оксида титана и плесневого гриба *Aspergillus niger* для очистки природных и техногенных вод от уранил-ионов.

Литература

1. Горовой Л.Ф., Косяков В.Н. Клеточная стенка грибов – оптимальная структура для биосорбции // Биополимеры и клетка. – Киев, 1996. – Т.12. – №4. – С. 49-60.
2. Очистка труб НКТ [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://gidroneftemash.ru/face/info.php> (дата обращения: 10.11.2013).
3. ПНДФ 14.1:2:4.38 – 95. Методика выполнения измерений массовой концентрации урана в пробах природной, питьевой и сточной воды люминесцентным методом на анализаторе жидкости «Флюорат – 02-2М», 2005. – 18 с.
4. Попов И., Попова Л. В поисках разумной энергетической политики // Pro et Contra. – Москва, 2002. – Vol.7, N 1. – С. 33-53.
5. Селиверстов А.Ф. Сорбция хитином, хитозаном и хитинсодержащими материалами радиоактивных элементов из водных растворов. Дис. ... канд. хим. наук. – Москва, 2004. – 120 с.

6. Xu, Mingze; Wei, Guodong et al Titanate Nanotubes as a Promising Absorbent for High Effective Radioactive Uranium Ions Uptake // Journal of Nanoscience and Nanotechnology. – 2011. – Vol. 12. – № 8. – pp. 6374-6379.

РАДИОАКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ В МНОГОКОРЕННИКЕ ОБЫКНОВЕННОМ (*SPIRODELA POLYRHIZA*, *LEMNOIDEAE*) НА ТЕРРИТОРИИ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

А.Ю. Максимова

Научные руководители профессор Н.В. Барановская, профессор Л.П. Рихванов
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Одним из важных объектов характеристики экологического состояния водной среды могут быть населяющие её живые организмы, которые способны накапливать специфичные для данной территории химические элементы. Такие биогео(гидро)химические индикаторы должны быть чувствительными к изменению концентрации тех или иных элементов. Их поиск – актуальная задача в современных эколого-геохимических исследованиях.

Многие ученые уже не раз обращали внимание на водные растения семейства рясковые (*Lemnoideae*). В.И. Вернадский и А.П. Виноградов первыми заметили, что растения данного семейства способны накапливать химические элементы и могут дать объективную оценку состоянию водоема, где произрастают. Об этом свидетельствует работа «Исследование ряски и воды на содержание радиоактивных элементов ториевого ряда» Б.К. Бруновского и К.Г. Кунашевой [3], которая посвящена вопросу изучения радиоактивности данного организма и среды его обитания, авторы которой входили в состав первой в мире лаборатории БИОГЕЛ, основанной В.И. Вернадским. Современные исследования так же доказывают биоиндикационную значимость данного растения, что отражено в патенте «Способ оценки загрязнения почв агроландшафта поллютантами» № 2096781.

Нами изучен элементный состав одного из представителей семейства рясковых – Многокоренника обыкновенного (*Spirodela polyrhiza*). Данный вид отобран в водоемах населенных пунктов, располагающиеся в трёх районах Томской области: Томском, Александровском и Кожевниковском. В Томской районе пробы отобраны в населенных пунктах Надежда, Лоскутово, а также Малиновка, Копылово, Светлый. Такая специфика участков исследования выбрана с учетом многолетних наблюдений за состоянием территории Северного промышленного узла г. Томска и в зависимости от основной розы ветров, с которой связаны перемещения поллютантов на ней [7]. Основным источником радиоактивных элементов на данной территории является «Сибирский химический комбинат», риск распространения от которого возможных радиоактивных выбросов наиболее вероятен с юга - юго-запада на север – северо-восток (доля этих ветров в году составляет 57 %) [6]. Контрольным участком в Томском районе является н.п Лоскутово, вследствие своего географического расположения имеющий много меньшее влияние со стороны промышленного комплекса в сравнении с остальными исследуемыми участками. Также, для сравнения, пробы были отобраны в поселке Осиновка в Кожевниковском районе и городе Стрежевой в Александровском районе.

Содержание химических элементов в Многокореннике обыкновенном исследовано при помощи двух методов: инструментального нейтронно-активационного на базе лаборатории ядерно-геохимических методов исследования кафедры геоэкологии и геохимии Томского политехнического университета (аналитик – с.н.с. Судыко А.Ф.) и гамма-спектрометрическим методом в лаборатории Международного инновационного научно-образовательного центра «Урановая геология» этой же кафедры. Растение предварительно было высушено при комнатной температуре.

По результатам нейтронно-активационного метода было установлено, что содержание Th и U в многокореннике на территории поселка Осиновка больше на порядок, по отношению к таковому на других исследованных участках (рис. 1).

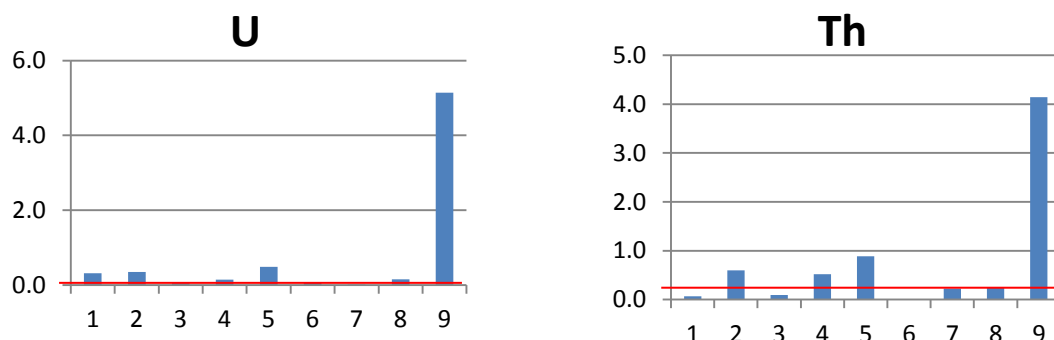


Рис. 1 Содержание урана и тория (мг/кг сухого вещества)
 в Многокореннике обыкновенном (*Spirodela polyrhiza*, *Lemnoideae*).

По оси Y – содержание, по оси X – населенные пункты: 1 – г. Стрежевой (ул. Колтогорская 2), 2 – д. Лоскутово, 3 – Надежда, 4 – с. Малиновка, 5 – п. Светлый, 6 – г. Стрежевой (ул. Колтогорская 8), 7 – п. Копылово, 8 – г. Стрежевой (дачный участок «5 км по колтогорской дороге»), 9 – п. Осиновка.
 Красной линией отмечено среднее содержание элемента, рассчитанное с исключением аномальных проб.

Такая же аномалия наблюдается для отношения Th/U, которое в Осиновке меньше 1, что свидетельствует о техногенном загрязнении (рис. 2).

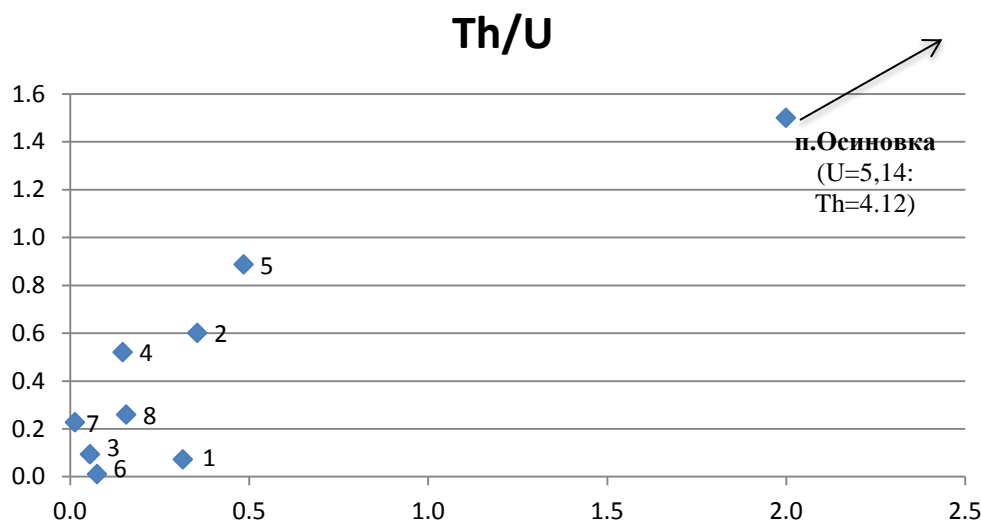


Рис. 2 Распределение населенных пунктов Томской области в зависимости от отношения тория (Y) и урана (X) в Многокореннике обыкновенном (*Spirodela polyrhiza*, Lemnoideae), мг/кг сухого вещества. Населенные пункты: 1 – с. Стржежовой (ул. Колтогорская 2), 2- д. Лоскутово, 3 – с. Надежда, 4 – с. Малиновка, 5 – п. Светлый, 6 – с. Стржежовой (ул. Колтогорская 8), 7 – п. Копыловво, 8 – с. Стржежовой (дачный участок «5 км по колтогорской дороге»), 9 – п. Осиновка.

Данная аномалия была уже отмечена ранее в почве, воде и донных отложениях Кожевниковского района [7], также эта проблема подробно изучена в работе А.Ю.Иванова [3], в которой выявлено, что в Кожевниковском районе преобладают донные отложения с урановой природой радиоактивности [3]. При этом, содержание Th и U в других населенных пунктах варьирует не значительно, что отмечено нами и для Cs¹³⁷. Причина повышенного содержания U в данном районе, возможно, обусловлена техногенным концентрированием элементов в результате деятельности предприятия «Новосибирский завод химических концентратов», а также техногенным концентрированием элементов в сельскохозяйственных районах в связи с использованием фосфатных удобрений.

Литература

1. Арбузов С.И., Рихванов Л.П. Геохимия радиоактивных элементов: учебное пособие. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011. – 304 с.
2. Биоиндикация загрязнения водоемов при помощи растений семейства Рясковые [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://lib.convdocs.org/docs/index-161399.html?page=197> (дата обращения: 13.01.2014)
3. Иванов А.Ю. Уран и торий в донных отложениях непроточных водоемов юга Томской области // Известия Томского политехнического университета. – Томск, 2001. – Т. 318. – С. 159–165.
4. Никонов М.В., Гоголев А.В., Тананаев И.Г., Мясоедов Б.Ф. О высших степенях окисления Рu в растворах щелочей в присутствии озона // Радиохимия. – М., 2004. – Т. 46. – № 4. – С. 312–314.
5. Памяти первых российских биогеохимиков : Сб. науч. тр. / Рос. акад. наук, Ин-т геохимии и аналит. химии им. В. И. Вернадского ; Отв. ред. Э. М. Галимов. – М.: Наука, 1994. – 219с.
6. Пат. № 2096781 Россия, МПК G 01 N 33/24. Способ оценки загрязнения почв агроландшафта поллютантами: Н.Г. Малюга, Л.В. Цаценко, Л.Х. Аветянц. Заявлено. 24.01.1996; Оpubл. 20.11.1997. – 6 с.
7. Рихванов Л.П. Общие и региональные проблемы радиоэкологии. – Томск: Издательство Томского политехнического университета, 1997. – 384 с.
8. Рясковые как биоиндикаторы [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://duckweed.kubagro.ru/biocont.htm> (дата обращения: 22.10.2013)
9. Cross J.W. The charms of duckweed [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.mobot.org/jwcross/duckweed.htm> (дата обращения: 28.02.2013)
10. Datko A.H., Mudd S.H., Giovanelli J., Macnicol P.K. Sulfur-containing compound in Lemna per-pusilla 6746 grown at a range of sulfate concentrations // Pl. Physiol. – 1978. – Vol. 62. – P. 629–635.

ИЗУЧЕНИЕ ЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА ГОДИЧНЫХ КОЛЕЦ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ (PINUS SYLVESTRIS) БАРГУЗИНСКОГО РАЙОНА РЕСПУБЛИКИ БУРЯТИИ

А.С. Миронова

Научные руководители профессор Н.В. Барановская, профессор Л.П. Рихванов
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Химический состав растений является важным систематическим признаком, сформированным в процессе эволюции. Каждому виду растений соответствуют определенные концентрации химических элементов [8]. Известно также, что химический состав растений зависит от многих разнородных факторов, однако в целом он отражает элементный состав среды роста [6]. Поэтому исследование элементного состава древесины используется в дендрохронологических методах изучения периодов техногенного воздействия на экосистемы [10].

В данной работе изучается химический элементный состав годичных колец *Pinus sylvestris* (L.), произрастающей на территории Забайкальского национального парка, Баргузинского района.

Образцы древесного вещества *Pinus sylvestris*, произрастающих в естественных древостоях вблизи Кулиных болот (полуостров Святой Нос) и ручья Буртуй (приток озера Арангатуй, вблизи Чивыркуйского залива), были взяты в 2012 году. Отбор проб древесины выполнен специальным пробоотборником, что позволило получить цельный керн древесины с полной хронологической колонкой годовых колец. Как правило, одно кольцо соответствует одному году жизни дерева [10]. Всего было отобрано 4 керна (по два с каждого дерева), которые были объединены. Пробы древесины из точек отбора охватывают временной интервал с 1780 по 2012 годы. Пробы были разделены на пять временных интервалов и проанализированы на 61 химический элемент методами ИНАА и ICP-MS. Полученные результаты определения концентрации химических элементов были обработаны статистическими методами с помощью пакета прикладных статистических программ «Excel 10.0».

На рис.1 представлено среднее содержание (мг/кг) химических элементов в сосне обыкновенной. Наибольшие концентрации приходятся на элементы: Ca, K, Mg, P, Mn, Al, Na. Пять элементов относятся к биофильным (по А.И. Перельману): P является элементом энергичного накопления в растениях, Ca, K, Mg и Na – сильного [2]. Накопление биофильных элементов в кислых растворах и вегетативных органах растений регулируется внутренними факторами растения и мало зависит от содержания их в почвах [1]. Элементы Mn и Al – слабого и очень слабого накопления (по А.И. Перельману) [2] поглощаются растением из почвы и коренных пород. Известно, что при повышении кислотности почвы, химические элементы, находящиеся в минеральных формах (K, Na, Ca, Al, Si) переходят в подвижное состояние [1].

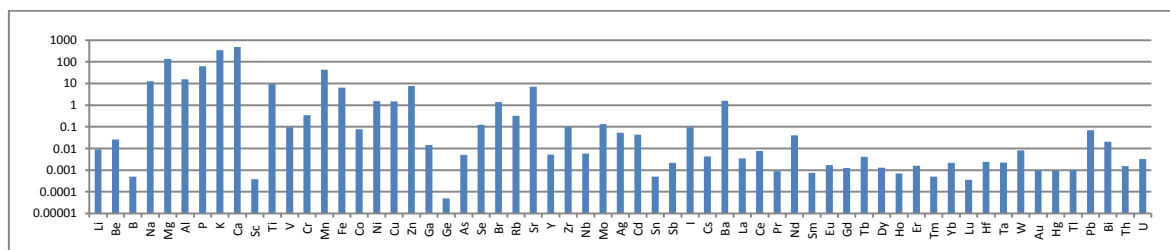


Рис. 1 Диаграмма средних содержаний концентраций (мг/кг) химических элементов в байкальской сосне

Все изучаемые элементы были разделены на группы в соответствии с тенденцией изменения их концентраций в интервале с 1780 по 2012 годы (табл.). Помимо перечисленных тенденций мы наблюдаем: 1) снижение концентраций элементов по мере приближения к коре (Ca, Mn, Zn, Sr, Mg, Ba и др.); 2) увеличение концентраций по мере приближения к коре (Rb, K, Al и др.).

Таблица

Тенденции концентраций химических элементов

Тенденции	Элементы
Слабовыраженная к уменьшению и увеличению	B, Sn, Ge, Tm, As
Максимальное накопление в период 1780-1899 гг.	Be, Mg, Ti, Ni, Se, Au, La, Nb, I, Dy, Mo, Eu, Hf, Sm
Максимальное накопление в период 1900-1944 гг.	Mn, Zn, Ga, Ba, Ce, Nd, Tb, Er, Y, Ho
Максимальное накопление в период 1945-1962 гг.	Ca, V, Co, Br, Sr, Ag, Cd, Sb, Th, U, Eu, Yb
Минимальное накопление в период 1945-1962 гг.	Mg, Al, Sc, Ga, Zr, Ba
Максимальное накопление в период 1963-1979 гг.	Li, Cs, Hg
Минимальное накопление в период 1963-1979 гг.	Lu, Ta
Максимальное накопление в период 1980-2012 гг.	Na, Al, P, K, Sc, Cr, Fe, Cu, Rb, Zr, Pr, Gd, W, Tl, Pb, Bi, Mo, Ho, Yb, Hf, Sm

Такой сложный характер распределения у элементов Ca, K, Al, Rb (рис. 2). Так, Е.А.Ваганов, А.М. Грачев и др. [4] в своих исследованиях отмечают, что в последние сто лет наблюдается обеднение почвенного

поглощающего комплекса (ППК) катионами Ca^{2+} , Mg^{2+} , Sr^{2+} . Главная причина обеднения ППК – снижение pH почв вследствие выпадения кислотных осадков и замещение катионов Ca^{2+} и Mg^{2+} в ППК катионами Al^{3+} . Также, возможной причиной уменьшения концентраций Ca, Mg, Sr и Ba может являться конкуренция между древесным и напочвенным покровом за макроэлементы [4]. И.В. Хвостов и др. [10] в своей работе для сосны обыкновенной, изучаемой в разных районах, отмечают одинаковые динамики изменения концентраций элементов в годовых кольцах. Так, исследователи наблюдали снижение концентраций Ca, Mn, Zn и Sr, и увеличение – Rb и K по мере приближения к коре [10]. Данные закономерности характерны и для наших наблюдений. Можно предположить, что такое поведение химических элементов связано с биологическими процессами, происходящими в растении. Другая группа элементов отражает геохимическое изменение биосферы в процессе техногенеза.

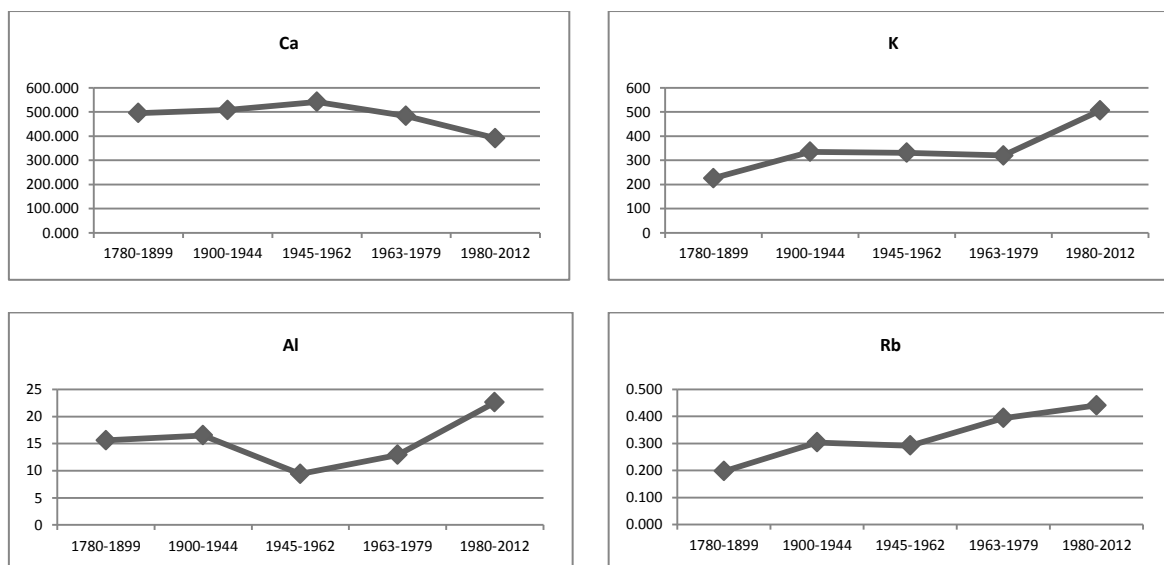


Рис. 2 Диаграммы содержаний химических элементов Ca, K, Al, Rb (мг/кг) на интервале с 1780 по 2012 годы

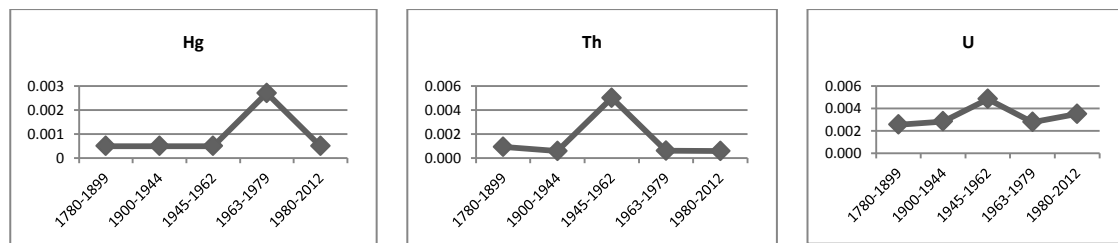


Рис. 3 Диаграммы содержаний химических элементов Hg, Th, U (мг/кг) на интервале с 1780 по 2012 годы

Известно, что Hg легко поглощается корневой системой и переносится в самом растении. Есть много свидетельств тому, что возрастание содержания Hg в почве и питающих растворах вызывает возрастание её содержания и в растениях [6]. Поступление высоких концентраций ртути на временном интервале 1963-1979 гг. (рис.3) можно связать с максимальным техногенным воздействием в это время на акваторию озера Байкал. В литературе имеются данные о загрязнении соединениями ртути озера Байкал сточными водами Северобайкальского отделения Байкало-Амурской магистрали [7], а также сточными водами Байкальского целлюлозно-бумажного комбината, начавшего свою промышленную деятельность в 1966 году [5].

Высокие концентрации U и Th на временном интервале 1945-1962 гг. (рис. 3) также могут говорить о техногенном влиянии. Проблема радиоактивного загрязнения окружающей среды возникла в 1940-х гг., когда впервые было использовано атомное оружие и началось накопление ядерного потенциала в ряде стран мира. Создание арсенала ядерных вооружений сопровождалось их регулярными испытаниями, сопряжёнными с рассеиванием во всей толще тропосферы естественных и искусственных радиоактивных элементов [9].

Таким образом, в ходе исследований мы получили информацию о химическом элементном составе *Pinus sylvestris* (L.). Территория отбора проб – Забайкальский национальный парк – является заповедной, отдалённой от прямого антропогенного воздействия. Полученные данные могут являться фоновыми для вида *Pinus sylvestris* (L.). Накопление определённых элементов в деревьях, в свою очередь, может быть связано с индивидуальными физиологическими реакциями растения на факторы окружающей среды [11]. Полученная информация трудна в интерпретации, однако некоторые явления вполне объяснимы. Так, годовые кольца

древесных растений являются интересным объектом для изучения динамики изменения геохимического состава биосферы.

Литература

1. Белоголова Г.А., Матяшенко Г.В. Отражение геохимической особенности природно-техногенных экосистем Южного Прибайкалья в киселемных растворах берёзы. // Проблемы геохимии эндогенных процессов и окружающей среды: материалы Всероссийской научной конференции. – Иркутск. 2007. – Т. 1. – С. 124-128
2. Беус А.А., Грабовская Л.И., Тихонова Н.В. Геохимия окружающей среды. – М., «Недра», 1976. – 248 с.
3. Битвинскас Т.Т. Дендроклиматические исследования. – Л., 1974. – 172 с.
4. Ваганов Е.А. Дендрохронология элементного состава как перспективное направление биогеохимии / Е.А. Ваганов, А.М.Грачёв, В.В. Шишов, И.П. Панюшкина и др. // Доклады Академии наук. – М, 2013. – Т. 453. – № 6. – С. 702-706.
5. Грошева Е.И., Бейм А.М. Ртуть в сточных водах БЦБК // Материалы конференции «Проблемы экологической химии и токсикологии в охране природы». – Байкальск, 1990. – С. 48–49
6. Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях. – М., 1989. – 439 с.
7. Лосева Р.П., Грошева Е.И., Афонина Т.Е.. Влияние сточных вод Северобайкальского отделения БАМ на озеро Байкал и его притоки // Материалы конференции «Проблемы экологической химии и токсикологии в охране природы». – Байкальск, 1990. – С. 94–96.
8. Перельман А.И. Геохимия ландшафта. – М., 1975. – 342 с.
9. Хаханина Т.И., Никитина Н.Г. Химия окружающей среды: учебное пособие. – М.: Издательство Юрайт; Высшее образование, 2010. – 129 с.
10. Хвостов И.В., Ковальская Г.А., Павлов В.Е. Элементный состав годовых колец сосны обыкновенной из районов Чернобыля и Подкаменной Тунгуски. // Химия растительного сырья. – Барнаул, 2011. – № 2. – С. 153–158.
11. Grachev A.M., Vaganov E.A., Leavitt S.W., Panyushkina I.P., Chebykin E.P., Shishov V.V., Zhuchenko N.A., Klorre A.A., Hughes M.K., Naurzbaev M.M. Methodology for development of a 600-year tree-ring multi-elemental record for larch from the Taymir Peninsula, Russia // Journal of Siberian Federal University. Biology. – Krasnoyarsk, 2013. – № 6(1). – P. 61–72.

ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ РАДИОАКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ПОЧВАХ И ЛИСТЬЯХ НА ТЕРРИТОРИИ Г. КЫЗЫЛ (РЕСПУБЛИКА ТУВА)

Е.Я. Намчак

Научный руководитель профессор Е.Г. Язиков

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Загрязнение окружающей среды является одной из наиболее важных проблем человечества на современном этапе развития.

В данной работе описывается проблема загрязнения территории г. Кызыла Республики Тува в результате сжигания угля на основе анализа проб почв и листьев тополей. В рамках данного исследования были рассмотрены и проанализированы результаты исследований проб почв и листьев тополей на территории города. По результатам этих исследований установлены уровни накопления радиоактивных элементов в почвенном покрове и листьях тополя.

Котловинный рельеф Кызыла, частые антициклоны и инверсии температуры создают неблагоприятные условия для рассеивания загрязняющих веществ в атмосфере, приводящее в зимнее время к повышенному загрязнению, туманам и смогам [1].

Основными источниками поступления радиоактивных элементов в почвы и растения города являются предприятия энергетики (ЦЭС), промышленные и коммунальные котельные, частный жилой сектор с печным отоплением, работающие на углях. Угли как природные образования содержат в тех или иных количествах естественные радиоактивные элементы [2].

Все это вызывает многофакторное ухудшение качества окружающей среды территории, требующее в настоящий момент комплексных мер защиты, и в связи с этим возникла необходимость проведения эколого-геохимического исследования территории г. Кызыла для установления уровня накопления радиоактивных элементов.

Предметом исследования послужили почвенный покров и листья тополей территории Кызылской ТЭЦ, промышленной зоны и частного сектора города, а также фоновой площадки в 40 км от г. Кызыла в северо-западном направлении.

Отобранные образцы были проанализированы инструментальным нейтронно-активационным методом в лаборатории ядерно-геохимических исследований кафедры геоэкологии и геохимии Томского политехнического университета, который позволил определить микроэлементный состав почвенных проб и золы листьев.

Степень загрязнения почвенных проб и золы листьев оценивалась методом сравнения содержаний радиоактивных элементов с их фоновыми концентрациями. В результате исследований, были получены следующие результаты (рис. 1, 2).

Максимальные значения по содержанию урана в пробах почв, как видно из рисунка 1, в районе кирпичного завода - до 3 мг/кг, тория – до 7 мг/кг. Минимальное превышение над фоном для U составляет 1,4

раза в районе теплоэлектростанции, максимальное – 1,8 раз на территории частного сектора. Для Th минимальное превышение – 1,4 раза в районе теплоэлектростанции, максимальное – 2,4 раза в районе кирпичного завода.

Содержание урана в листьях тополя, как видно из рисунка 2, в районе кирпичного завода до 0,6 мг/кг, тория – до 1 мг/кг. В районе теплоэлектростанции содержание U на уровне фона, максимальное превышение фона в районе кирпичного завода – в 5 раз.

В целом для города устанавливаются средние содержания для почв по урану - 2,2 мг/кг, тория - 4,3 мг/кг и торий-урановое отношение – 1,9. Вместе с тем, средние концентрации урана в пробах золы листьев 0,2 мг/кг, тория 0,5 мг/кг, значения торий-уранового отношения – 2,2.

Если сравнивать данные значения с другими регионами, то, например, в почвах территории г. Томска среднее содержание урана составляет 2,4 мг/кг, тория – 7,5 мг/кг, при торий-урановом отношении 3,1, в почвах г. Иркутска – 3,5 мг/кг и 9,4 мг/кг соответственно, торий-урановое отношение составляет 2,6. В Республике Бурятия содержание урана – 2,2 мг/кг, тория – 7,0 мг/кг, Республике Алтай урана – 2,4 мг/кг, тория – 6,7 мг/кг, при торий-урановом отношении 3,1 и 2,8 соответственно [3, 4].

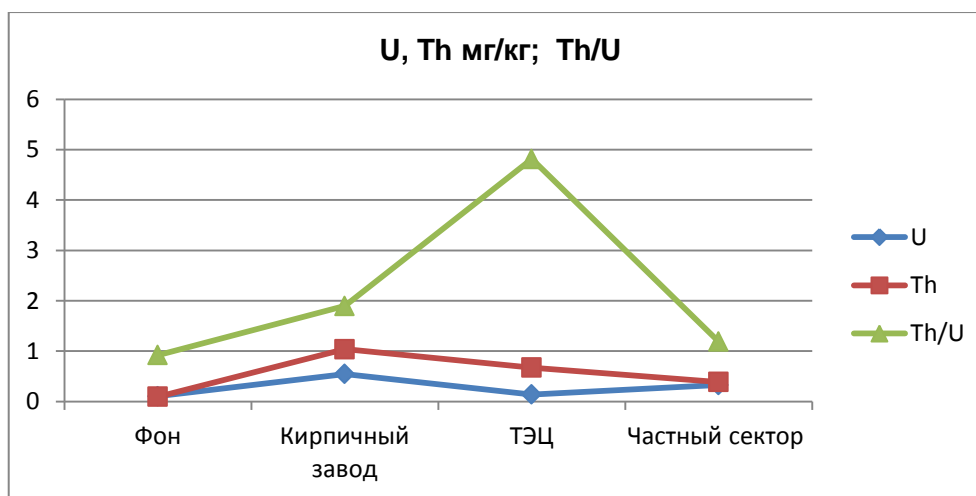


Рис. 1 Диаграмма распределения радиоактивных элементов в почвах г. Кызыла

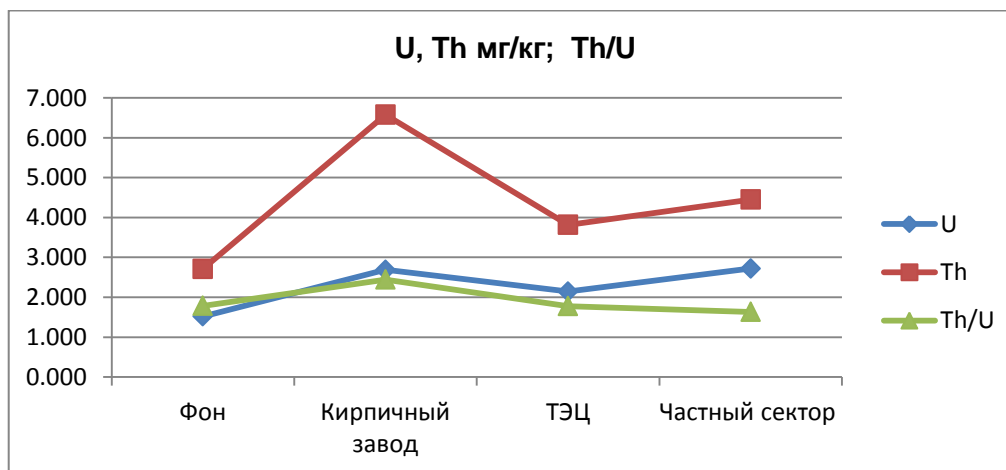


Рис. 2 Диаграмма распределения радиоактивных элементов в золе листьев тополей г. Кызыла

Таким образом, по имеющимся данным видно, что наблюдается сильное превышение концентрации урана и тория на территории, прилегающей к кирпичному заводу. Это связано с исходным материалом, используемым для изготовления кирпичей. В данном случае это могут быть глины, в которых фиксируются повышенные природные концентрации радиоактивных элементов. Анализ материалов показал, что в зольных пробах листьев тополя содержание урана и тория значительно ниже, чем в пробах почв. Средние содержания радиоактивных элементов в почвах г. Кызыла ниже, чем в вышеприведенных данных по городам и республикам.

Выполненные исследования позволили оценить уровни концентраций радиоактивных элементов в компонентах природной среды территории г. Кызыла и наметить дальнейшие исследования для принятия управленческих решений на уровне администрации города.

Литература

1. Кара-Сал И.Д. Оценка эколого-геохимического состояния территории г. Кызыла: Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. – Томск, 2012. – 23 с.
2. Жорняк Л.В. Эколого-геохимическая оценка территории г. Томска по данным изучения почв: Автореф. дис. ... канд. геол.-минер. наук. – Томск, 2009. – 22 с.
3. Грицко П.П., Гребенщикова В.И., Айсуева Т.С. Содержание урана и тория в почвах г. Иркутск // Вестник Иркутского государственного технического университета. – Иркутск, 2012. – Т. 60. – № 1. – С. 34-40.
4. Рихванов Л.П., Страховенко В.Д., Маликова И.Н. Радиоактивные элементы в почвах Сибири // Материалы IV Международной конференции «Радиоактивность и радиоактивные элементы в окружающей среде». – Томск, 2013. – С. 178-182.

ГЕОХИМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЛЕЖАЛЫХ ХВОСТОВ ОБОГАЩЕНИЯ ЯРОСЛАВСКОГО ГОРНО-ОБОГАТИТЕЛЬНОГО КОМБИНАТА

Е.В. Оводова, Ж.А. Шагина, С.С. Калунзига

Научный руководитель старший преподаватель Е.В. Оводова
Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток, Россия

За время работы Ярославского горно-обогатительного комбината произошло коренное преобразование ландшафта: сформировались техногенные формы рельефа, отмечается изменение гидрогеологических условий и ухудшение качества поверхностных и подземных вод, происходит загрязнение атмосферы выбросами от разнообразных источников (хвостохранилищ, карьеров, перерабатывающих цехов).

Как показали проведенные исследования, значительная роль в загрязнении экосистемы Хорольского района отводится Ярославскому хвостохранилищу.

Под действием естественных факторов хвостохранилища подвергаются постоянному разрушению. Развитие водной эрозии обуславливает смыл с их поверхности тяжелых металлов, а интенсивная фильтрация приводит к загрязнению подземных вод высокотоксичными элементами. В результате дефляционных процессов тонкодисперсные фракции хвостов представляют реальную опасность загрязнения ближайших населенных пунктов, что может неблагоприятно сказаться на здоровье местного населения.

По общему мнению специалистов - экологов, негативное воздействие хвостохранилищ достигло уровня, превышающего восстановительные силы природы. Поэтому комплексное исследование лежалых песков Ярославского хвостохранилища является актуальным и важным, для изучения и прогнозирования глобальных изменений экосистемы района.

В 2013 г было произведено геохимическое опробование хвостохранилищ № 1, № 4(2) и № 3 в пределах Ярославского горно-обогатительного комбината, отобрано 15 проб.

Лабораторный анализ проб проводился на базе аккредитованной лаборатории ДВГИ ДВО РАН г. Владивостока.

Для оценки степени воздействия хвостохранилищ Ярославского ГОКа на состояние окружающей среды и здоровье населения был произведен комплексный анализ загрязнения лежалых песков и прилегающих к хвостохранилищу территорий.

Основными критериями, используемыми для оценки степени загрязнения грунтов, должны быть предельно-допустимые концентрации (ПДК) и ориентировочные допустимые количества (ОДК) химических веществ в почве по ГОСТ 17.4.1.03-84 [2].

В результате проведенного геохимического анализа (табл.1) установлено, в хвостохранилищах Ярославского горно-обогатительного комбината сосредоточены экотоксичные металлы со значительными превышениями ПДК (ОДК), относящиеся к 1 классу опасности – Ве (2500 ПДК), As (257 ПДК), Рь (4,7 ПДК), Zn (8,2 ПДК).

Таблица 1

Содержание элементов в хвостах обогащения Ярославского ГОКа, мг/кг

Значение	Содержание, мг/кг														
	Класс опасности														
	I				II				III - IV						
	Ве	As	Pb	Zn	Cu	Co	Cr	Ni	V	W	Mn	Sr	Ti	Li	Bi
Среднее (n=15)	385	515	151	505	130	4,2	53,5	11,56	45,5	33,3	1155	900	1195	2400	7,05
Мин.	200	100	50	300	30	3	30	0,6	30	30	3	600	80	1000	3
Макс.	500	2000	300	800	300	10	100	100	60	50	3000	1000	2000	3000	15

Примечание: * – здесь и далее анализы и образцы любезно предоставлены И.А. Тарасенко, старший научный сотрудник ДВГИ ДВО РАН

Умеренно опасные вещества (2 класс опасности) Cu, Cr, Co, Ni определяются в грунтах хвостохранилища в количествах, не превышающих нормативных требований. Незначительные превышения ПДК характерны для меди (2,2 ПДК) и никеля (5 ПДК) в единичных пробах.

Малоопасные элементы V, W, Mn, Sr равномерно распределены в хвостах обогащения. Превышение фоновых концентраций обнаруживается для вольфрама (2,6 ПДК), стронция (2,6 ПДК) и марганца (2 ПДК).

Как показали проведенные исследования, со значительными превышениями ПДК (ОДК) и фоновых значений, в хвостохранилищах накапливаются висмут (783 ПДК) и литий (75 ПДК).

Высокие концентрации в хвостохранилищах лития и бериллия объясняется тем, что Вознесенское и Пограничное месторождения, являющиеся основной сырьевой базой Ярославского горно-обогатительного комбината, характеризуются редкометалльно (Be, Li, Rb, Cs) - флюоритовой минерализацией [1]. Кроме того, на месторождениях широко проявлены процессы грейзенизации, где литий входит в состав слюд (лепидолита, парогонита, фенгита и др.).

Высокое содержание цинка в хвостах обогащения связано с тем, что на северо-западном фланге в разработку попадают стратиформные цинковые руды Вознесенского месторождения со значительным содержанием флюорита, в связи с чем, они также перерабатываются на обогатительной фабрике [3].

Мышьяк в повышенных содержаниях присутствует в цинковых рудах Вознесенского месторождения в составе арсенипирита, который образует мелкую вкрапленность в рудах [5].

В рыхлых отложениях Вознесенского рудного района отмечается присутствие ильменита, что влияет на существенные содержания титана в составе хвостов обогащения, а стронций [5] геохимически связан с флюоритом.

Из вышесказанного следует, что химический состав хвостов обогащения зависит, прежде всего, от состава исходных пород и минералов, слагающих руды месторождений Вознесенского рудного района.

Таким образом, можно сделать вывод, в результате переработки руд по флотационной схеме с извлечением концентрата только флюорита марки ФФ-92, попутные компоненты уходят в хвосты фабрики, где сохраняются и накапливаются, образуя геохимические аномалии, и оказывают негативное воздействие на экосистему исследуемого района.

Согласно СП 11-102-97 [4] была произведена оценка степени загрязнения лежалых песков химическими веществами и определена категория их загрязнения (табл.2). Химическое загрязнение грунтов оценивается по суммарному показателю химического загрязнения (Z_c), являющемуся индикатором неблагоприятного воздействия на здоровье населения.

Таблица 2

Оценка химического загрязнения хвостов обогащения по суммарному показателю химического загрязнения (Z_c)

Проба, №	Коэффициент концентрации (по отношению к C_{ϕ})											Z_c
	Be	As	Pb	Zn	Cu	Cr	Co	Ni	V	Sr	Ba	
	Фон											
	3,8	4,77	16,02	61,3	23,4	39,1	13	14	90	340	650	
3/1	105,3	62,8	5,0	8,2	3,4	1,5	0,4	0,7	0,3	1,8	0,5	179,9
3/2	105,3	41,9	3,1	8,2	2,1	1,5	0,2	0,04	0,3	1,8	0,5	154,94
3/3	105,3	125,8	18,7	13,1	4,3	2,1	0,2	0,04	0,3	1,8	0,5	262,14
3/4	105,3	20,9	3,1	8,2	1,3	1,5	0,4	0,7	0,3	1,8	0,5	134
3/5	52,6	62,8	6,2	4,9	1,3	1,5	0,5	0,7	0,5	2,9	0,5	124,4
3/6	105,3	62,8	12,5	8,2	4,3	0,8	0,2	0,4	0,5	2,9	0,5	188,4
3/7	105,3	419,3	31,2	13,1	4,3	1,5	0,4	0,6	0,6	2,9	0,5	569,7
3/8	131,6	167,7	12,5	9,8	12,8	1,3	0,4	0,6	0,5	2,9	0,5	330,6
2/1	78,9	41,9	6,2	8,2	4,3	2,6	0,4	0,7	0,6	2,9	0,6	137,3
1/1	105,3	104,8	6,2	8,2	8,5	0,8	0,2	0,4	0,5	2,4	0,5	227,8
1/2	105,3	167,7	6,2	9,8	8,5	1,3	0,4	0,7	0,6	2,9	0,5	293,9
1/3	105,3	62,8	12,5	6,5	4,3	1,3	0,2	7,1	0,5	2,9	0,5	193,9
1/4	105,3	20,9	3,7	4,9	3,4	0,8	0,2	0,4	0,6	2,4	0,5	133,1
1/5	131,6	62,8	6,2	6,5	8,5	1,3	0,2	0,6	0,3	2,9	0,5	211,4
1/6	105,3	83,9	6,2	8,2	6,4	1,3	0,8	0,4	0,3	2,9	0,5	206,2

Анализ данных, свидетельствует о том, что суммарный коэффициент загрязнения Z_c меняется в диапазоне от 124,4 до 569,7 (табл. 2). При этом минимальный коэффициент загрязнения (124,4) соответствует пробе 3/5, а максимальный (569,7) пробе 3/7.

Величина показателя Z_c в, соответствии с ориентировочной оценочной шкалой, приведенной в СанПиН 2.1.7.1287-03 [4], позволяет характеризовать обследуемую территорию по содержанию металлов, как *опасную и чрезвычайно опасную*, требующую проведения специальных рекультивационных мероприятий.

Литература

1. Говоров И.Н., Благодарева С.Н., Журавлев Д.З. Петрогенезис флюоритовых месторождений Вознесенского района (Приморье) по данным Rb-Sr-изотопии магматических и метасоматических пород // Тихоокеанская геология. – Хабаровск, 1997. – Т. 16. – № 5. – С. 60–69.
2. ГОСТ 17.4.1.02-83 Охрана природы. Почвы. Классификация химических веществ для контроля загрязнения.
3. Рязанцева М. Д. Вознесенское редкометалльно - флюоритовое месторождение // Геодинамика, магматизм и металлогения Востока России: в 2 кн. / под ред. А.И. Ханчука. – Владивосток: Дальнаука, 2006. – Кн. 2. – С. 597–599.
4. СанПиН 2.1.7.1287-03 «Санитарно-эпидемиологические требования к качеству почвы». – М.: Госсанэпиднадзор России, 2003. – 26 с.
5. Шкурко Э.И. Геолого-структурные условия формирования бериллиево-флюоритовых месторождений Вознесенского рудного района Приморья: Автореферат. дис. ...канд.геол.-минер.наук. – М.:ВИМС, 1974. – 29 с.

ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ АНТРОПОГЕННОГО ФАКТОРА НА КОМПОНЕНТЫ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ ДОЛИНЫ ТУЙМААДА

Н.П. Романова¹

Научные руководители доцент Н.А. Осипова¹, зав. лабораторией физико-химических методов анализа Я.Б. Легостаева²

¹Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

²Научный исследовательский институт прикладной экологии Севера, г. Якутск, Россия

Долина Туймаада расположена в среднем течении р. Лена и представляет собой плоскую террасированную равнину, расчлененную рекой и ее притоками. По факторам выноса водными потоками, атмосферного переноса, конвергентности потоков, способности почв к самоочищению территория долины Туймаада относится к зонам с низкой способностью к самоочищению и устойчивости ландшафтов.

В долине Туймаада расположен г. Якутск с прилегающими населенными пунктами – Жатай, Хатассы, Табага, Кангалассы, Тулагино, Кильдямцы, Сырдах и др. Основной вклад в трансформацию природных сред долины приносит г. Якутск.

В городе Якутске, как и на любой урбанизированной территории, сосредоточены разнообразные источники воздействия (промышленные объекты, топливно-энергетический сектор, сельскохозяйственные предприятия, автотранспорт и др.). Поэтому можно говорить о их влиянии на все компоненты природной среды. При этом следует подчеркнуть, что пьезометрический уровень расположения основных промышленных источников (свалка ТБО на 9 км Вилюйского тракта, пометоотстойник птицефабрики, пометоотстойник свиноплекарского завода, газоперерабатывающий завод и др.) выше, чем местоположение города и весной с потоками снеготалой воды загрязняющие компоненты активно сносятся на территорию Якутска и загрязняют почвенный покров.

Градостроительство ведет к отчуждению больших территорий, трансформации естественных ландшафтов и уничтожению биоты. Под воздействием многочисленных зданий и сооружений происходит механическая деформация грунтов, деградация криолитозоны, заболачивание и др. В целях защиты грунтов от переувлажнения предпринимаются различные инженерно-защитные мероприятия (искусственная мелиорация, принудительное охлаждение оттаявших грунтов, дренирование и др.), которые зачастую не контролируются должным образом и могут ухудшить состояние геологической среды.

Культурный слой земли Якутска в основном представлен пылевато-суглинистыми и реже пылевато-супесчаными грунтами, также содержит органические остатки, твердый бытовой и строительный мусор. Данный слой создает механический барьер, препятствующий подземному и надмерзлотному стоку [3]. Толщина или мощность данного слоя г. Якутска сильно варьирует от нескольких сантиметров на окраинах и до 10 м в центре города [4].

Из-за нарушения проточности крупных озер города, происходит накопление загрязняющих компонентов в воде и донных отложениях. За счет этого озера зарастают и мелеют. По данным мониторинговых наблюдений за состоянием крупных озер территории города Якутска лабораторией физико-химических методов анализа Научно-исследовательского института прикладной экологии Севера (г. Якутск) были выделены основные поллютанты вод и донных отложений. Наиболее характерными загрязняющими компонентами для озерных вод являются общее железо, марганец, свинец, цинк. В донных отложениях наблюдается накопление микроэлементов – свинец, никель, кадмий, кобальт, хром, медь и мышьяк. За 2012 г. содержания данных компонентов в донных отложениях оз. Сергелях превышают региональный геофон, в других исследованных озерах превышений не выявлено [2].

Состояние атмосферного воздуха Якутска остается напряженным за счет выбросов продуктов горения, таких как бенз(а)пирен, оксиды азота и углерода, твердых части (зола, сажа) и др. Их наибольшие концентрации регистрируются зимой в отопительный сезон. Летом в засушливый период атмосфера загрязняется выхлопными газами от автотранспорта и пылевыведениями. Наиболее загрязненными районами являются Центральный и пункт Гимени, где отмечается интенсивное движение транспорта плотная застройка [1].

Почвы урбанизированных территорий способны сорбировать и накапливать в себе загрязняющие компоненты как в виде твердых частиц (пыль) и жидкой фазы (атмосферные осадки, поверхностный сток и др.),

так и в газовой форме. Однако лишь небольшая часть городских почв открыто участвует в естественной миграции веществ. Зачастую их большая часть запечатывается асфальтовыми, бетонными покрытиями, зданиями и сооружениями. Поэтому неочищенные стоки и загрязненные осадки напрямую попадают в природные среды.

Почвы и урбаноземы г. Якутска склонны к засолению и заболоченности – центр города, основные улицы являются сильносоленчаковатыми. Общая сумма солей колеблется в пределах от 0,5 до 0,8%. На долю хлоридов приходится от 30- 50%, бикарбонатов – 30-40%, сульфатов – 15-20% от всего количества солей. Среди катионов преобладают натрий и кальций[4].

Около 49% территории г. Якутска характерна слабощелочная рН (7,5-8,5). Селитебной и промышленной зонам соответствует нейтральный рН, а для автотранспортной зоны города свойственна щелочная среда (например, район Автовокзала, на Автодорожном, Сергеляхском и Вилуйском шоссе, на перекрестках улиц Дзержинского и Кальвица; район Авиапорта).

На территории города за период 2009-2011 гг. отмечались высокие концентрации подвижных форм цинка, свинца, марганца, кадмия, никеля, и меди.

По данным исследований почвенного покрова г. Якутска НИИ ПЭС территория города по показателю суммарного показателя загрязнения характеризуется мозаичностью степеней загрязнения. В 2011 г. отмечаются два локальных участка с чрезвычайно высокой степенью загрязнения, приуроченных к Центральному району города. Высокая степень загрязнения находится на участках расположения основных источников загрязнения [4].

Комплексное исследование состава компонентов природной среды необходимо для изучения трансформации долины Туймаада под влиянием ее урбанизации. В основные задачи исследований следует ввести выявление источников деградации окружающей среды и устранение негативных последствий для восстановления и сохранения целостности долины Туймаады, как уникального природного памятника времен позднего палеолита.

Литература

1. Доклад об экологической ситуации в Республике Саха (Якутия) за 2012 г. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://sakha.gov.ru/node/120837> (дата обращения: 01.03.2013)
2. Ксенофонтова М.И. и др. Характеристика химического состава вод и донных отложений крупных водоемов г. Якутска // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. – М., 2013. – № 4. – С. 493–499.
3. Павлова Н.А. К вопросу о решении проблемы обводнения застраиваемой территории города Якутска // Наука и образование. – Якутск, 2013. – № 3. – С. 101–105.
4. Сивцева Н.Е. Экогеохимические особенности формирования урбаноземов в условиях криолитозоны (на примере г. Якутска): Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Якутск, 2012. – 23 с.

ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ОБСТАНОВКА РЕКРЕАЦИОННЫХ ЗОН ГОРОДА РОСТОВ-НА-ДОНУ НА ПРИМЕРЕ ПАРКОВЫХ ЗОН

Д.А. Рудь

Научный руководитель доцент Д.Ю. Шишкина

Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону, Россия

К важнейшим экологическим задачам на сегодняшний день следует отнести изучение окружающей среды, прогнозирование изменений в природной среде под антропогенным воздействием, определение безопасных уровней техногенных нагрузок с экологических позиций. Загрязнение окружающей среды – это геохимический процесс, подчиняющийся общим закономерностям, установленным при изучении геохимии ландшафта.

Ростов-на-Дону – один из крупнейших городов юга Европейской части России, расположен в приустьевой части р. Дон, в 46 километрах от Таганрогского залива Азовского моря. Население города составляет 1 103 733 человека (по данным 2013 г.). Экологическая и геохимическая обстановки почвенного покрова г. Ростова-на-Дону на протяжении длительного периода времени плодотворно изучались Приваленко В.В. и Безугловой О.С. Основной и главной целью их работ являлась оценка состояния окружающей природной среды на территории г. Ростова-на-Дону, контроль за её изменениями под воздействием техногенных факторов, прогнозирование этих изменений на основе регулярных наблюдений [3]. Работы по данной теме велись в 80-90х годах прошлого столетия и, к настоящему времени, полученные результаты устарели. В наше время эколого-геохимическое состояние в городе в корне изменилось. Поэтому для получения новой информации в сфере изучения почвенного покрова города и сравнения данных, полученных Приваленко В.В. и Безугловой О.С., были проведены исследования в этой области. Целью моих исследований стали именно рекреационные зоны города, а именно парковые зоны, т.к. почвы данных территорий являются наиболее экологически незагрязненными, к тому же эти зоны не были исследованы в достаточном количестве, они рассматривались лишь как часть города, т.е. они мало изучены с данных позиций. Также целью исследования было выявление территориального распределения химических веществ в почвенном покрове по рекреационным зонам, закономерностей их распространения в зависимости от местоположения данного ландшафта.

В рамках проделанной работы было отобрано 76 почвенных проб в 10 парках г. Ростова-на-Дону, расположенных в разных частях города. Парки были выбраны специальным образом, чтобы дать как можно большую характеристику химического загрязнения рекреационных зон данной местности. Пробы отбирались различными способами в каждом парке в зависимости от формы и размера парка, а также его расположения. Для

анализа отобранных проб применялся приближённо-количественный спектральный анализ, проведённый в лаборатории ОАО «Южгеология». Данным методом изучались содержания наиболее распространённых элементов, таких как Mn, Ni, Co, V, Zn, Pb, Sn, Cu, Mo и т.д.

Таблица
Содержание химических элементов в почвах рекреационных зон г. Ростова-на-Дону (мг/кг)

Химический элемент	Среднее значение	Минимальное значение	Максимальное значение	Фон [2]	ПДК [1]
Mn	760,1	50	1000	885,0	1500,0
Ni	40,8	30	100	72,1	80,0
Co	10,3	8	20	13,2	-
V	120,4	60	200	145,0	150,0
Cr	1020,2	100	4000	286,0	-
Mo	3,5	1	10	4,2	-
Cu	80,9	50	300	28,9	132,0
Pb	40,2	10	200	13,2	130,0
Zn	190,6	60	800	62,0	220,0
Sn	7,0	2	150	3,2	-

В процессе сравнения парков г. Ростова-на-Дону становится заметным распределение химических элементов по рекреационным зонам данного города. Показатели марганца фактически одинаковы во всех парковых зонах, но наибольшие значения наблюдаются в следующих парках: имени М. Горького, Пионерском, имени Н. Островского, «Дружбы народов» и Строителей. Данные парки расположены в разных частях города, начиная с северного района, охватывая центральные части города, и заканчиваясь в западной части города. Самые минимальные значения наблюдаются в парке «Аллея Роз», находящемся в западном секторе города, т.е. западная часть является наиболее минимальной по содержанию марганца. Превышения фона наблюдаются в парках имени М. Горького, Пионерском, имени Н. Островского, «Дружбы народов», Строителей, где как раз таки и наблюдаются максимальные содержания этого элемента. Превышения ПДК по Mn не наблюдаются ни в одном парке.

Значения Ni во всех парках приближённо равны. Превышения ПДК есть только в одной точке парка имени г. Плевен. Превышения фона наблюдаются в одной точке Пионерского парка, в двух точках парка г. Плевен. Практически все значения Ni лежат в нужных пределах.

Превышения фоновых значений по Co имеются практически во всех парках. Единственным парком, где содержание Co находится в необходимых пределах – это парк имени В. Черевичкина, данный парк также характеризуется одинаковыми показателями кобальта во всех точках отбора проб. Все парки характеризуются приближённо равными значениями.

По показателю V все парки фактически одинаковы. Во всех рекреационных зонах имеются превышения фона. Наибольшее количество точек отбора проб, характеризующихся превышением фона, являются следующие парки: имени М. Горького и имени 8-го Марта. Минимальным содержанием ванадия характеризуются парк Строителей, парк имени В. Черевичкина, парк имени г. Плевен, парк имени Первого Мая. Эти парки охватывают центральную и западную части города. Превышения ПДК имеются в отдельных точках отбора проб почв следующих парков: имени М. Горького, имени 8-го Марта, имени В. Черевичкина.

Результаты анализа по хрому показали, что значения Cr превышают фон во много раз почти во всем точках отбора почвенных проб в каждом парке.

Значения Mo приблизительно равны во всех точках отбора проб. Превышения фона имеются в парках: Пионерском, «Дружбы народов», имени В. Черевичкина, имени г. Плевен, имени Первого Мая и «Аллея Роз». Данные рекреационные зоны охватывают все районы города: северный, центральный и западный.

Во всех точках отбора проб имеются превышения фоновых значений Cu. Среднее значение содержания меди в почвенных пробах парков не выходит за пределы ПДК, но имеются отдельные точки, где наблюдаются превышения. Такие точки имеются в парке имени 8-го Марта, парке имени Н. Островского, парке «Дружбы народов», парке Строителей, парке имени В. Черевичкина. Превышения фона наблюдается во всех точках отбора проб.

Почти все значения свинца превышают фон. Завышенного значения не имеет только одна точка отбора почвенных проб, расположенная в парке «Дружба народов». За пределы ПДК выходят отдельные точки, имеющиеся в парке имени Н. Островского и парке имени В. Черевичкина. Эти два парка расположены относительно близко друг от друга.

За пределы фоновых значений выходят фактически все значения Zn. Не превышает фон одна точка отбора проб, расположенная в пределах парка имени М. Горького. Также в некоторых парках имеются точки, где наблюдается превышения ПДК по цинку, это парки: имени М. Горького, имени 8-го Марта, имени Н.

Островского, Строителей, имени Первого Мая и «Аллея Роз». Эти парки также располагаются в разных районах города.

Завышенные значения по фону в почвенных пробах Sn наблюдаются во многих точках отбора почвенных проб и имеются почти во всех парках, за исключением «Аллея Роз».

По результатам сравнительной характеристики можно сделать вывод, что по содержанию основных химических элементов, приведённых в таблице, данные парки находятся практически в равных пределах. Если имеются превышения по отдельным элементам, то также они наблюдаются в одинаковых парковых зонах. Произведя данную сравнительную характеристику можно сказать, что рекреационные зоны относительно благоприятны по содержанию основных химических элементов.

Литература

1. Гигиенические нормативы 2.1.7.2041–06. Предельно-допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2006. – 15 с.
2. Закруткин В.Е. Геохимия ландшафта и техногенез – Ростов-на-Дону: СКНЦ ВШ, 2002. – 184 с.
3. Приваленко В.В., Безуглова О.С. Экологические проблемы антропогенных ландшафтов Ростовской области. – Ростов-на-Дону: СКНЦ ВШ, 2003. – 290 с.

СОДЕРЖАНИЕ ЦИНКА И ХРОМА В ВОЛОСАХ ДЕТЕЙ С РАЗЛИЧНОЙ БИОХИМИЧЕСКОЙ СТРУКТУРОЙ

М.И. Скрипник

Научный руководитель доцент Н.П. Корогод

Павлодарский государственный педагогический институт, г.Павлодар, Казахстан

В настоящее время выявление структуры распределения очагов загрязнения и установление источников вредных воздействий, а также изучение влияния на население, является одной из важных задач изучения загрязнения природной среды химическими элементами [4].

Региональные особенности микроэлементного статуса жителей промышленных территорий могут быть учтены при определении элементов в биосубстратах и разработки нормативных показателей [1].

Так как биота реагирует даже на незначительные изменения внешних условий, то широко используют биологические методы, которые позволяют получать сведения о непосредственной реакции организмов, сообществ или экосистем на естественные или антропогенные изменения [2].

Имеющиеся данные определенно показывают, что содержание микроэлементов в волосах отражает микроэлементный статус организма в целом и пробы волос являются интегральным показателем минерального обмена. Правомерность и эффективность использования волос в анализе эколого-токсикологических корреляций доказана результатами нескольких международных координированных программ, выполненных под эгидой Международного агентства по атомной энергии (МАГАТЭ) [3].

Химическими элементами, которые могут негативно влиять на организм человека, являются хром и цинк. С одной стороны хром – микроэлемент, необходимый для нормального развития и функционирования человеческого организма, так как он регулирует углеводный обмен и уровень глюкозы в крови, принимает участие в регуляции обмена холестерина и является активатором некоторых ферментов. Но в тоже время хром в сравнительно небольших концентрациях может оказывать токсическое действие на организм человека: вызывает дерматиты, воспалительные заболевания, ухудшает функцию почек и печени, повышает риск возникновения раковых заболеваний и т.д. [6].

Цинк оказывает влияние на активность половых и гонадотропных гормонов гипофиза. При цинковом отравлении наступает фиброзное перерождение поджелудочной железы. Избыток цинка задерживает рост и нарушает минерализацию костей; приводит к дефициту железа, меди, кадмия [5].

Цель работы: определить уровень содержания цинка, хрома в волосах детей с разной структурой волос.

Задачи исследования:

Определение количественного состава Cr и Zn в волосах детей

Сравнить уровень содержания химических элементов в волосах детей с различной пигментацией (черные, каштановые, русые, коричневые).

Материал и методы исследования. При отборе проб использовалась стандартная методика, рекомендованная МАГАТЭ (1989), апробированная и показавшая хорошую результативность. Пробоподготовка проводилась на кафедре геологии и геохимии Томского политехнического университета, аналитик – Судыко А.Ф.

Исследование проводили на территории г. Павлодара, который является развитым промышленным центром Республики Казахстан [9]. Всего проанализировано 100 проб волос детей младшего и среднего возраста с различной пигментацией волос. Цвет волос зависит от количества красящего вещества — меланина, который находится в клетках коркового слоя волоса, а также от количества воздуха, которым «разбавлен» пигмент. Определяющую роль в различии цвета волос играют два пигмента: эумеланин (черно-коричневый) и феомеланин (жёлто-красный) [7, 8].

Результаты исследования представлены в таблице.

Таблица

Уровень содержания хрома и цинка в волосах детей с различной структурой волос на территории г. Павлодара, мг/кг

№	Цвет волос	Cr	Zn
	Каштановые	0,51	174,7
	Коричневые	0,41	198,6
	Русые	0,54	144,4
	Темно-русые	0,60	221,7
	Черные	0,49	233,0

Анализ полученных данных показывает, что наибольшее содержание хрома выявлено в темно - русых волосах (0,60 мг/кг), наименьшее в коричневых (0,41 мг/кг), рисунок 1.

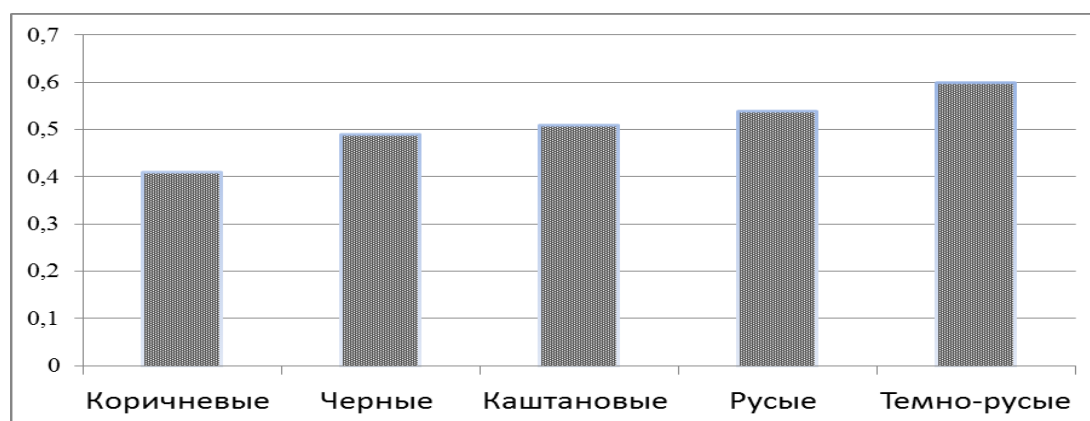


Рис. 1. Распределение хрома в волосах детей различной структуры

Наибольшее содержание цинка зафиксировано в черных волосах (144,4 мг/кг), наименьшее в русых (233,0 мг/кг) (рис. 2).

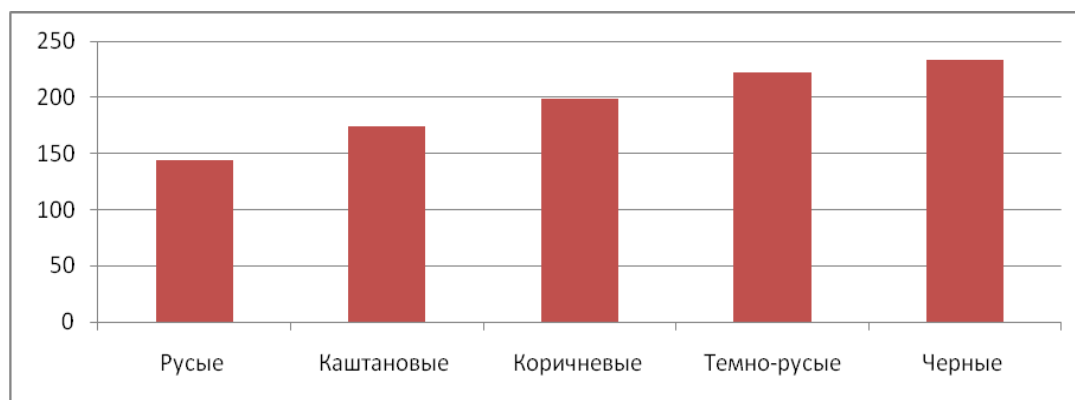


Рис. 2. Распределение цинка в волосах детей различной структуры

Таким образом, на основании вышеизложенного можно сделать вывод, что больше всего хрома содержится в темно-русых волосах, цинка - в черных.

Литература

1. Иванов В.В. Экологическая геохимия элементов: Справочник: В 6 кн./ Под ред. Э.К. Буренкова. – М.: Экология, 1997. – Кн.6: Редкие f – элементы. – 607 с.
2. Карнаузов В. Н., Керженцев А. С., Яшин В. А. Люминесцентный метод биоиндикации состояния экосистем: препринт. – Пушкино, 1982. – 24 с.
3. Ленинджер А. Основы биохимии. – М.: Мир, 1985. – 479 с.
4. Ревич Б. А. Загрязнение окружающей среды и здоровье населения. Введение в экологическую эпидемиологию. – М.: МНЭПУ. 2001. – 264 с.
5. Скальный А.В.. Химические элементы в физиологии и экологии человека. – М: Оникс 21 век, 2004. – 216 с.
6. Скальный А.В. Биоэлементы в медицине. – М: Оникс 21 век, 2004. – 272 с.
7. Тегак Л.И., Кметинский Е. Антропология. Учебное пособие Основные проблемы антропологической науки в 2-х аспектах. – М.: Новое знание. 2004. – 399 с.
8. Хрисанфова Е. Н., Перевозчиков Е. В. Антропология. – М., 2003. – 231 с.
9. Официальный сайт Департамента статистики Павлодарской области [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.oblstat.pavl.kz/rus/pavlcity/> (дата обращения: 01.02.2014)

МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СОЛЕВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ПИТЬЕВЫХ ВОД И ИХ ПРИРОДНЫХ АНАЛОГОВ

Б.Р. Соктоев

Научный руководитель профессор Л.П. Рихванов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Солевые отложения, или накипь, представляют собой согласно Большой Советской Энциклопедии «...твердые отложения, образующиеся на внутренних стенках паровых котлов, водяных экономайзеров, пароперегревателей, испарителей и других теплообменных аппаратов, в которых происходит испарение или нагревание воды, содержащей те или иные соли» [1]. Исследования сотрудников кафедры геоэкологии и геохимии Томского политехнического университета (ТПУ) на протяжении более чем 20 лет показывают, что элементный состав накипи является достаточно информативным для оценки качества питьевых вод, оценки эколого-геохимического состояния территории, а также она может быть использована в целях металлогенического прогнозирования [2, 5, 7-10, 21].

В данной статье рассматриваются минералогические особенности солевых отложений питьевых вод, которые формируются в теплообменной аппаратуре (эмалированные и электрические чайники, котлы, кастрюли) в бытовых условиях. Вопросам образования и минералогии подобных образований посвящено множество публикаций как в России, так и за рубежом [3, 4, 11-14]. Однако, все эти исследования характеризуют, как правило, влияние систем водоснабжения на их формирование и потенциальную экологическую опасность этого процесса. Наши же исследования базируются на данных по солевым отложениям питьевых вод, которые формируются в теплообменной аппаратуре непосредственно уже в бытовых домашних условиях. Такие данные могут быть источником информации по хроническому, «долговременному» поступлению химических элементов в организм человека.

Методы, использованные при изучении минералогического состава накипи питьевых вод, включали в себя: 1) рентгеновскую дифрактометрию (ДРОН-3М, кафедра геоэкологии и геохимии компания ТПУ, зав. лабораторией – Г.А. Бабченко; D2 Phaser, Bruker AXS GmbH, г. Москва, аналитик – к.х.н. С.Н. Путилин); 2) электронная микроскопия (Hitachi S-3400N, учебно-научная лаборатория оптической и электронной микроскопии Международного инновационного научно-образовательного центра (МИНОЦ) «Урановая геология» ТПУ, аналитик – С.С. Ильенко).

Исследования вещественного состава солевых отложений питьевых вод показывают, что имеют состав, идентичный таковому в травертинах – природных карбонатных образованиях, образующихся в результате осаждения карбонатов Ca, Mg, Fe, Na из вод углекислых источников [20]. В обоих случаях материал на 80-90 % состоит из двух модификаций карбоната кальция – арагонита и кальцита – с примесями в виде магниезных, железистых разновидностей. Причем, если в травертинах практически всегда карбонат кальция кристаллизуется в форме кальцита, то для накипи питьевых вод такой тенденции не наблюдается. Например, при сравнении минерального состава образцов из Байкальского региона и Павлодарской области нами получены абсолютно противоположные соотношения арагонит/кальцит: в первом случае преобладает кальцит, во втором – арагонит соответственно.

Причины, объясняющие такие результаты, широко обсуждаются в литературе. Так, например, главными факторами, влияющими на формирование арагонита в травертинах, по мнению большинства исследователей, являются температура воды и магний [20]. Также среди возможных факторов присутствуют стронций [18], органическое вещество [16, 19], барий [17], Fe²⁺ [19], SO₄²⁻ [15]. Для накипи питьевых вод, так называемых «антропогенных (бытовых) накипей» (формулировка по [4]) фактором, дестабилизирующим образование арагонита, является повышенное содержание в воде ионов железа.

Наши исследования показывают, что повышенные концентрации ряда химических элементов находят свое отражение как в макро-, так и на микроминеральном уровне. Нами найдены собственные минеральные формы Zn (гемиморфит), Ba (барит) с использованием метода рентгеновской дифрактометрии. Сканирующая электронная микроскопия позволила обнаружить собственные микроминералы многих химических элементов: Ag, Au, Ba, Ce, Co, Cu, La, Nd, Ni, Ta, Th, Ti.

Таким образом, результаты изучения солевых отложений питьевых вод показывают, что данная среда является информативной и может быть использована в практике эколого-геохимических исследований. Немаловажным является тот факт, что повышенные содержания элементов и минеральные фазы в накипи не всегда подтверждаются данными элементного анализа воды. Другими словами, мы не видим высоких концентраций этих химических элементов в воде, однако, напротив, такие аномалии, в виде собственных минералов, есть в накипи. Это позволяет говорить о солевых отложениях как депонирующей среде, способной дать информацию о долговременном накоплении химических элементов.

Литература

1. Большая Советская Энциклопедия, 2013 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.bse-sci-lib.com> (дата обращения: 15.03.2013).
2. Монголина Т.А., Барановская Н.В., Соктоев Б.Р. Элементный состав солевых отложений питьевых вод Томской области // *Известия Томского политехнического университета*. – Томск, 2011. – Т. 319. – № 1. – С. 204–211.
3. Покровский Д.С. Минеральные новообразования на водозаборах Томской области / Д.С. Покровский, Е.М. Дутова, Г.М. Рогов [и др.]. – Томск: Изд-во НТЛ, 2002. – 176 с.
4. Потапов С.С., Вотяков С.Л., Борисов Д.Р. Минералогия и спектроскопия техногенных и антропогенных (бытовых) накипей // *Уральский минералогический сборник № 8*. – Миасс: ИМин УрО РАН, 1998. – С. 151–170.
5. Робертус Ю.В., Рихванов Л.П., Соктоев Б.Р. Особенности химического состава солевых отложений подземных питьевых вод Республики Алтай // *Известия Томского политехнического университета*. – Томск, 2014. – Т. 324. – № 1. – С. 190–195.
6. Семенов Г.А. Травертины Альпийского пояса мира и основные направления их использования // *Ученые записки Казанского университета. Естественные науки*. – Казань, 2011. – Т. 153. – Кн. 4. – С. 267–278.
7. Соктоев Б.Р., Рихванов Л.П., Усенова Ш.Ж., Монголина Т.А., Барановская Н.В. Солевые образования питьевых вод как индикаторная среда в эколого-геохимических и металлогенических исследованиях // *Вестник Иркутского государственного технического университета*. – Иркутск, 2014. – № 1(84). – С. 40–45.
8. Соктоев Б.Р., Рихванов Л.П., Тайсаев Т.Т., Барановская Н.В. Геохимическая характеристика солевых отложений питьевых вод Байкальского региона // *Известия Томского политехнического университета*. – Томск, 2014. – Т. 324. – № 1. – С. 209–223.
9. Язиков Е.Г., Рихванов Л.П., Барановская Н.В. Индикаторная роль солевых образований в воде при геохимическом мониторинге // *Известия высших учебных заведений. Геология и разведка*. – М., 2004. – № 1. – С. 67–69.
10. Язиков Е.Г., Рихванов Л.П., Барановская Н.В., Янкович Е.П. Особенности элементного состава солевых образований питьевых вод юга Томской области // *Геозкология, инженерная геология, гидрогеология, геоэкология*. – М., 2009. – № 4. – С. 375–381.
11. Cowan J.C., Weintritt D.J. Water-formed scale deposits. – Houston: Gulf Publishing Co., 1976. – 606 p.
12. Encyclopedia of Desalination and Water Resources, 2012. URL: <http://www.desware.net> (дата обращения 12.12.2013).
13. Gal J.-Y., Fovet J., Gache N. Mechanisms of scale formation and carbon dioxide partial pressure influence. Part I. Elaboration of an experimental method and a scaling model // *Water Research*. – 2002. – Vol. 36. – № 3. – P. 755–763.
14. Gal J.-Y., Fovet J., Gache N. Mechanisms of scale formation and carbon dioxide partial pressure influence. Part II. Application in the study of mineral waters of reference // *Water Research*. – 2002. – Vol. 36. – № 3. – P. 764–773.
15. Kitano Y. A study of polymorphic formation of calcium carbonate in thermal springs with emphasis on temperature // *Bull. Chem. Soc. Japan*. – 1962. – Vol. 35. – P. 1980–1985.
16. Kitano Y., Hood D.W. The influence of organic material on the polymorphic crystallization of calcium carbonate // *Geochimica et Cosmochimica Acta*. – 1965. – Vol. 29. – P. 29–41.
17. Lippmann F. Sedimentary Carbonate Minerals. – Heidelberg (Springer-Verlag), 1973. – 228 p.
18. Malesani P., Vannucchi S. Precipitazione di calcite o di aragonite dalle acque termominerale in relazione alla genesi e all'evoluzione dei travertine // *Atti Della R. Accademia d'Italia*. – 1975. – Vol. 58. – P. 761–776.
19. Meyer H.J. Influence of impurity on the growth rate of calcite // *J. Cryst. Growth*. – 1984. – Vol. 66. – P. 639–646.
20. Pentecost A. Travertine. – Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 2005. – 449 p.
21. Tapkhaeva A.E., Taisaev T.T., Rikhvanov L.P., Yazikov E.G., Baranovskaya N.V. Geochemical specialization of limescale of water sources illustrated by two regions in Siberia // *Contemporary Problems of Ecology*. – 2010. – Vol. 3. – № 4. – P. 498–507.

ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ РТУТИ В РЫБАХ ПРИРОДНЫХ ВОДОЕМОВ (НА ПРИМЕРЕ ТОМСКОЙ И КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТЕЙ)

К.Д. Степанова¹

Научный руководитель доцент Н.А. Осипова¹, доцент А.В. Торопов²

¹Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

²Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, г. Томск, Россия

Интерес к содержанию тяжелых металлов, а именно ртути, в рыбах водоемов Томской и Кемеровской областей связан с антропогенной нагрузкой на природные водоемы, нарушающей естественный круговорот химических элементов в биосфере, и непосредственным влиянием рассматриваемого элемента на здоровье человека.

Ртуть является одним из наиболее опасных элементов-загрязнителей биосферы с самым высоким показателем токсичности среди тяжелых металлов, что обусловлено ее способностью блокировать белковые

молекулы, нарушать их биосинтез, вызывать мутагенные изменения в ДНК, подавлять рост и ускорять старение растений [1]. Для Hg не установлено положительного влияния на живые организмы. Особенно опасны ртутьорганические соединения, так как они намного токсичнее и активнее захватываются живыми организмами.

В Томской области насчитывается 18,1 тыс. рек, ручьев и др. водотоков, общей протяженностью около 95 тыс. км, в том числе - 1620 рек протяженностью более 10 км [5]. Речная сеть Кемеровской области принадлежит бассейну Оби и также отличается значительной густотой. Богатство областей гидроресурсами сопровождается и широкое употребление населением данных регионов речной рыбы.

Рыба является неперменной составляющей здорового питания. Она богата фосфором, кальцием и другими элементами, однако практически все рыбопродукты накапливают в своих тканях ртуть и метилртуть [2]. Скорость этого процесса, а, значит, и концентрация токсинов зависит от вида животного. Самыми опасными ихтиологи считают рыб с большой продолжительностью жизни и хищников.

Содержание ртути определяли в образцах рыб (речной окунь), пойманных с 8.12.13 по 2.03.14 гг. в таких водных объектах, как оз. Малое Светлое (Верхнекетский р-н), оз. Яково (пос. Самуськи), оз. Аэродромное (с. Молчаново), р.Томь (с. Коларово), р. Обь (с. Никольское) и в Кемеровской области – Беловское водохранилище (пос. Поморцево). Масса выловленной из каждой точки пробоотбора рыбы составляла 1000 г. Костная ткань извлекалась из всей массы и в дальнейшем подвергалась сушке и размельчению. С помощью отечественного ртутного анализатора РА-915+ с приставкой ПИРО-915, которая предназначена для измерения концентрации ртути в твердых пробах сложного состава методом пиролиза без предварительной минерализации, было исследовано 6 проб рыб (табл.). Содержание ртути в изученных пробах лежит в интервале 96-319 нг/г (0,096-0,319 мг/кг). Максимальное содержание Hg было выявлено в образце рыбы, пойманной в озере Аэродромное (с. Молчаново). Наименьшее значение концентрации ртути характерно для речного окуня, обитающего в Беловском водохранилище (Кемеровская область).

Таблица

Результаты исследования образцов рыбы (речной окунь) на содержание ртути

№ пробы	Дата отбора пробы	Название пробы	Место отбора пробы	Содержание Hg, нг/г
1	8.12.14	Окунь, <i>Perca fluviatilis</i>	Озеро Малое Светлое, Верхнекетский район	250±117
2	29.12.14	Окунь, <i>Perca fluviatilis</i>	Река Томь, с. Коларово	197±47
3	19.01.14	Окунь, <i>Perca fluviatilis</i>	Река Обь, Кривошеинский р-н Томской обл-ти, с. Никольское	313±34
4	25.01.14	Окунь, <i>Perca fluviatilis</i>	Устье р.Иня, Беловское вдхр, пос.Поморцево	96,5±22
5	5.02.14	Окунь, <i>Perca fluviatilis</i>	Озеро Яково. пос. Самуськи	277±6
6	2.03.14	Окунь, <i>Perca fluviatilis</i>	Озеро Аэродромное, с. Молчаново	319±29

Результаты исследования показали, что концентрация ртути в костной ткани рыб примерно соответствует ее среднему содержанию в различных водоемах, по данным ряда авторов [3] и не превышает предельно допустимую концентрацию ртути в рыбе 50 мг/кг [4]. Вместе с тем в последние три десятилетия опасность для здоровья оценивают не только по критериям ПДК, но и по уровню безопасных (референтных) доз. В 1996 г. Агентство по охране окружающей среды США (EPA) установило новый норматив: 0,1 микрограмм ртути на килограмм веса тела в день. Это в 4,7 раза более строгий норматив в сравнении с нормой Всемирной Организации здравоохранения (ВОЗ) - 0,47 мкг/кг/день. Средняя женщина, весящая 60 кг, может потреблять 60х0,1 = 6 микрограммов ртути в день, не превысив норматив EPA. Если каждый грамм рыбы содержит 0,2 микрограмма ртути, средняя женщина может съесть только 6: 0,2 = 30 граммов рыбы в день без того, чтобы превысить нормативную дозу EPA. Контроль содержания ртути в речной воде и в рыбе необходим, так как для сельских жителей, живущих по берегам рек, рыба является важным продуктом в структуре питания.

Литература

1. Гордеева О.Н., Белоголова Г.А., Гребенщикова В.И. Распределение и миграция тяжелых металлов и мышьяка // Проблемы региональной экологии. – Москва, 2010. – № 3. – С. 108–113.
2. Евтушенко Н.Ю. Особенности накопления тяжелых металлов в тканях рыб Кременчугского водохранилища / Н.Ю. Евтушенко, О.В. Данилко // Гидробиологический журнал. – Киев, 1996. – Т. 32. – № 4. – С. 58–66.
3. Пономаренко А.М. Эколого-рыбохозяйственные аспекты ртутного загрязнения водохранилищ: Автореф. дис... канд. биол. наук. – Казань, 2006. – 24 с.
4. Ртуть. Нормативные и методические документы. Справочник. – СПб.: Мониторинг, 1999. – 235 с.
5. Экологический мониторинг. Доклад о состоянии и охране окружающей среды Томской области в 2011 году / ред. А. М. Адам. – Томск: Графика ДТР, 2012. – 168 с.

ЦЕМЕНТНЫЙ ЗАВОД КАК ИСТОЧНИК ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ ГОРОДОВ**В.С. Сыцевич**

Научные руководители доцент Н.А. Осипова, ассистент Е.А. Филимоненко
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Промышленные предприятия различных отраслей являются основными источниками загрязнения атмосферного воздуха на городских территориях [1]. К приоритетным источникам загрязнения атмосферного воздуха в городах Российской Федерации относятся такие отрасли промышленности, как черная и цветная металлургия, химическая и нефтехимическая промышленность, электроэнергетика, производство промышленных строительных материалов. При этом рост и развитие городов обуславливает увеличение объемов строительства жилых и сопутствующих им комплексов, что непосредственно связано с увеличением производства строительных материалов [4]. При этом среди предприятий строительной индустрии цементные заводы являются одними из наиболее «грязных» производств.

Цемент – минеральный вяжущий материал карбонатно-глинистого состава, основными компонентами которого являются оксид кальция, кремнезем, глинозем и оксиды железа. Цемент обладает способностью при смешивании с водой твердеть в воздушной и водной средах с повышением или сохранением прочности и является одним из важнейших строительных материалов. Основным сырьем для производства цементного клинкера служат карбонатные (известняки, мел, известковый мергель) и глинистые (глина, суглинки, лесс) породы.

Производство цемента сопровождается поступлением в окружающую среду твердых и газообразных загрязняющих веществ (цементной и другой минеральной пыли, сажи, ртути, сернистого ангидрида, оксида углерода, оксидов азота, различных углеводородов, ванадия, марганца, аммиака, сероводорода и др.) [3, 7]. Среди широкого спектра выбрасываемых загрязняющих веществ, особое беспокойство связано с загрязнением атмосферного воздуха ртутью. Это обусловлено тем, что ртуть является высоко токсичным металлом, вызывающим нарушение работы иммунной системы, воздействие на нервную, пищеварительную системы, почки, печень, желудочно-кишечный тракт; а хроническое отравление ртутью может привести к нарушению центральной и периферической нервной системы.

Ртуть поступает в атмосферный воздух городов с выбросами от ряда промышленных производств в двух основных фазовых состояниях – в парогазовой форме и в составе пылевых выбросов. Наиболее типичные производства-источники выбросов ртути по литературным данным приведены в таблице [8].

Таблица**Ртуть в пылевых выбросах предприятий, мг/кг [8]**

Тип производства	Концентрация ртути в пылевых выбросах
Электроламповое	2
Чугуннолитейное	0,3
Железобетонное	0,55
Кабельное	0,4

В связи с тем, что ртуть специфична для выбросов предприятий строительной отрасли [8], была произведена оценка содержания ртути в пылевых аэрозолях из окрестностей цементного завода, а также был изучен минеральный состав данных пылевых аэрозолей. Пробы пылевых аэрозолей были получены путем отбора проб снега, который является естественным планшетом-накопителем атмосферных пылеаэрозолей, что делает его надежным индикатором качества окружающей среды. Пробы были отобраны и предоставлены для проведения исследований Институтом вычислительной математики и математической геофизики СО РАН (д.т.н. Рапуа В.Ф.).

Изучение минералогического состава проб пылевых аэрозолей проводилось согласно запатентованной методике [5] в оптико-диагностической лаборатории Международного инновационного научно-образовательного центра «Урановая геология» кафедры геоэкологии и геохимии ТПУ. Аналитические работы по определению содержания ртути в пробах пылеаэрозолей проводился в лаборатории микроэлементного состава МИНОЦ «Урановая геология» на анализаторе ртути «РА-915» с приставкой «ПИРО-915+», которая предназначена для измерения концентрации ртути в твердых пробах сложного состава методом пиролиза без предварительной минерализации.

Согласно полученным результатам минералогического изучения проб пылевых аэрозолей их состав в основном представлен частицами цементной пыли (от 40 до 70%), алюмосиликатными микросферами (от 3 до 10 %), металлическими микросферами (от 3 до 10 %), частицами кварца (от 3 до 10 %) и некоторыми другими. Что говорит о значительном притоке техногенных минеральных образований в составе атмосферных пылевых аэрозолей на территорию в окрестностях цементных заводов.

По результатам анализа, содержание ртути в изученных пробах пылеаэрозолей из окрестностей цементных заводов составляет от 50 нг/г до 1560 нг/г в зависимости от расстояния и направления от источника выбросов. Полученные значения в 6,3 - 195 раз выше уровня содержания ртути в пылевом аэрозоле фоновых территорий, установленных для г. Томска (8 нг/г [6]). При этом среднее содержание ртути в окрестностях цементных заводов составляет 510 нг/г, что в 1,5 раза выше средней концентрации ртути в пылеаэрозолях города

Томск, а также в 2 и 4,3 раза выше, чем аналогичные величины в окрестностях предприятий теплоэнергетики и строительной индустрии города Томск соответственно [6].

Таким образом, можно говорить о существенном влиянии выбросов цементного завода на содержание ртути в атмосферном воздухе в его окрестностях. Это связано с тем, что основное количество ртути в процесс производства цемента вносится с корректирующими добавкам, прежде всего, с пиритными огарками (до 49-56%), с мелом и глиной, уровни содержания металла в которых варьируются довольно в широких пределах [8]. А основными источниками пылегазовыбросов при производстве цемента являются печи обжига клинкера и мельницы помола, причем на долю обжиговых печей приходится до 85% всех выбросов цементных заводов [2]. Величина пылевыноса из печей зависит от способа производства клинкера, размеров и конструкции печей, режима процесса обжига, вида применяемого топлива, наличия в печи теплообменных устройств и их конструкций, характеристики сырьевой смеси. Источниками пылевыделения являются также мельницы сухого помола сырья, сушильные барабаны, дробильные агрегаты, места транспортировки и хранения цемента и сырьевых материалов.

Пыль, образующаяся на промышленных предприятиях в ходе технологических процессов, характеризуется присутствием высоких концентраций ртути. Наиболее высокие содержания этого токсичного металла типичны для заводов, которые используют его в производственных операциях. Концентрирование ртути в пылевыбросах многих предприятий обусловлено вторичными источниками и(или) присутствием ее в виде примеси в составе сырья, различных материалов.

Таким образом, проведенные исследования позволили зафиксировать высокий вклад выбросов цементных заводов в содержание ртути в пылевых аэрозолях в их окрестностях. А также идентифицировать основные техногенные минеральные образования, присутствующие в рассматриваемых пылевых аэрозолях.

Литература

1. Бортникова С.Б., Рапута В.Ф., Девятова А.Ю., Юдахин Ф.Н.. Методы анализа данных загрязнения снегового покрова в зонах влияния промышленных предприятий(на примере г. Новосибирск) // Геология, инженерная геология, гидрогеология, геокриология. – М., 2009. – № 6. – С. 515–525.
2. Варум Я.И., Изюмская Л.А. Эффективность печных электрофильтров // Цемент. – М., 1990. – № 4. – С. 5–6.
3. Какарека С.В., Хомич В.С., Кухарчик Т.И. и др. Выбросы тяжелых металлов в атмосферу: Опыт оценки удельных показателей. – М.: Институт геологических наук НАН Беларуси. – Минск, 1998. – 156 с.
4. Онищенко Г.Г. Влияние факторов внешней среды на здоровье человека // Иммунология. – М., 2006. – Т. 27. – № 6. – С. 352–356.
5. Пат. 2229737 Россия, МПК7 G 01 V № 9/00. Способ определения загрязненности снегового покрова техногенными компонентами / Язиков Е.Г., Шатилов А.Ю., Таловская А.В.; заявитель и патентообладатель. Томский политехн. ун-т. – № 2002127851; заявлено 17.10.2002; Опубл. 27.05.2004.
6. Таловская А.В., Филимоненко Е.А., Осипова Н.А., Язиков Е.Г.. Ртуть в пылеаэрозолях на территории г. Томска // Безопасность в техносфере. – М., 2012. – № 2. – С. 30–34.
7. Шеховцов А.А., Жильцов Е.В., Чижов С.Г. Влияние отраслей экономики Российской Федерации на состояние природной среды в 1993-1995 гг. – М.: Издательский центр «Метеорология и гидрология», 1997. – 329 с.
8. Янин Е.П. Пылевые выбросы промышленных предприятий как источник поступления ртути в городскую среду // Экология урбанизированных территорий. – М., 2009. – № 4. – С. 69–72.

ТОКСИЧНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ (As, Se, Cd, Hg, Pb) И ИХ МИНЕРАЛЬНЫЕ И ТЕХНОГЕННЫЕ ОБРАЗОВАНИЯ В СНЕГОВОМ ПОКРОВЕ В ОКРЕСТНОСТЯХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ Г. ТОМСКА

А. В. Таловская¹, Е. А. Филимоненко¹, Е.Е. Ляпина^{1,2}

Научный руководитель профессор Е.Г. Язиков¹

¹Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

²Институт мониторинга экологических и климатических систем СО РАН, г. Томск, Россия

Большинство загрязняющих токсичных веществ поступают в атмосферный воздух из антропогенных источников, таких как автотранспорт, фабрики, заводы, теплостанции. Некоторые загрязняющие воздух токсичные вещества выбрасываются в атмосферу и природными источниками: вулканами или при лесных пожарах. Однако для территории промышленных центров, удаленных на тысячи километров от зон вулканической активности, первоочередное значение в загрязнение воздуха токсичными веществами имеют выбросы промышленных объектов. К таким территориям относится г. Томск, расположенный на границе Западно-Сибирской равнины и отрогов Кузнецкого Алатау на правом берегу р. Томь (56°29'19" с.ш., 84°57'08" в.д.), где функционируют предприятия нефтехимической, топливно-энергетической, машиностроительной, приборостроительной, пищевой, строительной, фармацевтической и других отраслей.

По данным Агентства по охране окружающей среды США (US EPA) к наиболее токсичным загрязнителям атмосферного воздуха относятся бензол, перхлорэтилен, дихлорметан, диоксин, асбест, толуол и металлы (кадмий, ртуть, хром, свинец и другие) [15]. Однако определение концентраций некоторых веществ, в том числе тяжелых металлов, непосредственно в атмосферном воздухе, как правило, связано с рядом технических сложностей, поэтому в качестве надежного индикатора состояния воздуха широко используется снеговой покров [2, 6, 9, 13].

В данной работе рассматриваются закономерности распределения и формы нахождения токсичных элементов (As, Se, Cd, Hg, Pb) в растворимой и нерастворимой фазе снега в окрестностях промышленных предприятий г. Томска. Интерес к растворимой фракции пылевых атмосферных аэрозолей, накапливающихся в течение зимнего периода в снеге, обусловлен тем, что биологическое действие токсичной пыли находится в тесной связи с ее растворимостью. Хорошо растворимые пыли, попав в организм, растворяются в слизи и в других биологических средах (крови, лимфе) и в растворенном виде быстро и в большей степени распространяются по всему организму, оказывая токсическое действие [3].

Для выявления уровней накопления и форм нахождения токсичных элементов в пылевом аэрозоле нами проводились исследования в наиболее напряженных промышленных участках г. Томска. Участки были выбраны согласно данным Департамента природных ресурсов и охраны окружающей среды Томской области и результатам снеговой съемки территории города в 2007 г. [6]. Отбор проб снега проводили в марте 2013 г. в зонах воздействия промышленных предприятий г. Томска – городской районной теплоэлектростанции; нефтехимического завода; кирпичных заводов; и в зоне совместного влияния предприятий по производству железобетонных изделий и локальных котельных. Точки отбора проб располагались по векторной сети от промплощадок предприятий в направлении основного ветрового переноса загрязнения, согласно преобладающему направлению ветра (южные и юго-западные ветра). В каждой из рассматриваемых зон было отобрано по 5 проб снега. Кроме того, было отобрано 10 проб снега на фоновой площадке (полигон-обсерватория «Фоновый» ИОА СО РАН, пос. Киреевск, 60 км в юго-западном направлении от г. Томска). Общее количество проб составило 30. Работы по отбору и подготовке снеговых проб выполнялись с учетом методических рекомендаций [2, 4] и на основе многолетнего практического опыта проведения эколого-геохимических исследований на территории Западной Сибири [6, 9]. Аналитическое определение содержания As, Se, Cd, Pb в нерастворимом осадке снега и талой снеговой воде выполняли методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой (ХАЦ «Плазма», г. Томск), а содержания Hg – методом атомно-абсорбционной спектрометрии (учебно-научная лаборатория микроэлементного анализа Международного инновационного научно-образовательного центра «Урановая геология» кафедры геоэкологии и геохимии, ТПУ). Формы нахождения токсичных элементов в нерастворимом осадке снега определяли на сканирующем электронном микроскопе Hitachi S-3400N с приставкой для микроанализа Bruker XFlash 4010 в учебно-научной лаборатории электронно-оптической диагностики МИНОЦ «Урановая геология» (МИНОЦ «Урановая геология», аналитик Ильенок С.С., Чумак Ю.В.).

Полученные результаты аналитических исследований проб талой снеговой воды и нерастворимого осадка снега из зон воздействия промышленных предприятий г. Томска представлены в таблице.

Таблица

Содержание токсичных элементов в нерастворимом осадке снега (НОС) и талой снеговой воде (ТСВ) в окрестностях промышленных предприятий г. Томска в 2013 г.

Территория	As		Se		Cd		Hg		Pb	
	НОС	ТСВ	ТОС	ТСВ	ТОС	ТСВ	ТОС	ТСВ	ТОС	ТСВ
	мг/кг	мкг/дм ³	мг/кг	мкг/дм ³	мг/кг	мкг/дм ³	мг/кг	мкг/дм ³	мг/кг	мкг/дм ³
Фон	10,0	0,38	12,2	0,10	0,30	0,03	0,08	0,003	76,7	1,04
I	31,1	0,94	19,4	0,12	1,22	0,05	0,48	0,012	101,8	0,81
II	10,7	0,49	7,5	2,72	1,11	0,04	0,33	0,005	70,1	0,20
III	12,4	2,83	8,8	0,24	0,67	0,04	0,11	0,015	34,4	0,46
IV	16,8	0,82	11,5	1,89	1,17	0,03	0,05	0,007	71,0	1,16

Примечание: I – зона воздействия теплоэлектростанции, II – зона воздействия нефтехимического завода; III – зона воздействия кирпичных заводов; IV – зона воздействия железобетонных заводов и локальных котельных

Анализ полученных данных показал, что наибольшие превышения фона по содержанию всех рассматриваемых токсичных элементов в нерастворимом осадке снега и талой снеговой воде наблюдаются в пробах из зоны воздействия теплоэлектростанции.

Установлено, что в пробах талой снеговой воды из зон воздействия нефтехимического и железобетонных заводов среди всех рассматриваемых элементов концентрации Se в наибольшей степени превышают фон – в 27 и 19 раз соответственно. В тоже время по литературным данным известно, что Se является одним из типичных элементов в выбросах нефтехимических производств [12], а также в высоких концентрациях может содержаться в цементной пыли [14]. Определено, что в пробах талой снеговой воды из зон воздействия теплоэлектростанции и кирпичных заводов содержания Hg и As характеризуются наибольшими превышениями над фоном.

Концентрации Hg пробах нерастворимого осадка снега из зон воздействия предприятий, сжигающих органическое топливо (уголь и природный газ на теплоэлектростанции; природный газ и нефтяные сдвки на нефтехимическом заводе), превышают фон в 4,1 – 6,0 раз. Концентрации ртути в нерастворимом осадке снега в пробах из зон воздействия предприятий строительной отрасли составляют всего 0,6 – 1,4 фонов. Полученные результаты согласуются с данными о том, что сжигание органического топлива является одним из основных техногенных источников поступления ртути в городскую атмосферу [11].

В нерастворимой фракции снега, представляющей собой атмосферную пыль, депонированную на снеговой покров, в окрестностях рассматриваемых промышленных предприятий г. Томска, концентрации Cd

превышают фон в 2,2 – 4,1 раз. В тоже время известно, что помимо выбросов предприятий, где Cd и его соединения используются в производстве, данный металл поступает с пылевыми выбросами стекольных, керамических (кирпичных) и других заводов, а также от сжигания топлива [10].

По результатам исследования установлено значительное превышение концентрации As относительно фона (в 3,1 раза) в пробах нерастворимого осадка снега из зоны воздействия теплоэлектростанции. Это вероятно связано с пылевыми выбросами станции, так как используемые угли Кузнецкого бассейна имеют As-U-Ag-Be-Sn-Ge-Zr-Mo геохимическую специализацию согласно работам [1, 5].

В пробах нерастворимого осадка снега концентрации Se и Pb превышают фон в 1,6 и 1,3 раза соответственно только в окрестностях теплоэлектростанции, тогда как в пробах из всех других рассматриваемых зон влияния промышленных предприятий концентрации Se и Pb в нерастворимой фракции снега ниже либо на уровне фона.

По результатам растровой электронной микроскопии установлено, что минеральными формами нахождения As и Pb в нерастворимом осадке снега являются сульфиды – арсенопирит и галенит соответственно (рис.). При этом размер частиц минеральных образований изменяется от 2 до 12 мкм. Нами ранее было установлено [7], что Hg в нерастворимом осадке снега из окрестностей промышленных предприятий г. Томска преимущественно находится в физически сорбированной форме.

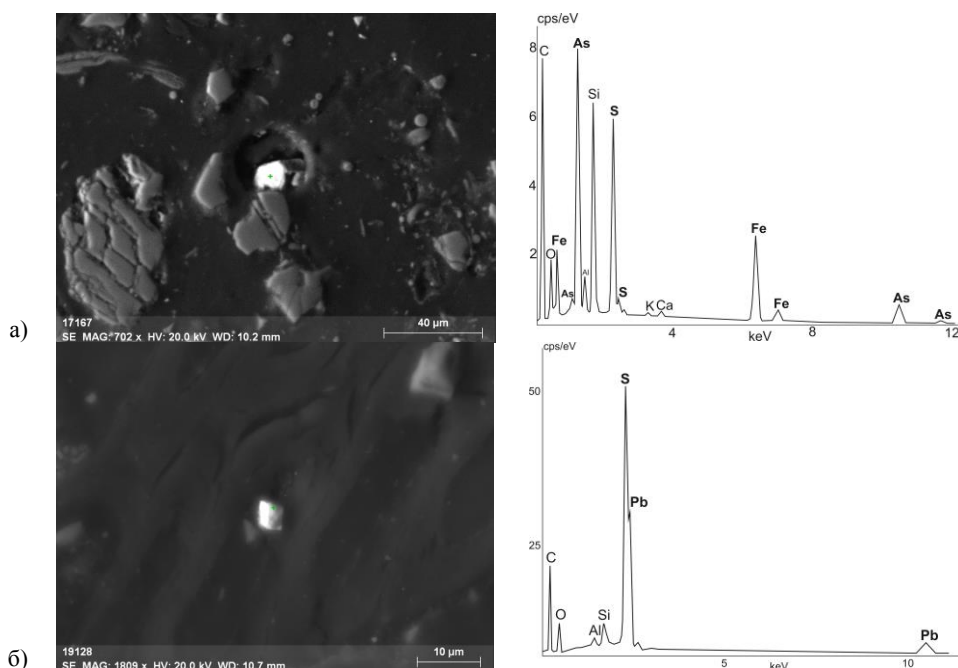


Рис. Частицы арсенопирита (а) и галенита (б) в пробах нерастворимого осадка снега из окрестностей промышленных предприятий г. Томска по данным электронной микроскопии (справа - энергодисперсионные спектры)

Таким образом, проведенные исследования позволили установить, что наибольший уровень загрязнения токсичными элементами в рамках изучаемого спектра отмечается в окрестностях теплоэлектростанции г. Томска. В то же время, в пробах из окрестностей нефтехимического комбината, кирпичных и железобетонных заводов выявлены приоритетные элементы-загрязнители. Выявлены минеральные формы As и Pb. Полученные данные хорошо согласуются с опубликованными отечественными и зарубежными данными.

Работа выполнена при финансовой поддержке Гранта Президента для поддержки молодых российских ученых (МК 951.2013.5) и гранта BP Exploration Operating Company Limited.

Литература

1. Арбузов С.И., Ершов В.В. Геохимия редких элементов в углях Сибири. – Томск: Изд. дом «Д-Принт», 2007. – 468 с.
2. Геохимия окружающей среды / под ред. Ю.Е. Саета, Б.А. Ревича, Е.П. Янина [и др.]. – М.: Недра, 1990. – 335 с.
3. Малыхин В.А. Улучшение условий и охраны труда работников птицеводства путем разработки и внедрения инженерно-технических мероприятий: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Орел, 2006. – 24 с.
4. Методические рекомендации по геохимической оценке загрязнения территории городов химическими элементами. – М.: ИМГРЭ, 1982. – 112 с.
5. Смыслов А.А., Малышев Ю.Н., Голубев Б.Б., Горцевский А.А., Кирюков В.В. Карта угленосности, сланценосности и геохимической специализации углей и горючих сланцев России. Масштаб 1:10000000. Объяснительная записка. – М.–СПб, 1996. – С. 27–47.

6. Таловская А.В. Геохимическая характеристика пылевых атмосферных выпадений на территории г. Томска // Оптика атмосферы и океана. – Томск, 2010. – Т. 23. – № 6. – С. 519–524.
7. Филимоненко Е.А., Ляпина Е.Е., Таловская А.В., Осипова Н.А. Динамика распределения ртути в снеговом покрове в зоне воздействия промышленных предприятий г. Томска // Десятое сибирское совещание по климато-экологическому мониторингу: материалы докладов. – Томск: Аграф-Пресс, 2013. – С. 370–382.
8. Экологический мониторинг: Доклад о состоянии окружающей среды Томской области в 2012 году / под ред. А.М. Адама. – Томск: Издательство «Графика ДТР», 2013. – 171 с.
9. Язиков Е.Г. Экогеохимия урбанизированных территорий юга Западной Сибири: Автореф. дис. ... докт. геол.-минер. наук. – Томск, 2006. – 47 с.
10. Янин Е.П. Пылевые выбросы предприятий как источник загрязнения городской среды кадмием // Экология урбанизированных территорий. – М., 2009. – № 1. – С. 30-35
11. Янин Е.П. Ртуть в окружающей среде промышленного города. – М.: ИМГРЭ, 1992. – 169 с.
12. Bosco M.L., Varrica D., Dongarrà G. Case study: Inorganic pollutants associated with particulate matter from an area near a petrochemical plant // Environmental Research. – 2005. – Vol. 99. – Iss. 1. – P. 18–30.
13. Hiromitsu S., Tanenori S., Kazuo S. Heavy metal concentrations in urban snow as an indicator of air pollution // Science of The Total Environment. – 1988. – Vol. 77. – Iss. 2–3. – P. 163–174.
14. Kunal, Rafat Siddique, Anita Rajor Use of cement kiln dust in cement concrete and its leachate characteristics // Resources, Conservation and Recycling. – 2012. – Vol. 61. – P. 59–68.
15. United States Environmental Protection Agency, 2013 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.epa.gov/ttn/atw/allabout.html> (дата обращения: 17.02.2014).

ВЛИЯНИЕ НЕФТЕДОБЫВАЮЩЕГО КОМПЛЕКСА НА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ УГОДЬЯ ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ САХА (ЯКУТИЯ)

Сах. А. Тихонова, Св. А. Тихонова

Научный руководитель доцент Т. А. Гайдукова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Территория Республики Саха (Якутия) по разнообразию и величине запасов месторождений полезных ископаемых является уникальной не только в России, но и в мировом масштабе. Здесь известны месторождения нефти, газа, каменных углей, руд чёрных, цветных, редких и благородных металлов, алмазов и еще многого другого. К настоящему времени выявлено около 1500 месторождений различных видов минерального сырья (рис. 1). Месторождения и перспективы расширения сырьевой базы нефтегазодобывающей отрасли связаны с западной частью Якутии (Непско-Ботуобинское антеклиз, Вилюйская синеклиза).

Площадь перспективной на нефть и газ территории в РС (Я) составляет 1350 тыс. км². В республике разведано 34 месторождений углеводородов, в том числе 2 нефтяных, 10 газовых, 6 нефтегазовых, 9 газоконденсатных, 7 нефтегазоконденсатных. В настоящее время геологические запасы нефти составляют 330 млн. т, природного газа – 2,4 трлн. м³, притом, что геологическим путем изучено не более 10% территории четырех нефтегазовых провинций. В Республике Саха (Якутия) наблюдается быстрый рост добычи нефти, связанный с разработкой новых месторождений в Восточной Сибири и началом эксплуатации нефтепровода «Восточная Сибирь – Тихий океан» (рис. 2).



Рис. 1 Месторождения нефти и газа в РС (Я)

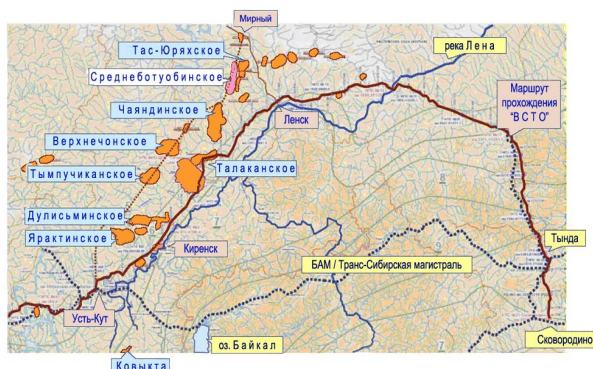


Рис. 2 «Восточная Сибирь – Тихий океан»

Ведение мониторинга окружающей среды на стадии строительства трубопроводной системы «Восточная Сибирь – Тихий океан» осуществляет ОАО «АК Транснефть». Эксперты утверждают, что строительство, а также прокладка данного нефтепровода никакого особого вреда природе не принесут. Однако не исключены «непредвиденные обстоятельства», в виде аварий, которая произошла зимой 2010 года в Ленском районе Республики Саха. 20 января 2010 года в 30 км от города Ленск из-за прорыва трубы во время планового ремонта произошла утечка 450 м³ нефти, которые вылились на грунт. Площадь загрязнения составила 20 тысяч квадратных метров. Утечка нефти была обнаружена при патрулировании трубопровода, после чего на территории Ленского района был введен режим чрезвычайной ситуации.

Чаще всего загрязнение компонентов природной среды: почв, поверхностных и подземных вод нефтепродуктами является одной из основных экологических проблем Республики Саха. В процессе освоения нефтяных месторождений наиболее активное воздействие на окружающую среду осуществляется на территории самих месторождений, на трассах линейных сооружений, в ближайших населенных пунктах. При этом происходит серьезное нарушение растительного, почвенного и снежного покровов, поверхностного стока, срезка микрорельефа, разрушение ландшафта. Третья часть территории Якутии охвачена сетью экологического мониторинга [4].

Ежегодно на мероприятия охраны окружающей среды в РС (Я) расходуется примерно 2 млрд. рублей. Такой показатель определенно считается низким, так как большая доля добывающей промышленности России падает на РС (Я), и затраты тоже должны быть значительными. В законе Российской Федерации «О недрах» упоминается о том, что основными требованиями по использованию недр является обеспечение полноты геологического изучения, рационального комплексного использования и охраны недр, а также предотвращение загрязнения недр при проведении работ, соблюдение установленного порядка консервации и ликвидации подземных сооружений (скважин) [1].

Актуальным остается вопрос о ликвидации уже имеющихся последствий деятельности нефтяных компаний. Требуется провести инвентаризацию аварийных и бесхозных нефтяных скважин с целью определения степени их экологической безопасности и подготовить предложения по снижению выявленных угроз. Одной из причин негативного влияния бесхозных скважин на окружающую среду может послужить разгерметизация устья ранее ликвидированных скважин и, излив минеральной воды из высоконапорных пластов скважин, при этом происходит засоление и заболачивание территории вокруг скважины. А также, чтобы минимизировать негативное воздействие на атмосферный воздух территории разработки месторождения, необходимо: контролировать сварные швы соединений трубопроводов и защитить оборудование от коррозии. Однако какими бы современными не были технологии, используемые при разработке месторождений, ни одна из них не дает стопроцентной уверенности в том, что на данном разведочном участке не произойдут в дальнейшем какие-либо аварии. Далее рассмотрим ситуации, к которым могут привести аварии, связанные с разливом нефти, и пути их решений.

При поступлении нефти в водоемы, нарушается гидросфера, отравляются вода, птицы, рыбы, млекопитающие. Выход из данной непростой ситуации нашли американские ученые из Университета Калифорнии, сделавшие необычное открытие - ими был обнаружен новый класс подземных микроорганизмов, питающихся нефтью. Но, к сожалению, данный метод очистки водоемов от излившейся нефти не является актуальным для климатических условий РС (Я) из-за критического недостатка времени, чтобы ликвидировать замазученность [2].

В результате потерь при добыче, транспортировке, переработке и использовании нефти и нефтепродуктов происходит загрязнение почв на больших территориях. При разливах нефти в процессе добычи и аварийных разрывах трубопроводов, протечки резервуаров нефть проникает в глубокие слои почвы вплоть до грунтовых вод, что приводит к резкому ухудшению свойств почв, вплоть до полной деградации [3].

Китайские ученые из биологического института Академии наук провинции Шаньдун в результате многочисленных экспериментов заметили, что вьюнок (*Convolvulus arvensis* L.), фиолетовый жасмин и бальзамин (*Impatiens*) могут расти на загрязненной нефтью почве и способны разлагать нефть. Из перечисленных выше растений в Якутии можно встретить лишь вьюнок (рис. 3), по причине того, что он является «вездесущим», но и он встречается не часто.

Российскими учеными был проведен опыт, в котором почва подвергалась рекультивации различными видами растений: пшеницей, ячменем и овсом (рис. 4). Опыты проводились на исходной (незагрязненной) почве, так называемые контрольные образцы, на почве, обработанной нефтепродуктами (образцы с имитацией разлива нефтепродуктов – бензина, дизельного топлива, малосернистой сибирской нефти).



Рис. 3 Вьюнок, выращенный на замазученной почве



Рис. 4 Результат процесса рекультивации почвы после посева

Опыты показали, что на образцах почвы с имитацией разлива нефтепродуктов для рассмотренных образцов зерновых культур всхожести не наблюдалось в течение полутора месяцев после посева, тогда как на

контрольных образцах всходы появились на 4 – 5 сутки посева. Всхожесть пшеницы на загрязненных бензином и дизельным топливом почвах, также не наблюдалась по сравнению с контрольными опытами. Повторный и третий посевы зерновых культур на рекультивируемой почве показали положительную динамику всхожести и роста растений. Таким образом, при рекультивации загрязненной почвы необходимо для ускорения формирования гумуса подбирать наиболее продуктивные сорта и виды растений.

Отрицательное воздействие нефти и нефтепромыслов на окружающую среду общеизвестно и при нарушении природоохранного законодательства приводит к изменению состава почв, загрязнению подземных и поверхностных вод, атмосферы, а также уничтожению живых организмов, в том числе насекомых и пчел. Пчелы очень чувствительны на незначительные содержания вредных веществ в растениях, и огромный вред, наносимый им углеводородами, может привести к их вымиранию, а их вымирание, в свою очередь, может привести к исчезновению продуктов питания человечества.

Литература

1. Константинов В.А. Вопросы предупреждения и ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов при добыче, транспортировке и переработке углеводородного сырья // Природные ресурсы России: управление, экономика, финансы. – М., 2003. – С. 93–97.
2. Латкин А.Ю., Маськов М.И., Шварцман Ю.Г. Оценка состояния поверхностных и подземных вод, загрязненных нефтепродуктами. // X Сергеевские чтения: материалы конференции. – М.:ГЕОС, 2008. – С. 326–331.
3. Романенко Г.А., Иванов А.Л. Проблемы деградации и восстановления продуктивности земель сельскохозяйственного назначения в России. – М.: Росинформагротех, 2008. – 67 с.
4. Хаустов А.П. Проблемы и направления эколого-геохимической индикации состояния ландшафтов // Вестник РУДН. Сер. Экология и безопасность жизнедеятельности. – М., 1996. – С. 65–71.

РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ (La, Ce, Yb, Lu) В ПЫЛЕВЫХ ЧАСТИЦАХ АЭРОЗОЛЕЙ ТЕРРИТОРИИ Г. ОМСКА ПО ДАННЫМ СНЕГОВОЙ СЪЕМКИ

М.И. Третьякова, В.В. Литау

Научный руководитель доцент А.В. Таловская

Национальный исследовательский Томский политехнический университет», г. Томск, Россия

В связи с тем, что в г. Омске сконцентрировано большое количество крупных производств, окружающая среда города сильно загрязнена. Недостаточно развит контроль над изменениями геохимического фона вследствие воздействия техногенных факторов. В административном отношении город разделен на пять округов: на левом берегу р. Иртыш расположен Кировский округ, на правом берегу – Центральный, Октябрьский, Ленинский и Советский. Предприятия являются источниками загрязнения атмосферы пылегазовыми выбросами. Значительное их количество находится в жилых кварталах города, что напрямую влияет на здоровье человека. В г. Омске высокий уровень онкологических заболеваний, в том числе и легких [2].

В данной работе представлен анализ загрязнения территории города г. Омска редкоземельными элементами (La, Ce, Yb, Lu) по данным снеговой съемки. Редкоземельные элементы (РЗЭ) включают в себя 15 элементов группы лантаноидов, а также иттрий и скандий. Лантаноиды традиционно принято делить на две группы: легкие редкоземельные элементы (ЛРЗЭ), от лантана до европия (атомный номер с 57-ого по 63-ий), и тяжелые редкоземельные элементы (ТРЗЭ), от гадолиния до лютеция (атомный номер с 64-ого по 71-ый) [6]. На сегодняшний день мало изучено влияние редкоземельных элементов на здоровье человека. В ранее проведенных эколого-геохимических исследованиях территории г. Омска [3] в спектре изучаемых элементов мало уделялось внимание редкоземельным элементам.

В конце февраля 2013 г. проводился площадной отбор снега, по возможности по регулярной сети с шагом 1 км на территории г. Омска. Всего было отобрано 168 проб. В качестве фоновой площадки была выбрана д. Марьяновка, в 100 км от города. Отбор и подготовку проб снега выполняли согласно нормативной методике [1, 2].

Содержание редкоземельных элементов в пробах твердого осадка снега определяли инструментальным нейтронно-активационным анализом (ИНАА) в аттестованной ядерно-геохимической лаборатории Международного инновационного научно-образовательного центра «Урановая геология» при кафедре геоэкологии и геохимии ТПУ.

Анализ данных производился согласно работе [4]. Проводили расчет коэффициента концентрации (КК) как отношение содержания элемента в твердом осадке снега (С) к его фоновому содержанию (Сф): $KK = C/Cф$; общей нагрузки, которая создается поступлением каждого из химических элементов из атмосферы на снеговой покров (среднесуточный приток элемента из атмосферы на снеговой покров): $P = C * Pn$, мг/(км²*сут), где С - концентрация отдельных элементов (мг/кг) в снеговой пыли, Pn - пылевая нагрузка, (кг/(км²*сут)).

По полученным результатам было установлено, что повышенные концентрации редкоземельных элементов в пробах твердого осадка снега и их среднесуточного притока из атмосферы на снеговой покров приходится на территорию Центрального и Октябрьского административного округа (табл.). Можно предположить, что основной вклад в данные показатели в пробах с территории Центрального округа вносят выбросы ТЭЦ-5, использующая в своем технологическом процессе экибастузский уголь, имеющий низкое качество, т.е. высокую зольность. Практически половина угля улетает в золу. Выпавший 10 февраля 2014 года в г. Омске черный снег является осадком, который выбросила ТЭЦ-5, сообщает региональное управление

Росприроднадзора. Согласно работе [1] в углях в качестве примеси содержатся редкоземельные элементы, которые могут поступать в атмосферу при сжигании угля. Кроме того, анализ вещественного состава проб показал высокое содержание в них частиц угля, сажи и золы.

Таблица

Содержание и среднесуточный приток редкоземельных элементов (La, Ce, Yb, Lu)
по данным снеговой съемки в 2013 г.

Элементы	Содержание, мг/кг			Коэффициент концентрации	Среднесуточный приток, мг/(км ² .сут)		
	Min	Max	Среднее		Min	Max	Среднее
Советский административный округ							
La	10,7	64,5	37,6	1,7	154	549	154
Ce	3,1	8,8	7,4	0,2	45,1	186	109
Yb	3,8	8,2	7,0	3,1	2,1	4,7	4,1
Lu	0,5	1,3	0,8	2,8	0,6	0,7	0,6
Центральный административный округ							
La	10,7	375	44,9	2,0	28,6	549	104
Ce	5,0	9,9	7,6	0,2	50,1	107	90,1
Yb	3,7	8,7	7,4	3,2	3,0	5,5	4,5
Lu	0,5	0,9	0,7	2,4	0,4	0,8	0,7
Ленинский административный округ							
La	18,8	45,3	34,3	1,6	22,3	476	67,3
Ce	5,1	9,3	6,2	0,1	19,1	109	74,6
Yb	4,9	8,4	6,4	2,7	2,9	5,2	4,4
Lu	0,4	0,9	0,8	2,6	0,4	0,8	0,6
Октябрьский административный округ							
La	24,8	375	42,6	1,9	35,2	47,3	40,8
Ce	6,3	9,9	7,7	0,2	68,9	83,5	76,0
Yb	7,2	8,9	7,7	3,3	4,1	5,3	4,8
Lu	0,5	1,2	0,8	2,6	0,6	0,8	0,7
Кировский административный округ							
La	19,0	42,8	31,0	1,4	39,3	245	79,9
Ce	4,9	8,6	7,0	0,15	62,2	112	80,3
Yb	5,1	8,3	7,1	3,	2,7	4,9	4,1
Lu	0,2	0,9	0,6	2,1	0,4	0,7	0,6
(La+Ce)/(Yb+Lu)	4,06	19,8	5,7				
La/Yb	3,4	21,2	5,3				

Из полученных данных видно, что специфической особенностью города является повышенные концентрации лантана в твёрдофазных выделениях снегового покрова, что отражается соответственно на величине La+Ce/Yb+Lu отношения.

Анализ схем распределения среднесуточного притока элементов из атмосферы на снеговой покров показал, что ореолы повышенных значений приходятся на восточную часть города – в зоне влияния ТЭЦ-5, и на северо-западную часть – в зоне влияния ТЭЦ-3 (рис.). Это указывают на то, что источниками поступления редкоземельных и редких элементов на территории г. Омска можно предположительно считать выбросы топливно-энергетического комплекса (Омская ТЭЦ-5, ТЭЦ-3, котельные и др.).

Значения величин среднесуточного выпадения лантана на снеговой покров территории г. Омска изменяются от 40,8 (Октябрьский район) до 154 (Советский район) мг/(км²*сут) (табл.). Величина содержания лантана на снеговом покрове г. Омска в десятки раз превышает аналогичный показатель для фонового района.

Максимальный среднесуточный приток лантана, мг/(км²*сут) наблюдается в Советском и Центральном районах, в зоне воздействия Омской ТЭЦ-5 и ТЭЦ-3. Чтобы оценить вклад антропогенной составляющей в Советском и Центральном районах, был рассчитан фактор обогащения элементов в атмосферных примесях по отношению к земной коре или почвам. Соотношение элементов в атмосферных примесях, имеющих почвенное происхождение, должно соответствовать соотношению этих элементов в почвах и земной коре. В данной работе расчеты велись по отношению к Sc. Фактор обогащения лантана в Советском районе $\Phi = 2,5$ ($\gg 1$), в Центральном районе $\Phi = 2,99$ ($\gg 1$), что свидетельствует об антропогенном воздействии [5].

Таким образом, выявлены возможные источники поступления редкоземельных элементов (La, Ce, Yb, Lu) на территории г. Омска.

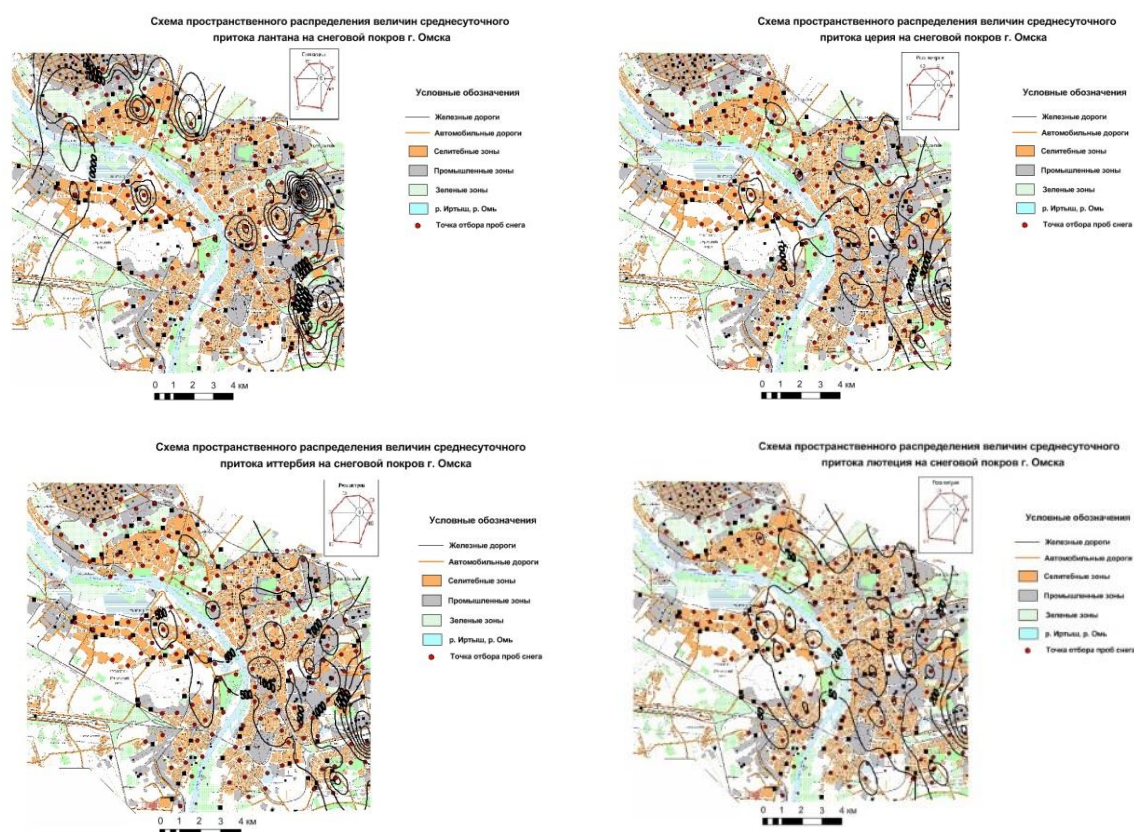


Рис. Схема распределения величины среднесуточного притока редкоземельных элементов на территории г. Омска по данным снеговой съемки 2013 г.

Литература

1. Арбузов С.И. Металлоносность углей Сибири // Известия томского политехнического университета. – Томск, 2007. – Т. 1. – № 1. – С. 77–83.
2. Стратегия экологической безопасности города Омска // Р.Р. Валитов, С.В. Костарев, Л.В. Мартынова, Г.В. Ситникова, А.П. Станковский. – Омск: НП «Экологический комитет», 2006. – 20 с.
3. Григорьев В.В., Самсонов Г.Л., Попов Ю.П. Геолого-экологические условия Омского промышленного района. Отчет о геолого-экологических исследованиях и картографировании масштаба 1:200000. – Новосибирск: Геоцентр ГП «Березовгеология», 1999. – 234 с.
4. Саев Ю.Е., Ревич Б.А., Янин Е.П. Геохимия окружающей среды. – М.: Недра, 1990. – 335 с.
5. Язиков Е.Г., Таловская А.В., Жорняк Л.В. Оценка эколого-геохимического состояния территории г. Томска по данным изучения пылеаэрозолей и почв: монография. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010. – 264 с.
6. ООО «ТДМ96» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://tdm96.ru> (дата обращения: 25.02.2014).

ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СОЛЕВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ПИТЬЕВЫХ ВОД (НА ПРИМЕРЕ ПАВЛОДАРСКОЙ ОБЛАСТИ, РЕСПУБЛИКА КАЗАХСТАН)

Ш.Ж. Усенова

Научный руководитель профессор Л.П. Рихванов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В последние годы отмечается большой интерес исследователей к проблемам качества питьевых вод, особенно тех, что относятся к питьевым. По ГОСТ 17.1.1.01-77 «качество вод – характеристика состава и свойств воды, определяющая пригодность её для конкретного вида водопользования» [1]. В виду важности поставленного вопроса для оценки качества питьевой воды и эколого-геохимической ситуации окружающей среды используются солевые отложения (накипь) питьевых вод, химический состав которых отражает состав природных вод. Солевые отложения является субстратом, наиболее информативным и депонирующим, сформированным в течение большого промежутка времени.

Целью работы явилось оценить уровень накопления и характер распределения химических элементов в солевых отложениях питьевых вод для определения качества питьевой воды Павлодарской области (Республика Казахстан).

Для реализации поставленной цели предполагалось решить следующие задачи:

Построенные геохимические ряды элементов в солевых отложениях питьевых вод позволили определить геохимическую специфику Павлодарской области. В результате полученных данных (табл.1) было выявлено, что общей региональной спецификой Павлодарской области является наличие в накипи питьевых вод в повышенных концентрациях следующих химических элементов – цинк, тантал, уран, серебро и некоторые другие (Sm, Nd, Sb, Sc, Hf, Co, U).

К районам, отличающимся наибольшим количеством химических элементов, коэффициент концентрации (далее - КК), которых превышает 2, относятся – Иртышский район (17), на втором месте по этому показателю находится – Аксуский район (12), а на третьем месте – Железинский район (10). При этом в первом районе 6 элементов имеют КК в солевых отложениях более 10, во втором таких элементов 5, а в третьем только 1 элемент (цинк) отмечен с КК более 10. Однако цинк элемент, который имеет КК более 10 абсолютно во всех изученных накипях Павлодарской области, т.е. он по видимому отражает ярко выраженную цинковую специфику питьевых вод региона, и является сквозным. Хотя значения КК этого компонента достаточно дифференцировано и колеблется от 373 (Актогайский район) до 27 (Майский район), что тоже весьма показательно. Наименьшим количеством элементов с КК больше 2 характеризуется накипь из Успенского района (3). Относительно равным количеством элементов с КК больше 2 – Лебяженский, Щербактинский и Майский районы (4); Экибастузский и Баянаульский районы (6) при этом необходимо отметить, что компоненты, встречающийся в этих районах одинаковы, что может быть, связано с близостью географического расположения относительно друг друга и влияния сходных факторов на характер вод.

Если рассматривать эти ряды более детально, то обращает на себя внимание чрезвычайно высокая концентрация Та (более 131 КК) в Иртышском районе. Несколько меньшими концентрациями этого элемента характеризуется накипь из Аксуского района. Безусловно интересным является высокая обогащенность солевых образований этого района Au и Ag, но максимальное накопление Ag установлено в накипи Экибастузского района (КК=57,9). Представляется, что столь высокие накопления этих компонентов в накипи обусловлено природными факторами, в виде развития специализированных на эти элементы геологических комплексов пород, в том числе известных и, пока, неизвестных рудных объектов. По уровню содержания урана в накипи выделяются в порядке убывания Павлодарский→Экибастузский→Лебяженский→Майский→Баянаульский→Успенский→Актогайский (КК больше 5), при этом в Павлодарском районе встречаются наиболее высокие концентрации тербия (КК=5,2) относительно других районов. Если говорить о городских территориях, в г. Павлодар наблюдается высокие концентрации тантала (КК=8,6), который также максимально высок (КК=12,5) в солевых отложениях Аксуского района, относящийся к промышленно развитому г. Аксу. Высокие концентрации железа (КК больше 2) встречаются в г. Павлодаре, Павлодарском, Аксуском, Иртышском районах. На территории Павлодарской области встречаются достаточно большое количество элементов, определивших ее геохимическую специализацию, сложившиеся в результате сочетания природных и антропогенных факторов.

Полученные данные позволили сформулировать выводы:

1. Солевые отложения питьевых вод, выступившие в качестве депонирующей среды, выделили на изученной территории химические компоненты, отразившие геохимическую специфику Павлодарской области.

2. Геохимической специализацией области выступили 4 элемента, являющиеся сквозными – Zn, Ag, U, Та. При этом, для каждого из районов характерен свой набор компонентов, так например в Аксуском районе Au и Ag, Иртышский район – редкоземельные элементы. Наибольшее количество встречающихся элементов, коэффициент концентрации, превышающий 2, отмечаются в Иртышском районе, наименьшее – в Аксуском районе. Иртышский район отмечается достаточно большим составом элементов, что говорит о наличии сильнейшего природного фактора.

Литература

1. ГОСТ 17.1.1.01-77. Охрана природы. Гидросфера. Использование и охрана вод. Основные термины и определения. – М.: Государственный комитет СССР по стандартам, 1978. – 31 с.
2. Пат. № 2298212 России, МПК⁷ G 01 V 9/00. Способ определения участков загрязнения ураном окружающей среды. Рихванов Л.П., Язиков Е.Г., Барановская Н.В., Янкович Е.П.; заявитель и патентообладатель Томский политех. ун-т. - № 01200504848; Заявлено 04.07.2005; Опубл. 27.04.2007
3. Соктоев Б.Р., Рихванов Л.П., Тайсаев Т.Т., Барановская Н.В. Геохимическая характеристика солевых отложений питьевых вод Байкальского региона // Известия Томского политехнического университета. – Томск, 2014. – Т. 324. – № 1. – С. 209–223.

ОСНОВНЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ДОБЫЧИ РОССЫПНОГО ЗОЛОТА НА ПРИМЕРЕ РЕСПУБЛИКИ ХАКАСИЯ

И.В. Федотова

Научный руководитель профессор В.П. Парначев

Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия

Добыча россыпного золота приводит к разрушению на больших площадях ключевых элементов ландшафта – долин рек, и как следствие к уничтожению всех компонентов «местной» экосистемы. Кроме того, так как большая часть приисков находится в верховьях рек, то разработка золота становится источником массивированного загрязнения территорий, расположенных ниже по течению. При этом загрязнение может

продолжаться десятилетия спустя после окончания работ на приисках, из-за размывания незакрепленных растительностью отвалов.

Наиболее распространенным способом освоения россыпных месторождений золота является разработка россыпей открытым способом с отдельной выемкой торфов и песков.

При добыче россыпного золота можно выделить несколько наиболее значимых экологических проблем: трансформация природных ландшафтов; воздействие на атмосферный воздух, почвы и водные объекты; снижение биоразнообразия, усиления фактора беспокойства для животных и птиц.

Трансформация природных ландшафтов

Образование первых техногенных ландшафтов при разработке россыпей в Республике Хакасия началось с 30-х годов XIX века, когда при разработке россыпей обрабатывались лишь участки с наиболее богатым содержанием. Впоследствии россыпи подверглась сплошной отработке, а затем на отдельных участках была проведена разработка техногенных отложений. Таким образом, в долине рек можно выделить три разновозрастных комплекса техногенного рельефа, возникшего при карьерной разработке россыпных месторождений.

Среди форм техногенного рельефа резко преобладают бульдозерные отвалы вскрыши, галечные отвалы и отвалы эфелей представлены фрагментарно, имеются илоотстойники и фрагменты водоотводных канав. По краям полигонов современных разработок сохранились отдельные заросшие отвалы периода первых отработок. На поверхностях и склонах молодого техногенного рельефа происходит интенсивное выветривание валунно-галечного материала.

В результате золотодобычных работ произошла необратимая трансформация речных долин малых рек, оказались подняты и перемыты многие тысячи тонн русловых отложений, уничтожена вся пойменная растительность, и нарушен ландшафт долин.

Разработка россыпных месторождений золота подразделяется на три этапа: горно-подготовительные работы (сведение лесной растительности, снятие почвенно-растительного слоя (ПРС), проведение вскрышных работ), добычные работы (обогащение песков) и рекультивация нарушенных территорий. Комплекс горно-подготовительных работ предусматривает: очистку полигона от мелкокопья и корчевку пней; снятие плодородного слоя почв; вскрышу торфов; строительство гидротехнических сооружений. При проведении вскрышных работ торф перемещаются за пределы контура отработки — в долинную часть, на борта долины, в выработанное пространство. Именно на стадиях горно-подготовительных и добычных работ происходит нарушение рельефа днища долин.

Технология золотодобычных работ аллювиальных россыпей такова, что приходится углубить русло реки до коренного ложа горных пород. Водоносный горизонт и протекающая вода реки обычно выше коренного ложа на 2-7 м. Применяя оборотное водоснабжение, приходится устраивать поперечные дамбы ниже площади работ, при этом река отводится в сторону. Особенно отрицательное воздействие оказывают брошенные поперечные дамбы, карьеры ниже уровня русла и надвинутые на борта долины поперечно-склоновые техногенные террасы причудливых форм и различной высоты.

Добыча россыпного золота влечет за собой переработку главным образом днища долины. На гидравлическом полигоне, захватывается пойма и возникает отвальный рельеф, представленный чередованием котлованов с отвалами. Происходит полное преобразование днища долины. При этом уничтожена растительность, почвенный покров, заново формируется русло реки. Активизируются термокарстовые процессы, эрозия.

По всем долинам после отработки россыпей оставлены многочисленные разновозрастные отвалы с различной степенью залесенности. Между отвалами образованы многочисленные межотвальные понижения в виде мелких прудов, заполняющиеся в половодье [1].

После разработки месторождений остается большое количество нерекультивированных участков, появляются так называемые «лунные пейзажи» отработанных земель.

Полностью уничтожен плодородный слой, формирующийся в течение десятилетий и столетий. При этом помимо собственно «вскрытой» бульдозерами территории неизбежно негативному воздействию подвергаются в 10-50 раз большие по размерам площади лесных экосистем – разведкой, подъездными путями, лагерьями и заготовками леса.

Россыпная золотодобыча серьезно нарушила экологический баланс в лесных районах, долины лесных рек на десятки километров изменились до полной неузнаваемости.

В настоящее время старые отвалы и отстойники зарастают кустарниковой и мохово-травянистой растительностью, а иногда редким лесом. На некоторых участках развивается заболачивание местности, идет образование оврагов, осыпей и обвалов.

Воздействие на атмосферный воздух на современных разработках

В результате добычных работ на современных полигонах происходит загрязнение приземных слоев атмосферы. Основными источниками выделений (выбросов) загрязняющих веществ являются: бытовые печи жилых домиков, автотранспорт и дорожная техника, пыление отвалов и карьеров. В атмосферу поступают следующие загрязняющие вещества: взвешенные вещества; диоксид азота; оксид азота; бенз(а)пирен; оксид серы; оксид углерода; керосин; пыль неорганическая.

Все выбросы от источников находятся в пределах ПДК, не оказывают значительного воздействия на природные объекты и носят локальный характер.

Воздействие на почвенный покров

При разработке месторождений происходит практически полное уничтожение почв, нарушение их морфологии и фракционного состава. Наиболее значима эта проблема на участках отработок и отвалах. Отсутствие мелких фракций, которые являются минеральной основой почвы, влечет за собой незарастание отвалов десятки лет.

Из-за скопления на границе гидроморфного и горных ландшафтов породных отвалов, с включениями рудных минералов, обогащения аллювиальных отложений тяжелыми минералами и загрязняющими веществами происходит загрязнение компонентов геологической и окружающей сред. При разработке россыпных месторождений до 90-х годов XX века извлечение золота из черновых концентратов осуществляли амальгамацией, то есть с использованием ртути. В результате в техногенных отвалах фиксируется повышенное содержание ртути. Из нерекультивированных отвалов ртуть вымывается водой или разносится в результате эрозии лишенных травяного покрова почв. И хотя в наше время ртуть не используется при разработках, она может накапливаться ниже по течению реки при повторной разработке старых отвалов.

Кроме ртути при добыче россыпного золота возможно загрязнение почв тяжелыми металлами, такими как свинец, цинк, медь, мышьяк и другими [3].

Воздействие на поверхностные воды

Технология разработки месторождений россыпного золота гидравлическим способом связана со значительным водопотреблением. Используемая вода уходит в технологический сброс. Поэтому на старых разработках наблюдалось загрязнение природных вод взвешенным влекомым материалом.

Эрозия почв нарушенных участков ведет к перемещению больших масс мелких частиц ила и песка вниз по течению, оказывая влияние, как на светопроницаемость вод, так и на формирование русловых экосистем. Наличие нарушенных участков изменяет температурный режим вод реки.

В настоящее время воздействие на водотоки снижается до минимума. Предусматривается система оборотного водоснабжения, временный отвод русла рек за пределы площади горных работ, строительство отстойников оборотной воды, проходка нагорных канав, строительство руслоотводных дамб и плотин илоотстойников [2].

Воздействие добычных работ на растительность и животный мир

Воздействие добычи россыпного золота на локальные участки речных долин состоит в полном уничтожении биотической части биоценозов и геоморфологической трансформации русел, днищ и склонов долин. Наибольшая опасность данного типа природопользования состоит в широком распространении воздействий по речной сети, что несет угрозу сокращения ареалов видов и сообществ.

На территории горного отвода происходит полное уничтожение растительного покрова. По визуальным наблюдениям можно предположить, что незначительная травянистая растительность появляется лишь через 3 года после завершения отработок месторождений; через 5 лет можно наблюдать появление кустарников; через 10-20 лет наблюдаются низкорослые деревья березы (преимущественно на гребнях отвалов). Для полного восстановления долины потребуется более 50 лет.

Разработка месторождений россыпного золота влияет и на животный мир. Техногенное воздействие изменяет привычные местообитания животных, происходит деградация пастбищ, что влияет на численность животных, появляется фактор беспокойства, что связано с работой техники на полигоне. Горные работы влияют и на водные экосистемы рек. Отведение водотока в руслоотводную канаву влечет за собой уничтожение донных биоценозов, нагульных площадей и мест нереста рыб, затрудняет миграцию рыбы вверх и вниз по течению.

В заключении следует сказать, что конкретизация основных экологических проблем на территориях добычи россыпного золота, выявила недостаточную изученность влияния добычных работ на отдельные компоненты природной среды. Необходим постоянный мониторинг за состоянием окружающей среды в местах разработки.

Литература

1. Бурдин В.Н., Гребенникова В.В., Лебедев В.И., Бурдин Н.В. Экологические проблемы старых техногенных отвалов золотодобычи // Современные наукоемкие технологии. – Иваново, 2010. – № 9. – С. 57-65.
2. Золотые реки. Выпуск 1. Амурский бассейн / под ред. Е. А. Симонова. – Владивосток: Издательство «Апельсин», 2012. – 120 с.
3. Сорокина О. А., Киселев В. И. Загрязнение почв в зоне освоения Джалиндинского россыпного и рудного месторождений золота в Приамурье // Экология и промышленность России. – М., 2005. – № 7. – С. 24-28.

ВОЗДЕЙСТВИЕ ИЗМЕНЕНИЙ НЕКОТОРЫХ КОСМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ НА ИЗМЕНЕНИЕ УРОВНЯ КАСПИЙСКОГО МОРЯ

М.Г. Хассан

Научный руководитель профессор Ю.В. Ваньшин

Саратовский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского, г. Саратов, Россия

Изменение климата имеет большое влияние на изменения глобального уровня морей. Солнечная активность также может играть определенную роль в изменении уровня моря. В статье предпринята попытка рассмотреть эффект солнечной активности и глобального потепления на изменение уровня Каспийского моря.

Введение

Каспийское море имеет самую большую площадь водной поверхности среди внутренних водоёмов, и составляет 75% объёма от всех солёных озёр Мира [5]. В настоящее время его уровень на 27 м ниже уровня Мирового океана [1]. Каспийское море окружено Российской Федерацией, Азербайджаном, Ираном, Туркменией и Казахстаном, расположено между 36°-47° с.ш. и 47°-54° в.д. в полусухом регионе [4]. Каспий традиционно разделен на три части, определенные морфометрическими параметрами и гидрологическим режимом - северный, средний, и южный. Северная часть моря имеет среднюю глубину 5 метров и содержит около 1% суммарного объёма воды. Средний Каспий относительно глубок – в среднем 190 м и содержит одну треть объёма воды. Глубокая, южная часть содержит две трети объёма воды, приблизительно 78,289 км³, достигающей максимальной глубины 1024 м [6].

Уровень Каспийского моря, как типичного внутреннего водоёма, неоднократно подвергался значительным колебаниям в прошлые геологические времена [7]. В период с 1933 по 1940 г. его уровень резко снизился на 1,7 м, а в 1977 г еще на 1,2 м и достиг минимального значения. Затем в период с 1977 по 1995 гг. его уровень неожиданно повысился на 2,5 м [1]. Изменения уровня моря вызвали существенное влияние на экономику, окружающую среду и ресурсы прибрежных стран [3]. Авторы [3] предположили наличие связи между изменениями климата и колебаниями уровня Каспийского моря.

В дополнение, ученые [10] полагают, что число солнечных пятен (чисел Вольфа) зависит от циклов солнечной активности, максимум которой отмечается каждые 11 лет или около этого. При этом, некоторые исследования указывают на то, что частота образования солнечных пятен за прошлое столетие в целом удвоилась [10]. Некоторые климатологи считают, что пятна и солнечный ветер могут играть значительную роль в изменении климата Земли, но подавляющее большинство специалистов рассматривают вклад этих процессов в климатообразование как незначительный, считая основной причиной нагревание атмосферы, эмиссию продуктов индустриальной деятельности, подтверждая это мнение многочисленными фактическими данными.

В придачу, считается [9], что существует прямая связь между современным глобальным потеплением и увеличением в атмосфере концентрации парниковых газов, особенно CO₂, что может привести в конечном итоге к изменению уровня и Мирового океана. Самые полные данные о динамике концентрации CO₂ в атмосфере, выраженные как молярная доля в сухом воздухе, содержатся в отчёте по исследованиям, проведенным на Мауна-Лоа (Hawaii, США).

В настоящей работе была посчитана корреляция между числом солнечных пятен (чисел Вольфа), их вариаций и уровнем Каспийского моря. Также была исследована корреляция между содержанием CO₂ в атмосфере и уровня Каспийского моря.

Результаты и обсуждение

Как отмечалось ранее, до 1977 уровень Каспийского моря заметно снизился (рис.). По мнению специалистов, основной причиной этого процесса явилось создания каскада водохранилищ на реках Волге и Каме, приведшее к понижению уровня моря более чем на 2,5 м до минимальной отметки в -29 м, что за последние 400–500 лет является самым низким показателем [8]. Начиная с 1978 уровень воды начал быстро повышаться, и теперь он стабилизировался на уровне -27 м. Садыков Д. Ш и др. [2] замечают, что наблюдаются различные связи между изменением чисел Вольфа в сторону повышения или понижения и градиентом изменения уровня моря. Такая неадекватность между ними, возможно, связана с различиями в механизме повышения и понижения температуры воздуха и воды при изменении плотности энергетического потока. Изменение чисел Вольфа, или магнитного поля Солнца, может вызвать изменение спектрального состава солнечного излучения. Это, в свою очередь, приводит к изменению энергетических характеристик солнечного потока и физико-оптических свойств различных слоев Земли. Но установление прямой связи между параметрами солнечной активности и различных слоев Земли является сложной проблемой.

Для стран региона существенное колебание уровня Каспия несет серьезные последствия, т.к. изменение береговой линии угрожает социальной и экономической сферам.

Нами изучена взаимосвязь (рис.) между солнечной активностью и изменением уровня Каспийского моря за период с 1880 до 2008 г.г., а также с содержанием CO₂ с 1960 по 2008 гг.

Установлено, что величина корреляции между чисел Вольфа и изменениями уровня Каспийского моря составила $r = -0,36$ с 1880 до 2008 г.г. и с 1960 по 2008 год составляет $r = -0,04$. С другой стороны, корреляция между концентрацией CO₂ и изменением уровня моря составила $r = 0,84$ с 1960 до 2008 г.г. Видно, что за последние 50 лет ростом выбросов парниковых газов, особенно CO₂ имеет гораздо большее влияние на уровни Каспийского моря, а не чисел Вольфа.

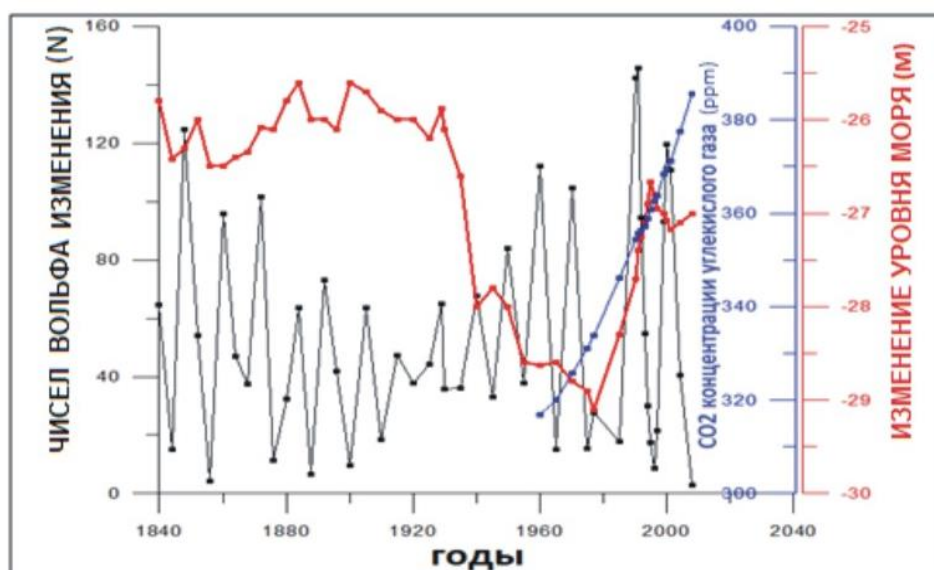


Рис. Корреляция между изменением уровня Каспийского моря (м), чисел Вольфа (N) и концентрацией CO₂ в атмосфере (ppm)

Таким образом, мы можем сказать, что в прошлом повышение уровня Каспийского моря больше связана с глобальным потеплением, выведенной из увеличения выбросов парниковых газов в атмосфере, особенно CO₂. Кроме того, непрерывное увеличение CO₂ в атмосфере может привести к резкому увеличению уровня Каспийского моря в предстоящих годы.

Литература

1. Родионов М.А. Этнографический статус существ, вещей и явлений в культурах Востока. Вып. 1. Собака // Кунсткамера. Этнографические тетради. – СПб., 1994. – № 5–6. – С. 174–261.
2. Садыков Д. Ш., Кунаев М.С. Исследование механизма изменения уровня Каспийского моря на основе анализа взаимодействия природных сил. – Алматы: Рылым, 2000. – 116 с.
3. Школьник И. М., Мелешко В. П., Катцов В. М. Возможные изменения климата на европейской территории России и сопредельных территориях к концу XXI века: расчет с региональной моделью ГГО // Метеорология и гидрология. – М., 2006. – № 3. – С. 5–16.
4. Arpe K., Leroy S.A.G. The Caspian Sea Level forced by the atmospheric circulation, as observed and modelled // Quaternary International. – 2007. – Vol. 173. – P. 144–152.
5. Birkett C.M. The contribution of TOPEX/POSEIDON to the global monitoring of climatically sensitive lakes // Journal of Geophysical Research. – 1995. – Vol. 25. – P. 179–204.
6. Clauer N., Chaudhuri S., Toulkeridis T., Blanc G. Fluctuations of Caspian Sea level: beyond climatic variations // Geology. – 2000. – Vol. 28. – P. 1015–1018.
7. Kazanci N., Gulbabazadeh T., Leroy S.A.G., Ileri O. Sedimentary environmental characteristics of the Gilan-Mazenderan plain, northern Iran: influence of long- and short-term Caspianwater-levelfluctuations on geomorphology // Journal of Marine Systems. – 2004. – Vol. 46. – P. 145–168.
8. Kosarev A.N. Physico-geographical conditions of the Caspian Sea In: The Caspian Sea Environment // The Handbook of Environmental Chemistry. – Berlin: Springer-Verlag, 2005. – Vol. 5P. – P. 5–31.
9. Meinshausen M., Meinshausen N., Hare W., Raper S.C., Frieler K., Knutti R., Allen M.R. Greenhouse-gas emission targets for limiting global warming to 2 deg C // Nature. – 2009. – Vol. 458. – P. 1158–1163.
10. NASA's Marshall Space Flight Center [Электронный ресурс]. Режим жоступа: <http://www.solarscience.msfc.nasa.gov> (дата обращения: 26.01.2014)
11. Token Conservative Blog [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.tokenconservative.com> (дата обращения: 24.01.2014)

МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОЦЕНКИ РАЗНОПРОФИЛЬНЫХ ВИДОВ ФИЗИЧЕСКОГО АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ЛАНДШАФТЫ

Т.М. Черных

Научный руководитель доцент Н.П. Соболева

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Человек с давних времен использует ландшафты для сельского хозяйства, строительства, промышленности и т.д. Конечно, до определенных пределов они обладают восстановительными свойствами, способностью сохранять свою структуру, но воздействие человека чрезмерно, поэтому полной регенерации не происходит. Существует большая разница между антропогенно измененным ландшафтом и природной средой, также степень нагрузки зависит от характера и продолжительности воздействия.

В настоящее время существуют разнообразные методы и подходы оценки воздействия человека на природную среду. Одной из методик, которую возможно применить для оценки физического воздействия на ландшафты, – это балльная оценка.

Влиянию человека подвержена вся географическая оболочка, а именно компоненты ее геосфер: литосферы, гидросферы, атмосферы и биосферы. При физическом воздействии человека на ландшафты в первую очередь негативное влияние испытывают на себе компоненты «твердой» и «живой» оболочек Земли. В литосфере наблюдается нарушение рельефа и обострение опасных экзогенных процессов (оползней, обвалов, эрозионных процессов и др.). Характерные черты воздействия на биосферу – это уплотнение почвы и изменение ее свойств, уменьшение проективного покрытия растительности, снижение видового разнообразия флоры и уничтожение отдельных ее видов, физиологические изменения растительности, продуктивность надземной фитомассы. Физическое воздействие на гидросферу – это загрязнение воды, пыль, попадание суспензий из горнодобывающей промышленности. А также огромное значение имеет загрязнение воздуха.

Существует такое понятие, как норма нагрузки. Это допустимое воздействие, не приводящее к нарушению свойств и функций ландшафта, при превышении которой ландшафт разрушается.

Предлагаемая методика оценивания физического воздействия человека на ландшафты заключается в присвоении определенных баллов отдельным участкам антропогенно измененных ландшафтов, к которым можно отнести территории воздействия топливно-энергетического комплекса, предприятий различного профиля, рекреационные территории.

Оценку воздействия целесообразно проводить по следующим критериям.

Нарушение рельефа изучается визуально. Балл присваивается в зависимости от степени нарушения естественного рельефа: <10% территории – 0 баллов, 10-20% – 1 балл, 20-50% – 2 балла, 50-70% – 3 балла, >70% – 4 балла.

Площади опасных экзогенных процессов оцениваются также визуально по аналогии с нарушением рельефа.

Уплотнение почв является важным показателем деградации почв, может определяться с помощью плотномера или по скорости впитывания воды. Баллы присваиваются: рассыпчатое сложение почвы – 0 баллов, рыхлое – 1 балл, уплотненное – 2 балла, плотное – 3 балла, очень плотное (слитое) – 4 балла.

Проективное покрытие определяется для травянистой растительности глазомерно с использованием сеточки Раменского, для лесных экосистем визуально определяют сомкнутость крон. Балл присваивается в зависимости от степени покрытия почвы растительностью: >80% – 0 баллов, 60-80% – 1 балл, 40-60% – 2 балла, 20-40% – 3 балла, <20% – 4 балла [3].

Физиологические изменения растительности определяются визуально с использованием специальной шкалы [2]. Выделение баллов: растения в исходном состоянии – 0 баллов; растения слегка примяты, повреждение листьев и стеблей не более 10% – 1 балл; растения примяты к земле, повреждение листьев и стеблей до 40% – 2 балла; растения с повреждением вегетативных органов более 40% – 3 балла; растения сломаны у основания, или с погибшей корневой системой – 4 балла.

Видовое разнообразие флоры оценивается визуально в сравнении с эталонным участком аналогичного ландшафта, незатронутого антропогенной деятельностью. Баллы: видовое разнообразие снижено на 10% – 0 баллов, на 10-20% – 1 балл, на 20-50% – 2 балла, на 50-70% – 3 балла, >70% – 4 балла.

Оценивание физического антропогенного воздействия на компоненты литосферы производится на территории, испытывающей на себе непосредственное влияние деятельности человека, поэтому размеры ключевых участков могут варьировать в различных пределах.

Изучение воздействия человека на компоненты флоры проводится на основе ключевых участков, размеры которых определяются в соответствии с общепринятой методикой геоботанических исследований: 10×10м для луговой растительности и 20×20м для лесного типа растительности [1].

В результате проведения оценки физического антропогенного воздействия минимальный балл получают территории, испытывающие на себе наименьший прессинг, т.е. практически не измененные ландшафты, сохранившие свою структуру, функционирование, природную способность восстанавливаться. Максимальный балл будет соответствовать ландшафтам, радикально измененным человеком, т.е. утратившим свою структуру, естественное функционирование.

Учитывая степень физического воздействия на ландшафты, их устойчивость к антропогенным нагрузкам, возможно спрогнозировать как в дальнейшем поведет себя геосистема, как изменятся ее компоненты, и соответственно рекомендовать природоохранные мероприятия для снижения антропогенного прессинга.

Литература

1. Гагина Н.В., Федорцова Т.А. Методы геоэкологических исследований: курс лекций. – Минск: БГУ, 2002. – 98 с.
2. Линник В.Г., Горбачевская Н.Л., Зубкова Т.А. Результаты экспериментального исследования влияния вытаптывания на травяной покров и почву // Влияние массового туризма на биоценозы леса. – М: МГУ, 1978. – С. 17–35.
3. Непомнящий В.В. Геоэкологические условия рекреационного природопользования в степных ландшафтах Республики Хакасия: Дис. ... канд. геогр. наук. – Томск, 2007. – 207 с.

МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИНТЕГРАЛЬНОЙ ОЦЕНКИ АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПРИРОДНУЮ СРЕДУ ПРИ РАЗРАБОТКЕ РОССЫПНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЗОЛОТА

Д.Л. Чубаров, А.С. Ефстифеева

Научный руководитель доцент Н.П. Соболева

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Золотодобывающая промышленность России – крупнейший производственный комплекс с сотнями предприятий, ведущих добычу россыпного золота.

Добыча россыпных месторождений драгметаллов – одно из самых кардинальных антропогенных воздействий на природу, приводящее к уничтожению всех компонентов местной экосистемы, так как разрушает на больших площадях ключевой элемент ландшафта – долины рек. А поскольку большая часть приисков находится в верховьях, они становятся источниками массивированного загрязнения территорий, расположенных ниже по течению.

Цель работы – разработать методику количественной оценки интегрального негативного антропогенного воздействия на россыпные месторождения золота.

Для достижения этой цели были поставлены следующие задачи:

- изучить применимость методик оценки негативного антропогенного воздействия, закрепленные ГОСТами;

- на их основе разработать более совершенную методику.

Критериями для оценки негативного воздействия на природную среду целесообразно сделать те виды негативного антропогенного воздействия на природную среду (ПС), которым можно дать качественную оценку на основании их количественных характеристик.

Стоит отметить, что существующие ГОСТы, например, ГОСТ Р 14.13-2007 «Оценка интегрального воздействия объектов хозяйственной деятельности на окружающую среду в процессе производственного экологического контроля» [1], не определяют четких критериев для оценки экологического состояния территории, а предлагает работникам предприятий самим оценить, оказывает ли их предприятие воздействие на окружающую среду.

Географическое положение месторождения, а именно принадлежность его к той или иной природной зоне оказывает очень большое влияние на общее антропогенное воздействие, оказываемое на природную среду. Поэтому для природно-климатических зон, так же, как и для видов нагрузок, необходимо ввести коэффициенты, отражающие степень влияния географических особенностей зоны на состояние ПС при разработке месторождения [2].

Обозначим отношение неиспользуемых земель к интенсивно эксплуатируемым (в % по ландшафтным зонам, табл. 1) показателем L . Тогда значение L будет варьировать в пределах от 0,3 (для лесостепи) до 99 (для полупустынь и пустынь). Для нормализации этих значений применим операцию натурального логарифмирования значения L . Итоговая же формула для расчета коэффициента природно-климатической зоны будет выглядеть следующим образом:

$$\mu = 1 + \ln L, \text{ где } \mu - \text{коэффициент природно-климатической зоны.}$$

Таким образом, коэффициенты для природно-климатических зон будут принимать следующие значения, представленные в таблице 1.

Таблица 1

**Числовые значения коэффициентов для различных природных зон
(по данным В.П.Князевой [2] с дополнениями авторов)**

Природная зона	L	Коэффициент μ
Арктическая пустыня и тундра	98/2	4,89
Северная тайга	85/15	2,73
Средняя и южная тайга	50/50	1
Смешанные леса	40/60	0,6
Лесостепи	35/65	0,4
Степи	55/45	0,8
Полупустыни и пустыни	99/1	5,59
Зона высотной поясности	85/15	2,73

Оценку критериев целесообразно производить по квадратам топографической карты. Каждый из критериев оценивается по 5-бальной шкале. Ранжирование оценок проводится по следующим показателям, представленным в таблице 2.

Итоговая формула оценки интегрального негативного антропогенного воздействия на объекты природной среды включает в себя показатель природно-климатической зоны, а также разработанные критерии с учетом коэффициентов. Выглядит она следующим образом:

$$N = \mu(\sum L_n), \text{ где } N - \text{суммарный балл для каждого из квадратов; } L_n - \text{оценки по критериям.}$$

Таблица 2

Критерии оценки антропогенного воздействия

Критерий / балл	0	1	2	3	4
«Нарушение рельефа» - степень нарушения естественного рельефа	<10%	10 – 25%	25–45%	45-75%	75-100%
«Воздействие на грунтовые и поверхностные воды» - отношение содержания токсичных элементов к ПДК	< 1	1 – 1,4	1,4 – 1,8	1,8 – 2,1	>2,1
«Нарушение и загрязнение почвенно-растительного покрова» - отношение содержания токсичных и других вредоносных элементов в почве к ПДК	< 1	1 – 1,4	1,4 – 1,8	1,8 – 2,1	>2,1
«Изменение русла рек» - степень изменения русла реки	в данном квадрате река не протекает	русло реки частично изменено или изменены русла притоков	русло основной реки изменено несильно, но осушены ее притоки	сильно изменено русло реки, но не сильно ее притоки	и русло, и режим питания (притоки) изменены до неузнаваемости
«Изменение водного режима реки» - критерий, который не зависит от квадрата, распространяется на всю территорию, по которой протекает река и показывает отношение среднегодовых показателей расхода воды $\frac{Q_{наст.}}{Q_{прошл.}}$	>0.85	0.85 – 0.8	0.8 – 0.75	0.75 – 0.7	<0.7
«Уничтожение фауны» - соотношение видового разнообразия и количественного показателя фауны исследуемой территории	>0.85	0.85 – 0.8	0.8 – 0.75	0.75 – 0.7	<0.7

Разработанная интегральная формула делает изначально субъективный метод экспертных оценок максимально объективным, что играет очень важную роль при характеристике негативного антропогенного воздействия.

Литература

1. ГОСТ Р 14.13-2007. Экологический менеджмент. Оценка интегрального воздействия объектов хозяйственной деятельности на окружающую среду в процессе производственного экологического контроля. – М.: ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 2008. – 28 с.
2. Князева В.П. Экология. Основы реставрации: учебное пособие для вузов. – М.: Архитектура-С, 2005. – 120 с.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РТУТИ В РЕКЕ ИРТЫШ

Р.Р. Шайхитдинов

Научный руководитель доцент Н.А. Осипова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Работа посвящена исследованию содержания ртути в реке Иртыш. Иртыш - самая длинная река-приток в мире. Протекает по территории Китая (525 км), Казахстана (1700 км) и России (2010 км). Площадь бассейна — 1643 тыс. км².

Река Иртыш испытывает интенсивную нагрузку от сбросов сточных вод, содержащих загрязняющие вещества. Всего в бассейн реки Иртыш только в 2000 году сброшено со сточными водами около 86390 тыс. т. загрязняющих веществ, в том числе токсичных металлов от предприятий металлургии и горнодобывающей промышленности: цинка – 125,6 т, меди – 5,48 т, свинца – 0,76 т. Сточными водами только двух очистных сооружений города Семипалатинска в реку Иртыш сбрасывается 418,1 т соединений различных металлов. Наиболее сильное загрязнение этого водоема (на 28,1 – 32,02 %) происходит хромом, цинком, медью, стронцием, никелем.

Основными источниками накопления химических элементов в водных системах и их составной части (донных отложениях) на территории Иртышского бассейна являются обнаженные поверхности горных выработок, их отвалы, хвостохранилища и продуктоохранилища обогатительных фабрик, отвальные продукты и

промышленные стоки металлургических, химико-металлургических, химических, машиностроительных, теплоэнергетических предприятий и предприятий стройиндустрии, а также их промышленные выбросы в атмосферу, осаждающиеся впоследствии на земную поверхность.

Среднегодовая концентрация загрязняющих веществ составляет: азот аммонийный – 2,3 ПДК, фенолы – 6 ПДК, медь – 6,6 ПДК, соединения железа – 5 ПДК, цинк – 4,4 ПДК, марганец – 6,8 ПДК.

Важной экологической проблемой для реки Иртыш является забор ею воды Китаем на промышленные цели и для ирригационных систем. В начале 1999 г. в КНР началось строительство канала для отвода вод Черного Иртыша на Каратайские нефтепромыслы в Синьцзян - Уйгурском автономном районе для питьевого и промышленного водоснабжения, в последнее время стало известно о строительстве новых водохранилищ. По предварительным подсчетам, у китайского канала максимальный водозабор составит 10-11 % общего объема воды реки, что меньше 12 % предусматриваемых Хельсинскими соглашениями.

Также внимание общества в 1993 году привлекало другое экологическое бедствие - угроза попадания ртути в реку Иртыш. В 1975 году в Павлодарской области, в трех километрах от реки Иртыш, началось строительство Химического завода по производству соды и каустика, который уже с момента пуска представлял серьезную угрозу для жителей города. Завод был построен в черте города, т.е. правительство сознательно создало бомбу замедленного действия.

В научно – исследовательских центрах Казахстана спроектировали технологические линии на основе ртутного метода, хотя уже в это время существовали более безопасные и совершенные способы разложения соли на хлор и каустик. Но главным для Советского Союза тогда было получение высококачественного продукта при минимуме затрат. Поэтому была выбрана самая "грязная" и опасная для здоровья людей технология - ртутная.

С 1975 по 1993 годы в цехе по производству каустической соды методом ртутного электролиза из-за несовершенства технологий и оборудования было пролито около 1000 тонн ртути.

Первоначально очаг загрязнения включал в себя лишь цех № 31, где ртуть скопилась в грунтах, строительных конструкциях, шламах, поверхностных и грунтовых водах на глубине более трех метров. Однако часть ее проникла до уровня водоносного слоя и образовала там ореол очень ядовитого хлорного соединения – сулемы.

По данным лабораторных исследований, максимальное содержание ртути было отмечено в скважине, которая находится между заводом и озером Былкылдак. Там оно превышает предельно допустимую концентрацию почти в 14 раз.

Опасность представляет не столько металлическая ртуть или ее пары, сколько ее соединения с неметаллами, которые накапливаются в рыбе, планктоне, водорослях, а так же уже упоминавшиеся соединения с хлором (сулема). Аномально высокое содержание этого химического вещества в организме человека приводит к поражению, прежде всего, центральной нервной системы, а также почек, печени и т.д. Только по официальным данным, за 20 лет 17 работников "Химпрома" получили производственные заболевания, связанные с отравлениями ртутью. В частных разговорах павлодарские врачи называют другую цифру - 250 и более человек.

Эта проблема актуальна не столько для населения Казахстана, сколько для жителей Прииртышья. Ртуть и ее соединения переносятся талыми водами в Иртыш, продолжается накопление этих веществ в донных отложениях.

Естественные процессы вымывания соединений ртути из почвы в Иртыш ускоряются в связи наличием массивного золоотвала в непосредственной близости от завода. Химически активные вещества, содержащиеся в золоотвале ТЭС, реагируют с ртутью и ее соединениями, а давление массы золоотвала на почву влияет на циркуляцию подземных вод.

Многочисленными были взяты пробы воды и донных отложений р. Иртыш. Пробы анализировали в учебно-научной лаборатории Международного инновационного научно-образовательного центра «Урановая геология» кафедры геоэкологии и геохимии Томского политехнического университета. Содержание ртути в пробах определяли на атомно-абсорбционном спектрометре РА-915+ с зеемановской коррекцией. Пробы донных отложений анализировали с помощью пиролитической приставки ПИРО-915 (метод пиролиза; предел обнаружения ртути - 5 мкг/кг), пробы воды - с помощью приставки РП-91 (метод «холодного пара»; предел обнаружения ртути - 0,005 мкг/дм³).

Проанализировав природные компоненты на содержание ртути, можем сделать вывод, что концентрация ртути в воде (рис.) по течению р. Иртыш повышается. Но нигде не превышает ПДК, кроме озера Балкылдак, который являлся отстойником "Химпрома".

По данным омских ученых, с 1997 года экологическая и санитарно-гигиеническая обстановка на "Химпроме" резко ухудшилась. На самой территории предприятия в 9 раз возросло содержание паров ртути в воздухе, увеличивается содержание ртути в грунтовых водах. Зарегистрировано превышение ПДК уже в 1,5 км от очага загрязнения. Кроме того, зарегистрировано присутствие ртути на глубине уже не 3, а 23-25 метров. То есть ртуть активно "расползается" по всем направлениям. Можно предположить, что в случае ежесуточного поступления ста килограммов ртути из очага загрязнения в реку Иртыш на нашем водозаборе будет отмечаться 2,25 и более ПДК в течение 25 лет. То есть, время, в течение которого была возможна локализация очага заражения, уже упущено. Детальных геологических исследований причин этого не проводилось, но на прошедшей в Сибирской государственной автомобильной академии научно-практической конференции "Инженерная защита окружающей среды" высказывались предположения, что это связано именно со строительством глиняного "замка" и, как следствие, нарушением естественной циркуляции грунтовых вод.

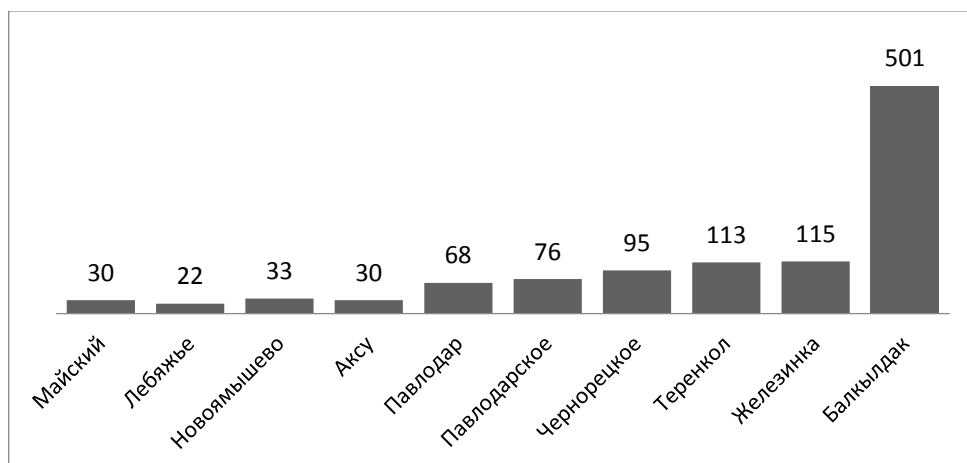


Рис.1 Концентрация ртути в воде р. Иртыш, мг/л

Решение вопроса о загрязнении Иртыша ртутью должно быть введено в рамки закона, причем закона межгосударственного, либо международного соглашения. Дело в том, что проблема это - не региональная. Если ртуть окажется в реке - пусть через 30, через 40, 50 лет - проблема станет международной, ведь в конечном итоге воды Иртыша попадают в Северный Ледовитый океан. Сейчас под угрозой находится безопасность более миллиона человек, живущих по берегам Иртыша.

Сейчас проблема ртутного загрязнения Иртыша, наряду со многими другими, находится в ведении Российско-казахстанской комиссии по трансграничным водам. Проблему активно пытаются решать власти Омской и Павлодарской областей. Но на федеральном уровне она только поднимается, никаких реальных действий пока нет, как нет и никаких обещаний от казахстанского правительства в сторону правительства России. А ведь надо задумываться о том, как полностью ликвидировать очаг ртутного заражения.

Литература

1. Фролова Е.В. Экологические проблемы реки Иртыш // Экология производства. – М., 2006. – № 6. – С. 53–56.
2. Располов А., Лифантьева Е., Саплинова М. Ртутное озеро движется к Иртышу // Экология и право. – СПб., 2002. – № 7. – С. 23–27.
3. Задорожный А.А. Мутные воды Иртыша // Эксперт Казахстан. – Астана, 2006. – № 24. – С. 80.

ВЛИЯНИЕ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ТЕРРИТОРИИ НА ВАРИАТИВНОСТЬ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В ОРГАНИЗМЕ БОЛЬНЫХ САРКОИДОЗОМ

К.В. Шакирова, К.К. Егорова

Научный руководитель профессор Н.В. Барановская

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Саркоидоз легких (синонимы саркоидоз Бека, болезнь Бенье — Бека — Шауманна) – заболевание, относящееся к группе доброкачественных системных гранулематозов, протекающее с поражением мезенхимальной и лимфатической тканей различных органов, но преимущественно респираторной системы.

Морфологическим субстратом саркоидоза служит образование множественных гранул из эпитолиоидных и гигантских клеток. При внешнем сходстве с туберкулезными гранулемами, для саркоидных узелков нехарактерно развитие казеозного некроза и наличие в них микобактерий туберкулеза. По мере роста саркоидные гранулемы сливаются во множественные большие и малые очаги. Очаги гранулематозных скоплений в каком-либо органе нарушают его функцию и приводят к появлению симптоматики саркоидоза. Исходом саркоидоза служит рассасывание гранул или фиброзные изменения пораженного органа. До сих пор саркоидоз считается заболеванием с неясной этиологией [4].

Данная работа основана на фактическом материале, полученном под руководством кандидата медицинских наук врача саркоидолога Денисовой О.А., представляющем собой кровь и операционного материала – биоптаты лимфатических узлов и ткани легких. Пробы крови были взяты у больных саркоидозом – 130 человек, проходивших лечение в Областной клинической больнице города Томска. А также кровь отбиралась у контрольной группы людей проживающей на территории Томской области не имеющих данной патологии – 26 человек.

Методы исследования были направлены на выявление элементного состава биологических объектов, а именно органов и тканей людей больных саркоидозом и здоровых. Важным требованием к аналитическим работам при геохимических исследованиях является удовлетворительная воспроизводимость и правильность определений. Для данного исследования использовался инструментальный нейтронно-активационный анализ.

Пробоподготовка осуществлялась врачом-терапевтом Егоровой К.К. при участии студентки пятого курса Шакировой К.В. в лаборатории кафедры геоэкологии и геохимии Томского политехнического университета.

Пробы крови и биосубстрата полностью высушивались при температуре 50°C, развешивались по 100 мг, затем упаковывались в пакеты из фольги и отправлялись на инструментальный нейтронно-активационный анализ для определения содержания химических элементов.

Инструментальный нейтронно-активационный анализ (ИНАА) на 28 химических элементов выполнен согласно инструкции НСАМ ВИМС № 410-ЯФ с облучением тепловыми нейтронами на исследовательском реакторе ИРТ-Т в лаборатории ядерно-геохимических методов исследования Томского политехнического университета (аналитики – с.н.с. А.Ф. Судыко, Л.В. Богутская).

В результате было проанализировано 169 проб крови и 68 проб биопатного материала из 12 районов Томской области (28 населенных пунктов). При этом пробы были отобраны у 126 женщин в возрасте 24-73 лет, и у 111 мужчин в возрасте 22-64 года. Была построена гистограмма частоты заболевания саркоидозом в зависимости от пола и возраста (рис. 1). Из графика следует, что для нашей выборки заболевание более характерно для молодых мужчин в возрасте от 22 до 28 лет и женщин в возрасте от 50 до 64 лет.

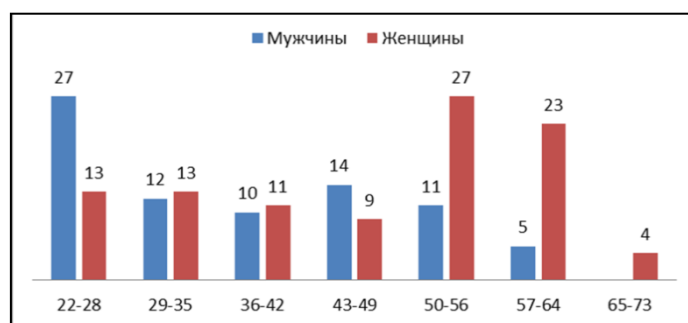


Рис. 6 Частота заболеваемости саркоидозом в зависимости от пола и возраста

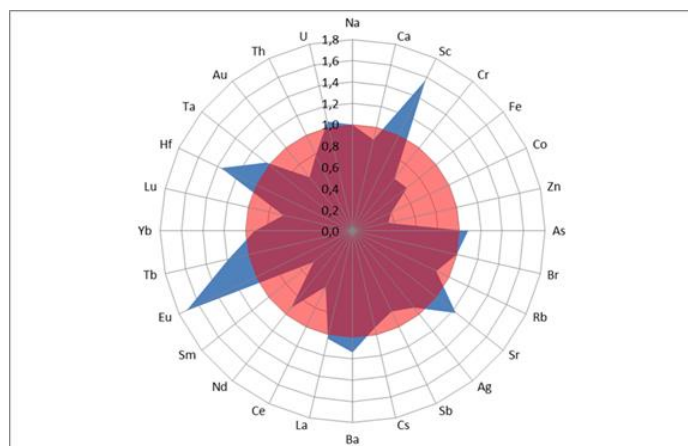


Рис. 2 Коэффициенты концентрации элементов в крови больных саркоидозом относительно контрольной группы

Кровь является быстроизменяющейся системой организма, на которую каждый день оказывает влияние как естественные химические элементы характерные для данного района в связи с геологической ситуацией, но так и техногенные, чуждые организму. Кровь является «зеркалом» физиологического состояния организма, свидетельством его здоровья или, напротив, каких-либо сбоев в его функциях [3]. В наше время через анализ крови выявляется множество заболеваний, так и мы в нашем исследовании сравниваем полученный элементный состав крови больных саркоидозом и здоровых людей (рис. 2). Это хорошо иллюстрируют биогеохимические ряды накопления элементов в крови больных саркоидозом по отношению к контрольной группе: $Eu_{1,7} - Sc_{1,6} - Hf_{1,4} - Sr_{1,2} - Tb_{1,2} - Ba_{1,1} - As_{1,1} - U_{1,1}$.

По данным анализа легких и лимфоузлов здоровых людей и больных саркоидозом был также построен график коэффициентов концентрации (рис. 3). Для этой выборки характерно превышение практически всех химических элементов. Геохимический ряд выглядит следующим образом: $U_{9,0} - Eu_{7,9} - Hf_{7,0} - Cr_{6,8} - Lu_{5,2} - Co_{4,3} - Sb_{4,0} - Ca_{3,6} - Au_{3,5} - Th_{3,4} - Cs_{3,3} - Zn_{3,2} - Nd_{3,1} - Fe_{2,7} - Ag_{2,6} - Tb_{2,6} - Sc_{2,5} - Ta_{1,6} - La_{1,6} - As_{1,5} - Yb_{1,5} - Ba_{1,5} - Sm_{1,4} - Br_{1,3} - Rb_{1,2} - Ce_{1,1}$. Возможно развитие патологии, образование гранулем, ведет к концентрированию всех химических элементов доступных в крови. Полученные результаты, однако, дают больше вопросов, чем ответов, на рисунке приведены данные по общей выборке (68 проб), возможно при более детальном анализе получится найти ответы.

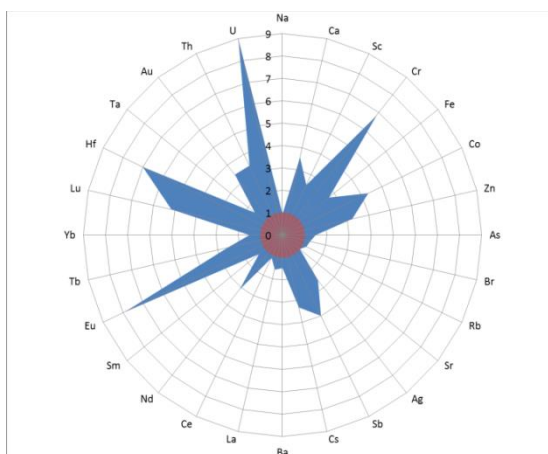


Рис. 3 Коэффициенты концентрации элементов в легких и лимфоузлах больных саркоидозом относительно контрольной группы

В ходе исследования удалось выявить некоторую специфику накопления химических элементов в органах людей больных саркоидозом, по сравнению со здоровыми людьми из группы контроля. Дальнейшие исследования данного материала позволят сделать выводы об иных особенностях данного заболевания в Томской области.

Литература

1. Виноградов А.П. Геохимия живого вещества. – Л.: АН СССР, 1932. – 67 с.
2. Игнатова Т.Н., Барановская Н.В., Рихванов Л.П. Региональные особенности накопления химических элементов в зольном остатке организма человека по данным нейтронно-активационного анализа // Тяжелые металлы и радионуклиды в окружающей среде: Сб. докл. VI Международного научно-практической конф. – Семипалатинск, 2010. – С. 29-35.
3. Козинец Г.И., Высоцкий В.В. и др. Кровь и экология. – М.: Практическая медицина, 2007. – 432 с.
4. Саркоидоз / под ред. А.А. Визеля. – М.: Из-во холдинг «АТМОСФЕРА», 2010. – 416 с.

УРОВЕНЬ ПЫЛЕВОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ И ВЕЩЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ НЕРАСТВОРИМОЙ ФАЗЫ СНЕГОВОГО ПОКРОВА В ОКРЕСТНОСТЯХ НЕФТЕХИМИЧЕСКОГО ЗАВОДА Г. ПАВЛОДАРА (РЕСПУБЛИКА КАЗАХСТАН)

Т.С. Шахова

Научные руководители профессор Е.Г. Языков, доцент А.В. Таловская
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Введение. В современном мире более половины населения планеты проживает в городах, и доля городского населения неуклонно возрастает. Города стали центрами сосредоточения населения, промышленности и обусловленного этим интенсивного загрязнения окружающей среды, которое по площади аномалии токсикантов представляет собой техногенные геохимические и биогеохимические провинции. Сами города выступают в качестве мощных источников техногенных веществ, включающихся в региональные миграционные циклы [1].

В этом плане особое место среди экологически неблагоприятных регионов Республики Казахстан занимает г. Павлодар – индустриально развитый, многопрофильный промышленный центр [1]. На основании анализа статистических данных Павлодарского территориального управления охраны окружающей среды и областного статистического управления установлено, что основными источниками загрязнения являются стационарные источники (главные из которых Павлодарский нефтехимический, тракторный и алюминиевый заводы, а также предприятия по выработке тепла – ТЭЦ 1,2,3) и автотранспорт. Ими ежегодно в атмосферу выбрасывается 109,8 тыс. тонн поллютантов. [8].

Павлодарский нефтехимический завод - крупнейшее в Казахстане предприятие по производству нефтепродуктов. ТОО «Павлодарский нефтехимический завод» ориентирован на переработку нефтяного сырья западно-сибирских месторождений, запроектирован по топливному варианту. В состав завод входят такие комплексы как: комплекс по переработке нефти; комплекс по глубокой переработке мазута; установка производства нефтяных битумов; установка замедленного коксования; установка производства серы. В 2009 году была пущена в эксплуатацию установка по производству водорода. Павлодарский нефтехимический завод выпускает свыше 10 видов нефтепродуктов: бензины, топливо для реактивных двигателей, дизельное, котельное топливо, сжиженные газы, битумы, кокс, серу различных марок и т.д. [8].

Для оценки качества атмосферного воздуха широко используются естественные планшеты накопители загрязняющих веществ. Как известно, снежный покров, обладающий высокой сорбционной способностью, представляется наиболее информативным объектом при выявлении техногенного загрязнения атмосферы.

Снежный покров, если он не подвергался интенсивному таянию, фактически аккумулирует и сохраняет в себе все загрязняющие атмосферу компоненты в отличие от дождей, которые частично инфильтруют в почву и грунты, частично поступают в водоемы с поверхностным стоком, частично очищаются растительностью (в период ее активной жизни). Количество выпадающего со снегом твердого осадка характеризует запыленность территории, а фильтрат талого снега отражает степень загрязнения воздушного бассейна наиболее растворимыми формами элементов [1, 2, 7].

Методика исследования. С целью изучения и выявления уровня пылевого загрязнения в зоне влияния Павлодарского нефтехимического завода автором проводился отбор проб снега в январе 2014 г. (рис.). Пробы отбирали на северо-востоке от границ предприятия согласно главенствующему направлению ветра. Работы по отбору и подготовке снежных проб выполнялись с учетом методических рекомендаций [3], руководстве по контролю загрязнения атмосферы и на основе многолетнего практического опыта эколого-геохимических исследований на территории западной Сибири [7]. Объект исследования – твердый осадок снега, содержащий осевшую атмосферную пыль.

Расчет пылевой нагрузки P_n ($\text{мг}/\text{м}^2 \cdot \text{сут}$) проводился согласно [4, 5] по формуле: $P_n = P_o/St$, P_o – масса пыли в пробе (мг ; кг); S – площадь шурфа (м^2); t – время от начала снегостава (сут.). В практике [4, 6] используется следующая градация по среднесуточной пылевой нагрузке: менее 250 – низкая; 251-450 – средняя; 451-850 – высокая; более 850 – очень высокая степень загрязнения.

Изучение минерального состава проб твердого осадка снега проводили в лаборатории оптической диагностики Международного инновационного научно-образовательного центра «Урановая геология» кафедры геоэкологии и геохимии ТПУ с применением стереоскопического бинокулярного микроскопа (Leica EZ4D). В пробах определяли процентное соотношение всех минеральных и техногенных составляющих методом сравнения с эталонными палетками, согласно запатентованному способу определения загрязненности снежного покрова техногенными компонентами [6].

Результаты и их обсуждение. По результатам исследования в зоне влияния нефтехимического завода г. Павлодара величина пылевой нагрузки соответствует низкому уровню загрязнения согласно нормативной градации (менее $250 \text{ мг}/(\text{м}^2 \cdot \text{сут})$) [4, 5]. В ближайшей зоне влияния завода величина пылевой нагрузки находится в пределах от 14 до $18 \text{ мг}/\text{м}^2 \cdot \text{сут}$.



Рис. Точки отбора проб снега в зоне влияния нефтехимического завода г. Павлодар

Результаты шлихового анализа проб показали, что техногенные частицы (66–83 %) преобладают над минеральными образованиями (17–33 %). Преобладающим в составе техногенной составляющей являются частицы угля, сажистые частицы и шлак (табл.). Поступление данных частиц вероятно связано со сжиганием сероводородного газа на факеле. Кроме того, нефтехимический завод входит в комплекс северной промышленной зоны города Павлодар. По соседству функционирует ТЭЦ-3. Выбросы данных предприятий также оказывают свой вклад в состав пыли.

Таблица
Величина пылевой нагрузки ($\text{мг}/\text{м}^2 \cdot \text{сут.}$) и вещественный состав (%) проб твердого осадка снега в зоне влияния нефтехимического завода г. Павлодара, 2014 г.

Тип частицы и пылевая нагрузка	№ пробы				
	1	2	3	4	5
Кварц	20	20	10	15	13
Полевой шпат	13	10	5	7	7
Уголь, сажистые частицы, шлак	45	50	70	70	65
Синтетические волокна	15	10	5		
Растительные остатки	7	10	10	8	15
Пылевая нагрузка	17,9	4,6	12,3	15,3	15,7

Заключение. В целом по результатам исследования была определена пылевая нагрузка в окрестностях нефтехимического предприятия г. Павлодар, которая соответствует низкому уровню загрязнению, что может характеризовать своевременное проведение природоохранных мероприятий. Согласно результатам микроскопического изучения проб выявлено преобладание частиц техногенного происхождения 66-83%, представленные преимущественно частицами сажи, угля и шлака.

Литература

1. Ажаев Г.С. Оценка экологического состояния г. Павлодара по данным геохимического изучения жидких и пылевых атмосферных выпадений: автореф. дис. ... канд. геол.-минер. наук. – Томск, 2007. – 25 с.
2. Бортникова С.Б., Рапута В.Ф., Девятова А.Ю., Юдахин Ф.Н. Методы анализа данных загрязнения снегового покрова в зонах влияния промышленных предприятий (на примере г. Новосибирска) // Геоэкология, инженерная геология, гидрогеология, геокриология. – М., 2009. – № 6. – С. 515–525.
3. Василенко В.Н., Назаров И.М., Фридман Ш.Д. Мониторинг загрязнения снежного покрова. – Л.: Гидрометеоиздат, 1985. – 185 с.
4. Геохимия окружающей среды / Ю.Е. Саэт, Б.А. Ревич, Е.П. Янин, Р.С. Смирнова, И.Л. Башаркевич, Т.Л. Онищенко, Л.Н. Павлова, Н.Я. Трефилова, А.И. Ачкасов, С.Ш. Саркисян. – М.: Недра, 1990. – 335 с.
5. Методические рекомендации по геохимической оценке загрязнения территорий городов химическими элементами. – М.: ИМГРЭ, 1982. – 111 с.
6. Способ определения загрязнённости снегового покрова техногенными компонентами: пат. №2229737 Россия, МПК7 G 01 V 9/00 / Язиков Е.Г., Шатилов А.Ю., Таловская А.В.; заявитель и патентообладатель Томский политех. ун-т. – №2002127851; заявл. 17.10.2002; опубл. 27.05.2004.
7. Язиков Е.Г., Таловская А.В., Жорняк Л.В. Оценка эколого-геохимического состояния территории г. Томска по данным изучения пылеаэрозолей и почв. – Томск: Изд-во ТПУ, 2010. – 264 с.
8. ТОО «Павлодарский нефтехимический завод» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.pnhz.kz> (дата обращения: 17.03.2014).

ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЛИСТЬЕВ ТОПОЛЯ Г. ТАРАЗ, РЕСПУБЛИКА КАЗАХСТАН

З.Т. Шоншабаева

Научный руководитель профессор Л.П. Рихванов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В настоящее время негативное влияние антропогенного фактора на окружающую среду представляет серьезную проблему, изучению которой все больше и больше стали уделять внимание. Растительность этих территорий одной из первых испытывает на себе негативное воздействие [2]. Растения чувствительный объект, позволяющий оценивать весь комплекс воздействий, характерный для данной территории в целом, поскольку они ассимилируют вещества и подвержены прямому воздействию одновременно из двух сред: из почвы и из воздуха [3]. Изучение геохимических особенностей растительности при наличии крупного производства дает объективную оценку специфических особенностей изучаемой территории [1].

Элементный состав листьев тополя интенсивно меняется в связи с изменением техногенной нагрузки, и является удобным в использовании биоиндикатором эколого-геохимического состояния территории.

Цель: оценить уровень экологического состояния территории г. Тараз по данным элементного анализа золы листьев тополя.

Пробы были отобраны на территории г. Тараз по всему городу. Общее количество проанализированных проб 44. Листья тополя в первичной сырой массе 100-200 грамм отбирались из нижних ярусов деревьев на высоте 1,5-2 метра. Время отбора проб – 8-20 августа. Подготовка пробы для анализа включала следующие операции: просушивание при комнатной температуре, измельчение, взвешивание перед озолением, озоление в муфельной печи, взвешивание после озоления, затем упаковывали по 100 мг в алюминиевую фольгу [3]. Зола листьев тополя была исследована при помощи метода – нейтронно-активационного на исследовательском ядерном реакторе Томского политехнического университета в ядерно-геохимической лаборатории под руководством с.н.с. Судыко А.Ф.

О наличии участков с явными аномальными значениями данных элементов свидетельствуют такие показатели, как стандартная ошибка, коэффициент вариации и другие (табл.).

Анализ полученных результатов показал, что на территории г. Тараз равномерное распределение ($V < 50\%$) характерно для элементов: Ca, Sc, Cr, Fe, Co, Zn, As, Cs, Ba, La, Ce, Eu. Относительно равномерным распределением (50-80%) характеризуются элементы Na, Br, Rb, Sr, Sb, Tb, Lu, Hf, Ta, Au. Неравномерное распределение (80-100%) отмечается для трех элементов: Nd, Th, U. Крайне неравномерное распределение ($> 100\%$) характерно для элементов: Ag, Sm.

Так же был проанализирован F в пробах, отобранных на территории г. Тараз, в воздушно-сухой массе листьев тополя, в золе листьев тополя и почве. Определение фтора в листьях проводили после их разложения в микроволновой печи. В золе и почвах определяли фтор в водной вытяжке. Вытяжку готовили путем перемешивания проб с помощью магнитной мешалки в течение 15-ти минут, отстаивания, осаждения, фильтрования и последующего определения. Определение фтора проводили методом потенциометрического титрования с фтор-селективным электродом. Ионоселективные электроды характеризуются хорошей чувствительностью и часто применяются для определения таких низких концентраций, как 1нг/мл. Анализ

выполняли в лаборатории кафедры геоэкологии и геохимии под руководством доцента, к.х.н. Осипова Н.А. На рисунках 1-2 представлены содержание фтора в воздушно-сухой массе тополя, в золе листьев тополя и почве.

Таблица

Статистические параметры распределения микроэлементов в золе листьев тополя на территории г. Тараз, мг/кг

№	Элементы	$\bar{X} \pm \sigma$ (min-max)	V, %	№	Элементы	$\bar{X} \pm \sigma$ (min-max)	V, %
1	Na%	$0,14 \pm 0,01$ 0,06-0,45	52	15	Ba	$167,8 \pm 7,89$ 74,3-289	31
2	Ca%	$11,6 \pm 0,41$ 6,06-17,9	23	16	La	$2,25 \pm 0,14$ 0,78-4,95	40
3	Sc	$0,64 \pm 0,03$ 0,22-1,13	35	17	Ce	$4,09 \pm 0,29$ 1,37-8,09	46
4	Cr	$8,20 \pm 0,59$ 0,01-21,7	48	18	Nd	$1,58 \pm 0,23$ 0,10-6,73	95
5	Fe%	$0,26 \pm 0,01$ 0,11-0,47	31	19	Sm	$0,34 \pm 0,07$ 0,01-3,12	144
6	Co	$13,8 \pm 0,92$ 5,87-29,5	44	20	Eu	$0,06 \pm 0,004$ 0,01-0,14	46
7	Zn	$925,7 \pm 53,3$ 261-2105	38	21	Tb	$0,05 \pm 0,01$ 0,001-0,17	74
8	As	$2,82 \pm 0,19$ 1,00-7,60	46	22	Yb	$0,15 \pm 0,01$ 0,04-0,33	43
9	Br	$99,8 \pm 8,80$ 33,8-270	59	23	Lu	$0,03 \pm 0,002$ 0,003-0,07	54
10	Rb	$60,1 \pm 7,16$ 0,60-259,6	79	24	Hf	$0,18 \pm 0,02$ 0,01-0,46	58
11	Sr	$3083,5 \pm 303$ 968,7-9876	65	25	Ta	$0,05 \pm 0,004$ 0,0008-0,13	52
12	Ag	$0,10 \pm 0,03$ 0,01-0,45	160	26	Au	$0,04 \pm 0,004$ 0,002-0,16	77
13	Sb	$0,45 \pm 0,04$ 0,11-1,83	65	27	Th	$0,92 \pm 0,14$ 0,01-6,21	97
14	Cs	$0,49 \pm 0,03$ 0,002-1,36	47	28	U	$1,07 \pm 0,14$ 0,01-4,72	86



Рис. 1 Содержание фтора в воздушно-сухой массе листьев тополя, мг/кг

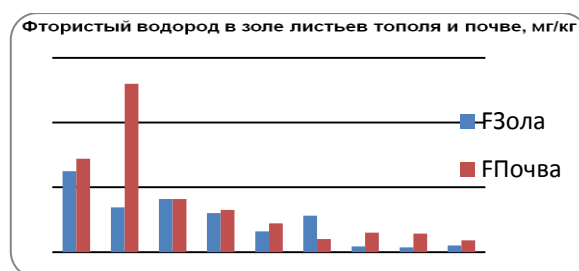


Рис. 2 Содержание фтористого водорода в золе листьев тополя и почве, мг/кг

Если посмотреть на диаграммы, то видно, что с ростом номера пробы растет расстояние от завода. То есть пробы 1-4 в зоне влияния фосфорного завода, пробы 5-9 удалены от завода. Точно также ведет себя и

содержание фтора в листьях, золе и почвах, а именно, уменьшается по мере удаления от завода, причем минимальное значение, например, проба 9, и максимальные содержания (пробы 1-2) различаются на порядок. Максимальные содержания фтора обнаружены в листьях (от 30 мг/кг в фоновой пробе, до 860, 7 мг/кг в районе фосфорного завода). По результатам анализа листьев, золы и почв можно уверенно говорить, что везде концентрация фтора максимальна в пробах около завода.

Литература

1. Асылбекова Г.Е. Оценка экологического состояния урбозооэкосистемы г. Павлодара с использованием растительных объектов: Дис ... канд. биол. наук. – Павлодар, 2010. – 154 с.
2. Барановская Н.В. Закономерности накопления и распределения химических элементов в организмах природных и природно-антропогенных экосистем: Автореф. дис. ... докт. биол. наук. – Томск, 2011. – 46 с.
3. Язиков Е.Г., Шатилов А.Ю. Геоэкологический мониторинг. Учебное пособие для вузов. – Томск: Изд-во ТПУ, 2003. – 336 с.
4. ГОСТ 4386-89 Методы определения массовой концентрации фторидов. – Москва, 1996. – 9 с.

ГЕОХИМИЧЕСКИЕ АНОМАЛИИ И ФОРМЫ НАХОЖДЕНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В СНЕГОВОМ ПОКРОВЕ Г. БЛАГОВЕЩЕНСК (АМУРСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Д.В. Юсупов¹, С.С. Ильенко¹, А.А. Могилев²

Научный руководитель профессор Л.П. Рихванов¹

¹Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

²Амурский государственный университет, г. Благовещенск, Россия

Атмосферный воздух является одним из основных жизненно важных компонентов окружающей природной среды, неотъемлемой частью среды обитания человека, растений и животных. Проблема загрязнения атмосферы остается одной из главных в современных городах, в том числе в г. Благовещенске Амурской области в связи с тем, что город отнесен к городам Российской Федерации с высоким уровнем загрязнения атмосферного воздуха [1].

Одной из особенностей загрязнения атмосферного воздуха является широкий спектр химических элементов в составе аэрозольных выпадений, связанных с выбросами ТЭЦ и промышленных предприятий. Снеговой покров является информативным индикатором для исследования и мониторинга загрязнения атмосферных выпадений, при этом важным является определение форм нахождения тяжелых металлов в пылевом аэрозоле как природного, так и техногенного происхождения и их количественный анализ.

Накоплен значительный опыт проведения исследований минералого-геохимического состава пылевых аэрозолей и форм нахождения тяжелых металлов в них на территории урбанизированных территорий юга Западной Сибири [4, 6]. В ранней работе получены данные о химическом и фазовом составе твердого осадка снега, рассчитана среднесуточная пылевая нагрузка в зимний период на территории г. Благовещенск [5].

Благовещенск является административным центром Амурской области, он расположен на границе с Китаем (КНР) и в месте слияния двух крупных рек – Амура и Зеи. Площадь урбанизированной территории г. Благовещенска занимает порядка 57,8 км², с численностью населения около 215 тыс. чел. Основным источником загрязнения воздуха на территории города является, расположенная на территории северо-западной промышленной зоны, Благовещенская ТЭЦ, валовый выброс загрязняющих веществ в атмосферу которой в 2011 г. составил более 33 тыс. тонн, из них твердых – порядка 8,8 тыс. тонн [2].

Также на территории северо-западной промышленной зоны с 2009 г. работает опытно-промышленный завод ЗАО «УК Петропавловск», основное назначение которого – полупромышленные испытания технологий и уточнение параметров переработки золотосодержащих, титано-магнетитовых и железосодержащих руд из месторождений Амурской области.

В статье представлены результаты исследования уровней накопления и форм нахождения тяжелых металлов в составе пылевого аэрозоля по данным изучения твердого осадка снега для более точной идентификации источников загрязнения приземного атмосферного воздуха в северо-западной промышленной зоне г. Благовещенска.

Для решения поставленной задачи на территории г. Благовещенска проводили отбор проб снега в марте 2012 г. в зоне воздействия Благовещенской ТЭЦ и опытно-промышленного завода ЗАО «УК Петропавловск». Точки наблюдения располагались по радиальной сети с учетом господствующего направления ветра (северо-западного) с шагом 500-1000 м за пределами санитарно-защитных зон предприятий. В качестве фоновой для г. Благовещенска отобрана проба снега в 35 км севернее города с наветренной стороны. Всего отобраны 34 пробы. Снег оттаивали в полиэтиленовых емкостях и фильтровали.

Минеральный состав осадка проб изучали на бинокулярном микроскопе Stemi 2000-C и микроскопе ПОЛАМ Р-211. Химический состав твердой фазы в снеге определяли атомно-эмиссионным и масс-спектральным с индуктивно-связанной плазмой методами в Аналитическом испытательном центре Института проблем технологии микроэлектроники и особо чистых материалов РАН (г. Черноголовка).

Изучение минеральных форм тяжелых металлов в образцах твердого осадка снега проводилось в учебно-научной лаборатории электронно-оптической диагностики Международного инновационного образовательного центра «Урановая геология» при кафедре геоэкологии и геохимии Томского политехнического

университета на сканирующем электронном микроскопе Hitachi S-3400N с приставкой для микроанализа Bruker XFlash 4010.

Отфильтрованный осадок представляет собой тонкозернистое (частицы менее 0.1 мм) вещество преимущественно чёрного, реже тёмно-серого цвета. Пробы снега с осадком черного цвета отобраны вблизи ТЭЦ. Осадок черного цвета на 62...75 % состоит из тонких обломков угля. В темно-сером осадке из проб, отобранных на значительном (2...3 км) удалении от ТЭЦ, преобладают кварц и полевой шпат, а количество частиц угля снижается до 5...12 %.

Пылевой аэрозоль состоит из частиц техногенного и природного происхождения: угля, кристаллов кварца и полевого шпата. В некоторых пробах присутствуют значимые количества светлой слюды, гидрогетита, магнитных и силикатных сферул, реже кальцита. В знаковых количествах отмечаются амфиболы и пироксены, а также семена растений, техногенное стекло и металлическая стружка.

Содержания тяжелых металлов и металлоидов трех классов опасности в твердом осадке снегового покрова г. Благовещенска приведены в таблице. Превышение содержания над фоновыми составляет для бария в 10 раз; для стронция – в 9 раз; сурьмы – в 6 раз; кадмия и ртути – в 5,6 и 5,4 раза соответственно; мышьяка – в 5 раз; молибдена – 4,7 раза; свинца и цинка – примерно в 3 раза. Превышение над фоном более чем в 2 раза свидетельствует о локальных антропогенных источниках их поступления в составе пылевого аэрозоля согласно работе [3].

Таблица

Статистические параметры валового содержания тяжелых металлов (мкг/г) в пылевом аэрозоле на территории г. Благовещенск по данным снеговой съемки (n=34)*

Элемент	Содержание (среднеарифметическое)	Min	Max	Фон	Кк**	Стандартное отклонение	Коэффициент вариации
1 класс опасности							
Pb	89,49±12,56	29,8	185,3	29,8	3,0	37,2	42
Cd	0,73±0,20	0,13	3,62	0,13	5,6	0,59	81
Zn	494,1±71,6	144,1	898,9	144,0	3,4	211,7	43
As	12,06±2,01	0,10	32,37	2,4	5,0	6,0	49
Se	9,56±0,4	2,13	19,48	2,13	4,5	1,3	43
Hg	0,136±0,030	0,021	0,410	0,025	5,4	0,090	66
2 класс опасности							
Co	24,6±3,8	2,7	51,4	2,7	9,1	11,2	45
Ni	58,4±6,5	20,0	93,0	38,0	1,5	19,3	33
Mo	3,66±0,35	0,78	5,04	0,78	4,7	1,04	28
Sb	4,52±0,56	0,76	8,01	0,76	6,0	1,66	37
Cu	85,2±15,6	13,9	212,0	68,7	1,2	46,0	54
Cr	44,3±3,9	14,3	69,6	14,3	3,1	11,4	26
3 класс опасности							
Ba	1569,3±154,9	155,4	2570,7	155,0	10,1	455,1	29
V	64,0±7,7	23,6	119,7	50,5	1,3	22,6	35
W	6,41±0,99	1,04	15,45	1,0	6,4	2,92	46
Sr	475,05±74,7	52,8	1416,8	52,8	9,0	220,9	47

Примечание: *n – количество проб в выборке; **Кк – коэффициент концентрации элемента (отношение среднеарифметического содержания к фоновому содержанию)

В зоне подфакельных выбросов Благовещенской ТЭЦ фиксируются геохимические аномалии бария, ртути, молибдена и цинка. С локальными выбросами опытно-промышленного завода связаны контрастные геохимические аномалии металлов: мышьяка и свинца.

В результате проведения электронно-микроскопических исследований в образцах пылевого аэрозоля обнаружены минералы: барит ($BaSO_4$), галенит (PbS), халькопирит ($CuFeS_2$), арсенопирит ($FeAsS$). Микрочастицы, содержащие тяжелые металлы, имеют размерность от 1 мкм до 20 мкм. Сульфидные минералы определены в пробе Ам-23, которая отобрана в зоне воздействия опытно-промышленного завода, специализирующегося на переработке золотосодержащих сульфидных руд.

Эти данные позволяют предположить, что сульфаты (барит) поступают в окружающую среду с выбросами ТЭЦ, в то время как сульфидные минералы (галенит, халькопирит, арсенопирит) – преимущественно, с выбросами опытно-промышленного завода. Собственные минеральные формы кадмия и ртути в исследуемых образцах не обнаружены.

Проведенные исследования пылевого аэрозоля на территории г. Благовещенск показали, что селитенная территория города испытывает на себе существенную нагрузку в виде выпадения аномального количества пыли с тяжелыми металлами преимущественно техногенного происхождения из атмосферы на снеговой покров. Определено, что барий, мышьяк, свинец, цинк и медь, содержащиеся в пылевых аэрозолях, образуют собственные минеральные формы, связанные с рудными минералами класса сульфатов и сульфидов. Для кадмия и ртути в исследуемых образцах минеральные формы не обнаружены.

Электронно-микроскопическое изучение минерального вещества пылевого аэрозоля позволило впервые установить количественные параметрические характеристики твердофазных выпадений и более точно выявить источники загрязнения приземного атмосферного воздуха на территории г. Благовещенск.

Литература

1. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2010 г.». – М.: МПР РФ, 2011. – 571 с.
2. Государственный доклад «Об охране окружающей среды и экологической ситуации в Амурской области за 2011 год». – Благовещенск: МПР Амурской обл., 2012. – 200 с.
3. Саэт Ю.Е., Ревич Б.А., Янин Е.П. и др. Геохимия окружающей среды. – М.: Недра, 1990. – 335 с.
4. Филимоненко Е.А., Таловская А.В., Язиков Е.Г. Особенности вещественного состава пылевых атмосферных выпадений в зоне воздействия предприятий топливно-энергетического комплекса (на примере Томской ГРЭС-2) // Оптика атмосферы и океана. – Новосибирск, 2012. – № 10. – С. 896–901.
5. Юсупов Д.В., Степанов В.А., Трутнева Н.В., Могилев А.А. Минеральный и геохимический состав твердого осадка в снеговом покрове г. Благовещенск (Амурская область) // Известия Томского политехнического университета. – Томск, 2014. – Т. 324. – № 1. – С. 184–189.
6. Язиков Е.Г., Голева Р.В., Рихванов Л.П., Дубинчук В.Т., Шатилов А.Ю. Минеральный состав пылеаэрозольных выпадений снегового покрова Томской агропромышленной агломерации // Записки Всероссийского минералогического общества. – М., 2004. – № 5. – С. 53–63.

БИОЛОГИЧЕСКОЕ ПОГЛОЩЕНИЕ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В СИСТЕМЕ «ПОЧВА-РАСТЕНИЕ» (НА ПРИМЕРЕ ТОПОЛЯ ЧЕРНОГО, Г. УСТЬ-КАМЕНОГОРСК)

А.Р. Ялалтдинова

Научные руководители профессор Н.В. Барановская, профессор Л.П. Рихванов
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Живое вещество избирательно поглощает и накапливает различные химические элементы. Что делает необходимым изучение состава минеральной части живого вещества (зола). В результате избирательного поглощения химических элементов, элементный состав зольного остатка варьируется и значительно отличается от среднего содержания в земной коре. Интенсивность поглощения элемента характеризуется отношением содержания данного элемента в золе растений к его содержанию в почве или же горной породе. Этот показатель был предложен Б.Б. Польшовым и назван А.И. Перельманом коэффициентом биологического поглощения (КБП – A_x):

$A_x = C_z / C_p$, где C_z – концентрация элемента в золе растений, C_p – в почве или горной породе, на которой произрастает данное растение, или кларк литосферы.

По величине этого коэффициента были построены ряды биологического поглощения большинства элементов, что позволило разделить их на 4 группы в зависимости от различной интенсивности использования живыми организмами: от энергичного накопления ($A_x > 1$) до очень слабого захвата ($A_x < 1$) [2, 3].

В работе представлена оценка интенсивности биологического поглощения тяжелых металлов листьями тополя черного (*Populus nigra* L.) из почв на территории г. Усть-Каменогорска, Республики Казахстан. Этот город Восточно-Казахстанской области характеризуется наличием многочисленных разно профилейных промышленных объектов: от пищевой промышленности до производства титана и магния (титано-магниевый комбинат), цинка, свинца, меди, золота, серебра (ОАО «Казцинк»), тантала, бериллия, таблеток для атомных электростанций (АО «УМЗ»).

Пробы листьев (всего 101 проба) были отобраны автором в 2011 году по равномерной сети в пределах города, с уплотнением шага близ крупных промышленных предприятий. Места отбора совпадали с ранее проведенными исследования почв, выполненными магистром кафедры геоэкологии и геохимии Томского политехнического университета (ГЭГХ, ТПУ) Петровой Людмилой годом ранее. Подготовка проб к анализу осуществлялась по стандартной методике.

Инструментальный нейтронно активационный анализ с целью определения количественного содержания 28 химических элементов, был выполнен на базе исследовательского реактора ИРТ-Т НИИЯФ в аттестованной и аккредитованной лаборатории ядерно-геохимических методов исследования кафедры ГЭГХ ТПУ (аналитик – с.н.с. А.Ф. Судыко).

По результатам проведенных работ в первую очередь была установлена специфика листьев тополя черного, произрастающего на территории г. Усть-Каменогорска относительно «обобщенного стандартного растения», рассчитанного Б. Маркертом в 1992 году [5].

При сравнении с содержанием элементов в этом условном растении, представляющем собой обобщенные данные различных исследований растительности, выделяется широкий спектр специфичных элементов, содержание которых превышено более чем в 3 раза, среди которых Та, Zn, U, Th, Na, Co, и ряд других: Br, Sr, As, Sb, Sc, Au, Ca. Стоит обратить внимание на первые три элемента, превышение содержания которых отмечается более, чем в 8 раз [4].

Для характеристики особенностей накопления химических элементов применялись коэффициенты биологического поглощения (табл. 1) A_{x1} (относительно кларка литосферы, предложенного А. П. Виноградовым [1]) и A_{x2} (относительно содержания в почве места произрастания).

Полученные результаты показывают, что из почвы растением преимущественно поглощает такие элементы как Br, Ca, Sr, Zn. Кальций и стронций являются биофильными элементами, бром в свою очередь относится к первой группе, так называемого энергичного накопления. Относительно кларка литосферы к этому списку добавляются Ag, Sb, As и U. Все остальные элементы предположительно являются специфичными для данной территории, в частности для предприятий УМЗ и Казцинк.

Таблица 1

**Коэффициенты биологического поглощения,
рассчитанные для золы листьев тополя черного г. Усть-Каменогорска**

Ax₁ (относительно кларка литосферы, предложенного А. П. Виноградовым)	Ax₂ (относительно содержания в почве места произрастания, рассчитанного Л. Петровой)
Br ₆₅ - Zn ₃₇ - Ag ₁₂ - Sb=Ca ₄ - Sr ₃ - As=U ₂	Br ₂₄ - Ca ₈ - Sr ₆ - Zn ₃

С целью проверки выдвинутой теории был произведен подсчет коэффициента биологического поглощения в каждой точке отдельно. В таблице 2 приведены наиболее специфичные ряды КБП в зоне 1 км воздействия Северной промышленной зоны (СПЗ), на территории которой располагаются УМЗ, Казцинк и Усть-Каменогорская ТЭЦ.

Таблица 2

**Ряды коэффициентов биологического поглощения в системе «почва-растение»
на расстоянии 1 км в различных направлениях от Северной промышленной зоны г. Усть-Каменогорска**

№31 (З)	Br22-Ca9-Sr4-Zn3,7-Ag2
№32 (СВ)	Br49-Zn12-Ca6-Sr3,4-Ag2
№34 (С)	Br20-Ca11-Zn8-Sr7
№35 (СВ)	Br17-Zn12-Ca5-Sr3,2-Sb3,2-Au3-Ag1,4
№37 (В)	Br92-Ag9-Ca8-Zn5,3-Sr5-Au1,5-Ta1,2-Rb1,1-Sm1
№40 (В)	Br71-Ca8-Zn7-Sr5-U2
№42 (В)	Zn25-Br21-Ca8-Sr7,7-Au5-Ag4,5-Sb1,4
№46 (ЮЗ)	Br13-Ca9-Sr8-Au7-Zn5-Ag4-Sb1,6
№47 (ЮЗ)	Au14-Br11-Ca8-Sr5-Ag4,3-Zn4-Sb1,4
№55 (ЮВ)	Br92-Sr11-Ca10-Ag9-Zn3
№62 (Ю)	Br22-Ca8-Zn7-Sr6-Ag3-Au2

Как и ожидалось, во всех рядах присутствуют Br, Ca, Sr.

Коэффициент биологического поглощения цинка превышает 1 во всех, кроме трех, пробах. Чему способствует как специфика производства ОАО «Казцинк», что также подтверждается максимальным коэффициентом – 25 – в самой ближайшей точке, так и легкая доступность цинка для корневой системы.

В зоне воздействия СПЗ был выявлен возможный переход из почвы в растительность таких компонентов, как серебро, золото и сурьма. При этом серебро, согласно классификации А.И. Перельмана относится к сильно накапливаемым. Но пространственно его ареол максимального КБП не совпадает с ареолом максимальных концентраций в листьях и смещается в сторону полигона твердых бытовых отходов. Золото и сурьма являются специфичными для данной территории элементам, присутствуют в технологическом цикле Казцинк. Отмечается их слабая поглощаемость в соответствии с классификацией, поэтому они присутствуют всего в нескольких рядах, непосредственно в зоне воздействия промышленной зоны.

Уран и тантал – элементы специфичные для Ульбинского металлургического завода – согласно рассчитанным коэффициентам переходят из почвы всего в одной точке. Пространственное распределение повышенных концентраций в золе листьев тополя позволяет сделать предположение о преимущественно ветровом переносе данных элементов.

Таким образом, в данной статье было рассмотрено биологическое поглощение химических элементов в системе «почва-растение» на территории г. Усть-Каменогорска. Были выявлены как элементы биофильной группы, легко доступные растениям из почвы (Br, Ca, Sr), так и специфичные для данной территории, переход которых становится возможным из-за высокой концентрации элементов в почве в зоне воздействия предприятий (Ag, Au, Sb, Ta и U). Цинк в свою очередь может быть отнесен к обеим группам.

Литература

1. Виноградов А. П. Среднее содержание химических элементов в главных типах изверженных пород земной коры // Геохимия. – М., 1962. – № 7. – С. 555–571.
2. Перельман А.И. Геохимия ландшафта. – М. : Высшая школа, 1975. – 392 с.
3. Полюнов В.Б. Избранные труды. – М. : Изд-во АН СССР, 1956. – 751 с.
4. Ялалтдинова А.Р., Барановская Н.В., Рихванов Л.П. Влияние выбросов промышленных предприятий г. Усть-Каменогорска на формирование элементного состава листьев тополя // Вестник Иркутского государственного технического университета. – Иркутск, 2014. – № 2 (85). – С. 108-113.
5. Markert B. Establishing of "Reference plant" for inorganic characterization of different plant species by chemical fingerprinting // Water, soil and air pollution. – 1992. – V. 64. – P. 533-538.

**ОЦЕНКА РИСКА ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ ЧЕЛОВЕКА, ОБУСЛОВЛЕННОГО ХИМИЧЕСКИМ
СОСТАВОМ ВОДЫ**

К.С. Янкович

Научные руководители доцент Н.А. Осипова, старший преподаватель Е.П. Янкович
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В настоящее время вопрос воздействия окружающей среды на состояние здоровья человека заслуживает повышенного внимания. Методология оценки риска для здоровья населения от химического загрязнения компонентов окружающей среды (питьевая и поверхностная вода, почва, атмосферный воздух) разработана и широко применяется [2].

Основная часть химических элементов, как необходимых для жизнедеятельности, так и токсичных поступает в организм пероральным путем с водой и продуктами питания. Оценка общетоксических рисков, возникающих при потреблении воды, не проходящей предварительную водоподготовку, является целью данной работы.

Для исследований была выбрана территория Томского района Томской области. Особенностью данного района является то, что это пригородный район. На его территории расположены крупные промышленные предприятия, полигоны бытовых и промышленных отходов, водозаборы городов Томска и Северска. Кроме того, в населенных пунктах имеется множество небольших водозаборов и одиночных эксплуатационных скважин. Концентрация на ограниченной площади различных производств, населенных пунктов создают достаточно высокую техногенную нагрузку на территорию [5].

Значительная часть жителей Томского района использует воду из собственных колодцев и скважин. Эта вода не проходит предварительную водоподготовку и как следствие имеет низкое качество. В работе использованы результаты химических анализов проб подземной воды предоставленные ОАО «Томскгеомониторинг» [3]. Оценка риска развития неканцерогенных эффектов проводилась согласно [1].

Среднесуточная доза в течение жизни при поступлении с питьевой водой рассчитывалась по следующей формуле:

$$LADD_{\text{вода}} = \frac{[C \times V \times ED \times EF]}{[BW \times AT \times 365]} \quad (1)$$

где: LADD_{вода} – среднесуточная доза в течение жизни, мг/(кг × сут);

C – концентрация вещества в питьевой воде, мг/л;

V – величина водопотребления, л / день;

ED – продолжительность воздействия, лет;

EF – частота воздействия – 350 дней в год;

BW – масса тела человека, кг;

AT – период усреднения экспозиции – 30 лет; 365 – число дней в году

Для оценки риска, необходимо рассчитать среднедневные дозы поступления химических веществ (табл). Для этого были использованы усредненные значения концентраций химических веществ в подземной воде.

Риск развития общетоксических эффектов оценивался на основе коэффициента опасности (формула 2).

$$KO = \frac{LADD}{ПД} \quad (2)$$

где: ПД – пороговая доза, мг/(кг × сут) – использовались значения из базы данных IRIS

LADD – среднесуточная доза в течение жизни, мг/(кг×сут);

Коэффициент опасности (КО) – характеристика общетоксических эффектов, не вызывает беспокойства, когда не превышает 1. По произведенным расчетам этот показатель находится в пределах нормы для всех выбранных элементов. Наиболее высокий показатель наблюдается у железа, но это вещество относится к жизненно необходимым. Его токсичность связана с формами нахождения и рядом других факторов, влияющих на усвояемость этого элемента организмом [2].

При воздействии компонентов смеси на одни и те же органы и системы наиболее вероятным типом их комбинированного действия является суммация. Общий суммарный риск развития общетоксических эффектов в неоген-четвертичном водоносном комплексе составляет 1,04; в палеогеновом – 0,70; в меловом – 0,85; в палеозойском – 0,56. Системой, наиболее подверженной суммарному воздействию неканцерогенных веществ, является кровь. Суммарный КО для каждого горизонта представлен на рис.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что наиболее потенциально опасными являются воды неоген-четвертичного водоносного комплекса. В целом, подземная вода не характеризуется экстремальными уровнями загрязнения токсичными элементами, тем не менее, необходим контроль обеспечения безопасности потребляемой воды.

Таблица

Среднесуточные дозы поступления элементов в организм человека с потребляемой подземной водой

Горизонт	Вещество	C, мг/л	ССД(LADD), мг/(кг×сут)	Горизонт	Вещество	C, мг/л	ССД(LADD), мг/(кг×сут)
Неоген-четвертичный	Нитриты	0,0600	0,001644	Меловой	Нитриты	0,0430	0,001178
	Нитраты	0,7900	0,021644		Нитраты	0,4000	0,010959
	Кальций	61,7000	1,690411		Кальций	42,7000	1,169863
	Магний	12,5000	0,342466		Магний	16,3000	0,446575
	Фтор	0,2200	0,006027		Фтор	0,2200	0,006027
	Алюминий	0,2000	0,005479		Алюминий	0,1000	0,002740
	Железо	6,5000	0,178082		Железо	4,8000	0,131507
	Марганец	0,3400	0,009315		Марганец	0,1000	0,002740
	Кобальт	0,0019	0,000052		Кобальт	0,0005	0,000014
	Никель	0,0110	0,000301		Никель	0,0116	0,000318
	Стронций	0,3400	0,009315		Стронций	0,5000	0,013699
	Молибден	0,0115	0,000315		Молибден	0,0191	0,000523
	Цинк	0,0420	0,001151		Цинк	0,0115	0,000315
	Медь	0,0270	0,000740		Медь	0,0046	0,000126
Ртуть	0,0004	0,000011	Ртуть	0,0005	0,000014		
Палеогеновый	Нитриты	0,0460	0,001260	Палеозойский	Нитриты	0,0490	0,001342
	Нитраты	0,7000	0,019178		Нитраты	0,7000	0,019178
	Кальций	72,3000	1,980822		Кальций	90,1000	2,468493
	Магний	15,7000	0,430137		Магний	20,5000	0,561644
	Фтор	0,2000	0,005479		Фтор	0,2100	0,005753
	Алюминий	0,1000	0,002740		Алюминий	0,1000	0,002740
	Железо	4,0000	0,109589		Железо	2,3000	0,063014
	Марганец	0,2000	0,005479		Марганец	0,2000	0,005479
	Кобальт	0,0010	0,000027		Кобальт	0,0019	0,000052
	Никель	0,0083	0,000227		Никель	0,0072	0,000197
	Стронций	0,4000	0,010959		Стронций	0,5000	0,013699
	Молибден	0,0044	0,000121		Молибден	0,0020	0,000055
	Цинк	0,0192	0,000526		Цинк	0,0111	0,000304
	Медь	0,0117	0,000321		Медь	0,0055	0,000151
Ртуть	0,0002	0,000005	Ртуть	0,0002	0,000005		

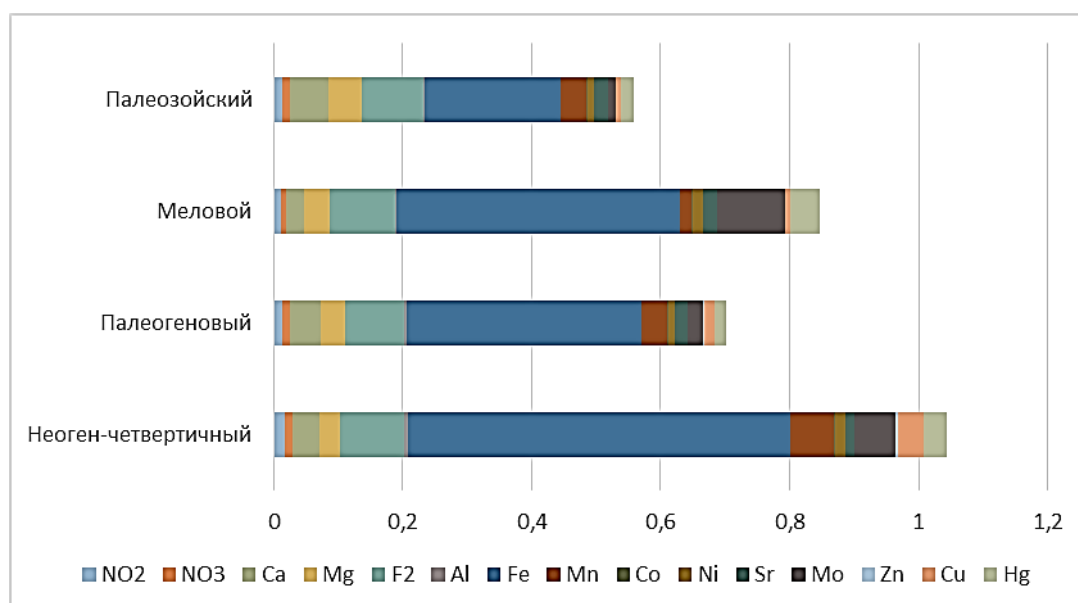


Рис. Суммарный коэффициент опасности различных химических веществ при регулярном поступлении в организм человека с водой

Литература

1. Р 2.1.10.1920-04 Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду.. – М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава РФ, 2004. – 273 с.
2. Осипова Н.А., Языков Е.Г., Янкович Е.П. Тяжелые металлы в почве и овощах как фактор риска для здоровья человека // Фундаментальные исследования. – М., 2013 – № 8-3. – С. 681–686.
3. Янкович Е.П., Жульмина Г.А., Льготин В.А., Макушин Ю.В. К оценке эколого-геохимического состояния подземных вод (на примере полигона «Томский») // Подземная гидросфера: Материалы Всероссийского совещания по подземным водам востока России. – Иркутск: Изд-во «Географ», 2012. – С. 280–284.

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	5
ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ	
Чубик П.С. ТПУ – крупный научно-образовательный центр: вчера, сегодня, завтра.....	26
Сонькин М.А. Мегапроекты ТПУ.....	34
Дмитриев А.Ю. Институт природных ресурсов – современный учебно-научный центр с вековыми традициями.....	36
Мазуров А.К., Бекжанов Г.Р. Каныш Имантаевич Сатпаев – выдающийся геолог современности.....	38
Рихванов Л.П., Языков Е.Г. К 120-летию со дня рождения члена-корреспондента академии наук СССР, профессора Ф.Н. Шахова, основоположника научных исследований по рудным полезным ископаемым в тпу и создателя кафедры месторождений полезных ископаемых в ТПУ.....	42
СЕКЦИЯ 1. ПАЛЕОНТОЛОГИЯ, СТРАТИГРАФИЯ И РЕГИОНАЛЬНАЯ ГЕОЛОГИЯ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В НАУКАХ О ЗЕМЛЕ	
Атаханов А.М., Джумашев М.И. Литолого-фациальные особенности и битуминозность отложений среднего Девона (Северная Хакасия, район озера Фыркал).....	44
Арлюкова К.Р. Геологические предпосылки золотооруденения Берелехского рудного района (Магаданская область).....	45
Бондарь О.В., Самойленко А.Л. Представители семейства Leptocytheridae из сарматских отложений южной Украины.....	47
Голдырев А.В. Этапы формирования структурных этажей Урала и их полезные ископаемые.....	49
Гунько А.П., Рева И.В., Чиркова Д.Ю. Геологические условия локализации и генезис битумов в отложениях нижнего девона Северной Хакасии.....	51
Гуц А.И. Палеонтологические находки териофауны на территории Беларуси.....	53
Данг Н.Т. Изучение возможности самовосстановления запасов нефтяных месторождений.....	55
Дребот В.В., Ворожейкина Е.А. Род <i>Altaiphyllum</i> и его стратиграфическое и географическое распространение на территории Алтае-Саянской складчатой области в среднедевонскую эпоху.....	57
Дубецкая С.А. Новое местонахождение четвертичных млекопитающих в Павлодарском Прииртышье.....	58
Зарипова А.Д. Новые находки раннедевонских растений южно-минусинской впадины (лог Тустужул, Хакасия).....	61
Зарубов М.С. Железомарганцевые конкреции Тихого океана.....	62
Камалова Р.Р. Компьютерная томография в микропалеонтологии.....	64
Колтырина Н.С. Особенности формирования отложений визейской палеореки Пермского Прикамья.....	65
Маликов Д.Г. К вопросу о вымирании мамонтовой фауны на территории Минусинской котловины.....	67
Машукова Н.А. Первая находка плиточных могильников на восточном побережье озера Зун-горей (юго-восток Забайкалья).....	70
Межеловская С.В., Межеловский А.Д. Хромовые шпинели из высокомагнезиальных палеопротерозойских вулканитов Ветреного пояса (Фенноскандинавский щит).....	71
Новгородов Г.П., Чепрасов М.Ю., Григорьев С.Е. Новое местонахождение мамонтовой фауны Юннюген в бассейне р. Яны.....	73
Персиянов Е.В., Нерадовский Ю.Н. К вопросу о геологическом строении северо-западной части Оленегорской структуры.....	74
Поскотин А.Е. Новые находки трилобитов в бейской свите.....	77
Семенова А.С. Комплексы фораминифер из нижнемеловых отложений Пеляткинского газоконденсатного месторождения.....	78
Стасенко С.И., Барабашева Е.Е. Минеральный мир Соктуй-Милозанских пещер.....	81
Стержанова У.А. Литолого-фациальные особенности и палеогеографические условия формирования среднеюрских нефтегазоносных отложений юго-востока Западной Сибири (Тымский структурно-фациальный район).....	82
Страхов А.А. Сравнение вариантов создания зарамочного оформления макетов геологических карт в Arcgis и Coreldraw.....	84
Тарасова А.А. Конодонты московского яруса северной части Прикаспийской впадины.....	85
Фам Т.Т., Фи Х.Т., Чьеу Д.Х. Явления просадки грунта в карстовом районе Мидык – Ханой.....	86
Фахрутдинов Э.И., Хазиев Р.Р. Секвенс-стратиграфическое расчленение разреза отложений 1 и 2 свиты уржумского яруса на западной склоне Мелекесской впадины.....	88
Филимонов А.Н. Палеогеография раннего турне Минусинского прогиба.....	90
Хайдаров И.Д., Закиров М.Р. Биостратиграфия нижнемеловых отложений Среднего Каспия.....	92
Хотылев А.О. Рифейский магматизм Тараташского выступа и его обрамления.....	94
Цыганков А.О. Представители отряда Perissodactyla в плейстоценовое время на территории Беларуси.....	96
Чепрасов М.Ю., Обадэ Т.Ф., Новгородов Г.П. Палеонтологические исследования в бассейне р. Колыма...	97

СЕКЦИЯ 2. МИНЕРАЛОГИЯ, ГЕОХИМИЯ И ПЕТРОГРАФИЯ

Кучеренко И.В. Золотоносность ультраметаморфических комплексов и проблема рудообразования.....	100
Аксёнов В.В. Особенности химического состава турмалинов Енашиминского пегматитового поля.....	104
Анорина Е.С. Кимберлиты и природа их алмазонасности.....	106
Ануфриенкова А.М., Разва О.С. Расчёт индекса кристалличности кварцитов по спектрам инфракрасного поглощения.....	108
Ануфриенкова А.М., Разва О.С. Особенности методики расчёта индекса кристалличности кварцитов по спектрам инфракрасного поглощения.....	110
Байназаров Б.Р. Вещественный состав пород, перекрывающих рудоносной горизонт уранового месторождения Харасан (Республика Казахстан).....	112
Бестемьянова К.В. Сравнительный анализ состава рудных минералов барит – полиметаллических руд Змеиногорского и Стрижковского месторождений (Рудный Алтай).....	114
Волкова Е.И. Типоморфизм блокового калиевого полевого шпата редкометальных пегматитов Тастыгского пегматитового поля.....	116
Волкова Е.И. Скаполиты контактово-метасоматических магнетитовых месторождений Алтае-Саянской складчатой области.....	118
Гантман А.А. Типохимические особенности железистых турмалинов редкометальных и редкометально-слюдоносных пегматитов Монгольского Алтая.....	120
Гарибмахмадова С.Н. О генезисе кварц-аметистовых жил месторождения Сельбур (Южный Тянь-Шань)..	122
Герасимов В.К., Марфин А.Е. Фосфатная минерализация редкометальных пегматитов Туркестанского пояса.....	124
Долгов И.В. Топоминералогические исследования как способ получения дополнительной минералогической информации.....	126
Дугарова Н.А. Геохимические особенности габброидов горы «Медвежья» (Кузнецкий Алатау).....	128
Ерофеева К.Г. Петрографические особенности нижнекоровых габброидов Срединно-атлантического хребта на 13° с.ш.....	130
Зенина К.С. Минеральный состав щелочных гранитоидов Монголии.....	132
Зенина К.С. Эллипидит – типоморфный минерал апаитовых щелочных гранитов.....	134
Калашникова Т.В. Проблемы геотермобарометрических исследований при изучении мантийных ксенолитов из кимберлитов (на примере трубок Обнаженная и Удачная).....	136
Калиногорский А.Н. Исследование минерального состава конвертерных магниезальных шлаков для формирования износоустойчивого гарнисажа на футеровке агрегата.....	138
Кичеева А.В. Геохимические особенности ультрамафитов Калнинского и Эргакского массивов (Западный Саян).....	140
Корбовяк Е.В. Определение влияния аутигенных минеральных ассоциаций на характер заполнения порового пространства терригенно-карбонатных пород Сибирской платформы.....	142
Лобастов Б.М., Бумагин В.А. Проявления карстовых процессов в окрестностях г. Красноярска.....	144
Мартынова Е.Г. Особенности литологии алевро-песчаников Саратовского правобережья.....	146
Милордов Д.В. Ванадий и никель в асфальтенах тяжелых нефтей различных регионов.....	148
Налобина С.С. Известковые скарны Алексеевского месторождения (Северная Хакасия).....	150
Нестерова О.В. Петроструктурный анализ гарцбургита Оспинского массива (Восточный Саян).....	152
Никитин Р.Н. Геология и геохимия метабазитов центрально-ангарского террейна Енисейского кряжа.....	153
Ощепкова А.В. Применение модели твердых растворов для описания минерального состава донных осадков оз. Байкал.....	155
Полушкин Д.И. Типоморфизм сподумена редкометальных пегматитов Тастыгского месторождения (Республика Тыва).....	157
Рахимов И.Р. Cl-F-специализация апатитов из пород разных стадий коллизионного магматизма Западно-Магнитогорской зоны Южного Урала.....	158
Русаль О.С. Гипергенные сульфаты в карьере Шерловогорского рудного поля.....	159
Рыбалко В.И. Уран и торий в углях Ирана.....	161
Сентякова Н.С. Геохимическая характеристика Усть-Кутского и Преображенского горизонтов юго-западной части Непского свода.....	163
Сильянов С.А. Химическая неоднородность гранатов – показатель условий их образования.....	164
Сычев В.Ю. Особенности рудоформирующих процессов Аkitканского урановорудного района.....	166
Хазиев Р.Р., Фахрутдинов Э.И. Литолого-геохимическая неоднородность пермских и верхнекаменноугольных отложений северо-восточного склона Южно-Татарского свода.....	168
Ханилова Р.Р., Ескин А.А. Органическое вещество горючих сланцев Среднего Поволжья.....	169
Царева А.В., Барабашева Е.Е. Связь биотических сообществ и мира минералов.....	171
Черкасова Т.Ю. Платиноиды в клинопироксенитах Калнинского базит-ультрабазитового массива (Западный Саян).....	173
Черников В.Э. Вариации величины цериевой аномалии в кремневых породах Южного Сихотэ-Алиня.....	175

Шалисман Т.Д. Петрохимическая аттестация главных петрографических разновидностей горных пород Кия-Шалтырского месторождения.....	177
Эсенкулова С.А. Некоторые особенности состава оливина из кимберлитов трубки Обнаженная.....	178
Юринова Ю.А. Томский метеорит.....	180
Юричев А.Н. Типоморфизм шпинелидов как индикатор их генетической природы.....	182
Юрова П.И. Типоморфные особенности слюд редкометальных пегматитов (Монгольский Алтай).....	184

СЕКЦИЯ 3. МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ. МЕТОДИКА ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОЛОГИИ

Ананьев Ю.С. Рудные поля месторождения цветных, редких и благородных металлов Центральной Азии в материалах современных космических съемок.....	186
Аргунова Ю.А. К вопросу актуальности возобновления прогнозно-поисковых работ на сырье цветных и благородных металлов на полуострове Кони-Пьягина (Магаданская область).....	189
Аргунова Ю.А. Минеральный состав руд и стадийность минералообразования Николаевского месторождения (Дальнегорский рудный район).....	190
Бабакова А.Ф. К вопросу об изучении минералого-геохимической зональности Тигирекского гранитоидного массива (Алтай).....	192
Батбаатар Д. Вещественный состав скарново-железородного проявления «Цахиурт-Обо», Восточная Монголия.....	194
Буряков И.А. Элементы-примеси в пиритах центрального рудного поля (Кузнецкий Алатау).....	196
Войтеховская Н.И., Пихур К.А., Заенчковская И.Н. Космоструктурная модель припятского прогиба.....	199
Ганхуу М. Вещественный состав флюоритового-рудопоявления «Алтан-Обо» Восточной Монголии.....	201
Джабиев О.А. Закономерности пространственного распределения урана и радия на месторождении Инкай (Республика Казахстан).....	202
Домарева А.Е., Богомолов Н.И., Харченко В.М. Использование аксиоматического метода для решения основных геологических проблем (тектогенеза, блок- и ринг- тектоники).....	203
Есимбеков А.С. Особенности вещественного состава гранитоидов фундамента Западно-Сибирской плиты.....	206
Карпов А.В. Результаты поисковых работ на золото на Ковалевском участке (КЧР, Северный Кавказ).....	208
Колмаков А.Ю. Индикаторная роль радиоактивных элементов при поиске золоторудных месторождений... ..	209
Кондратова Н.Н. Геолого-картографическая модель угольных объектов Уральского федерального округа с целью определения перспектив их освоения.....	212
Кузнецова Е.С. Особенности состава гранитоидов Ангаро-Витимского батолита.....	214
Кулагина И.Р. Морфометрический анализ территории листа 1-37-ХVIII, с целью изучения неотектонических движений.....	216
Кушиев А.А. Потенциальная кобальтоносность руд Быковского медноколчеданного месторождения (Северный Кавказ).....	218
Лавров Д.С. Геохимическая зональность участка Чертова яма Топольнинского золоторудного поля (Алтайский край).....	219
Логвиненко О.В. Интерпретация данных изучения флюидных включений в минералах скарнов Топольнинского рудного поля (Горный Алтай).....	221
Мячин А.А. Оценка особенностей распределения руд Зареченского месторождения методом топоминералогических исследований при составлении минералогического кадастра.....	223
Некрасова Н.А. Вариации состава пирротина в минерализованной зоне Олимпиадинского золоторудного месторождения.....	224
Персиянов Е.В., Нерадовский Ю.Н. К вопросу о геологическом строении северо-западной части Оленегорской структуры.....	225
Поспелов А.И. Минералого-геохимические особенности руд Корбозерского участка (Карелия).....	228
Прокопьева С.В. Состав и формы вхождения потенциально экологически опасных химических элементов в гипогенных минералах руд Кавалеровского района.....	230
Прокопьева С.В. Серебро в рудах месторождения купол (Северо-Восток России).....	232
Рудмин М.А. Особенности минерального и химического состава «рыхлых» оолитовых руд Бакчарского железорудного узла (Томская область).....	233
Сидорина Ю.Н. Критерии оценки Cu-Mo-порфирового оруденения по вторичным ореолам рассеяния (на примере Баймского рудного района, Чукотка).....	235
Сорокин И.П. установление неотектонических движений в пределах листа 1-37-XXIX, путем морфометрического анализа территории.....	238
Урсу И.И. Условия формирования рудопоявления сопка «Кварцевая».....	240
Усенко В.Н. Выяснение закономерностей размещения и факторов локализации Ti-Zr россыпей листа карты L-37-XXX.....	241
Шапошникова С.Д. Хлоритолиты Урупского медноколчеданного месторождения (Северный Кавказ).....	243

Ярцева Т.А. Параметрические критерии генетических типов колчеданных руд, выраженные через микротвердость (на примере Урупского месторождения Северного Кавказа).....	244
--	-----

СЕКЦИЯ 4. ГЕОЛОГИЯ НЕФТИ И ГАЗА. СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ

Запивалов Н.П. Инновационные технологии в разведке и добыче нефти.....	246
Аверьянова Е.А., Красноперова А.А. Состав и генезис горизонтов Ач и АВ ₁₋₂ Малоключевого месторождения (Западная Сибирь)	250
Аль-Зекри И.А. Визуальное дешифрирование данных дистанционного зондирования при нефтепоисковых работах.....	252
Архипова А.А. Сравнительный анализ методов повышения нефтеотдачи залежей тиманско-пашийских отложений Ленского месторождения.....	254
Баркалова А.М. Текстурно-структурные особенности, состав и условия образования песчаных пород пласта ПК ₁ покурской свиты на Заполяном месторождении (ЯНАО)	256
Бахтина Е.С. Перспективы сланцевой нефти баженовской свиты Томской области по данным пиролитического анализа ROCK-EVAL.....	258
Бобров А.В. Уточнение структурно-тектонической модели по данным МОГТ-ЗД в районе с развитыми дизъюнктивными дислокациями на примере одного из месторождений Александровского свода.....	259
Валеева Р.Р. Особенности геологии месторождений нефти Республики Башкортостан (Волго-Уральская нефтегазоносная провинция) и значения содержащихся в них микроэлементов.....	262
Васильева Е.К. Основные литотипы телгеспитской подсвиты Отрадинского месторождения (Республика Саха (Якутия)).....	263
Гилева В.Н., Ульянова А.В., Тарасов С.Л. Литологические особенности пород на контакте с абалакской свитой на примере Красноленинского нефтегазоконденсатного месторождения.....	266
Го Минь Нефтегазоносные структуры и бассейны Китая и динамика их освоения в XXI в.	268
Гоцуляк А.С., Воробец А.В. Управление рисками при геологическом сопровождении бурения горизонтальных скважин.....	270
Гумеров А.Р. Применение комплекса каротажных диаграмм в целях расчленения разрезов и корреляции юрских отложений (на примере Средне-Васюганского месторождения)	272
Деев С.Е. Модель строения батского регионального резервуара нефти и газа Гыданского полуострова и смежной территории Енисей-Хатангского прогиба.....	275
Единархова Н.Е. Геологическое строение и коллекторские свойства нижнекожевниковской свиты Анабаро-Хатангской нефтегазоносной области.....	277
Елисеева Е.М. Решение геологических задач в процессе проведения геолого-технологических исследований.....	279
Жэнь Сюйцзин, Недоливко Н.М. Влияние литолого-петрографических особенностей пород на их фильтрационно-емкостные характеристики.....	280
Индаева Е.В. Уточнение литолого-фациальной модели продуктивного пласта Ю ₁ ³ одного из нефтяных месторождений южного склона Каймысовского свода на основании новых данных по керну (Томская область)	281
Исаева Е.Р., Лопушняк Ю.М., Столбова Н.Ф. Особенности минерального состава нефтегазоносных отложений в зонах флюидомиграции Ванкорского месторождения.....	284
Исаева О.А. Особенности строения отложений горизонта АВ1 типа «рябчик» месторождений Нижневартовского свода.....	286
Казанцев М.Ф. Эффективность применения геохимического анализа нефтематеринских пород и коллекторов одного из перспективных участков Томской области.....	289
Кашапов Р.С. Характеристика органического вещества баженовской свиты Юганской мегавпадины по пиролитическим данным.....	291
Ковешников А.Е., Буй А.А., Речинская В.И. Литология и особенности формирования вендских отложений Западно-Сибирской геосинеклизы (на примере Чкаловского нефтяного месторождения, Томская область)... ..	293
Ковешников А.Е., Мамедов О.Н., Нестерова А.С. Особенности формирования ордовикских отложений Западно-Сибирской геосинеклизы.....	296
Ковешников А.Е., Нестерова А.С., Мамедов О.Н. Условия формирования и особенности распространения силурийских отложений на территории Западно-Сибирской геосинеклизы.....	298
Ковешников А.Е., Речинская В.И., Буй А.А. Литологический состав и условия формирования кембрийских отложений юго-восточной части Западно-Сибирской геосинеклизы (на примере Чкаловского нефтяного месторождения, Томская область)	300
Кондратенко А.В. Технология оценки нефтеперспективности Оршанской впадины с использованием данных дистанционного зондирования.....	303
Кочнев А.А., Кривошеков С.Н. Исследование горных пород методом рентгеновской компьютерной томографии.....	305
Кудряшова Л.К. Возможности гранулометрического анализа для определения фациальной обстановки на примере пластов ЮК ₂₋₅ Красноленинского месторождения (Тюменская область).....	307

Кудряшова Л.К., Фомичев А.Ю. Влияние неоднородности коллекторов шеркалинской свиты на извлечение нефти Талинской площади Красноленинского месторождения (Тюменская область).....	309
Курбанова В.А. Нефтедобыча в Западной Сибири.....	311
Кушнярёва Е.В. Обоснование доразведки Крапивинского нефтяного месторождения (Томская и Омская области)	313
Ларина Е.П. Принципы выделения границ залежей на примере пласта Ю ₁₀ нефтегазоконденсатного месторождения «К»	315
Линдт А.Ю. Стратиграфическое расчленение и нефтегазоносность карбонатных пород доюрского комплекса восточного склона Александровского мегавала (Томская область).....	317
Липянина А.В. О возможной роли реверсных разломов в строении северных районов Западно-Сибирской плиты.....	319
Логвинова Т.В., Балабин П.Ю., Харченко В.М. Теоретические основы по эффективным поискам месторождений полезных ископаемых (нефти и газа) и прогнозу землетрясений.....	321
Лучкова С.В., Яценко И.Г. Комплексный анализ взаимосвязи физико-химических характеристик нефтей и пластовой микрофлоры.....	323
Маерков П.О., Столбова Н.Ф. Характеристика отложений фундамента в разрезе скважины Восточно-Пайдугинская-1п.....	325
Мальцева Е.В. Геологическое строение и перспективы нефтегазоносности вендских терригенных отложений центральных районов Ангаро-Ленской ступени.....	327
Маркова Е.Б. Литолого-фациальный анализ пород тюменской и васюганской свит в северной части Западно-Сибирского осадочного бассейна.....	329
Никифорова Е.О. Литолого-петрографическая характеристика продуктивного пласта БС Приразломного месторождения.....	331
Панова Е.В. Геологическое строение и литологические особенности подугольной толщи верхнеюрских отложений Мылдзинского нефтегазоконденсатного месторождения (Томская область).....	333
Первухина Н.В. Строение батского регионального резервуара и продуктивного пласта Ю ₂ Ямальской НГО	336
Первухина Н.В. Перспективы нефтегазоносности батского регионального резервуара Ямальской нефтегазоносной области.....	338
Плюснин А.В. Особенности строения Зырянского рифа в связи с нефтегазоносностью.....	340
Присяжнюк О.Н. Условия формирования и закономерности распространения пород-коллекторов пласта БС ₁₀ ¹ Западно-Усть-Балыкского нефтяного месторождения (ХМАО).....	343
Рахбари Н.Ю. Геологическая роль водорастворенных газов в формировании газовых месторождений севера Западной Сибири (на примере месторождения Медвежье).....	345
Рева А.В., Мустафина А.В. Значение особенностей строения нефтеносной толщи при разработке месторождений горизонтальными скважинами.....	347
Рожнова А.А., Сазонов И.Г., Астапова Д.А. О характере изменения карбонатных пород на контактах с магматическими массивами Кавказского Пятигорья.....	349
Садкина О.В. Особенности геологического строения, литологический состав и коллекторские свойства продуктивных отложений васюганской свиты Западно-Останинского нефтегазового месторождения (Томская область)	350
Салахидинова Г.Т., Носова Ф.Ф., Тубман Ю.А. Возможности геохимического мониторинга нефтей при разработке месторождений.....	353
Сафин Р.И. Перспективы нефтеносности Верхореченской зоны на юге Ямальского полуострова.....	354
Туркина Т.С. Изучение коллекторских свойств тюменской свиты на примере пластов Ю _{2,7} Северо-Молодежного месторождения.....	356
Уманжинова К.В., Логвинова Т.В. Некоторые закономерности формирования рифогенных построек Северного Кавказа, Предкавказья и Прикаспийской впадины.....	358
Хасанова К.А. Литологические особенности и условия формирования ачимовской толщи на примере Еты-Пуровского месторождения (Западная Сибирь)	361
Хисматуллин В.А. Гыданская газонефтеносная область Западной Сибири.....	363
Черданцева Д.А. Микроструктурный анализ кварцевых зерен в песчаниках васюганской свиты пласта Ю ₁ ¹⁻² Казанского месторождения.....	364
Чиркова Д.Ю. Триметилалкилбензолы в составе рассеянного органического вещества пород разреза Арчинской площади.....	366
Шарун К.И. Перспективы нефтегазоносности Парбигской площади (Томская область).....	368
Шенделева К.В. Влияние литологических параметров на фильтрационно-емкостные и электрические свойства коллекторов (на примере одного из месторождений Каймысовского свода).....	370
Щетинкина Д.А. Выявление вещественного состава и генезиса отложений талахской свиты на примере Чайкинской параметрической скважины №367.....	372
Щуренко А.А. Оценка возможностей геохимии резервуара для уточнения геологического строения залежей нефти Ванкорского месторождения.....	374
Яковенко О.В. Прогноз зон улучшенных коллекторов в пределах месторождения «К».....	376

СЕКЦИЯ 5. ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗЕМЛИ И ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

Номоконова Г.Г. Баженовская свита: геофизическая оценка.....	378
Адильбеков А.С. Геолого-геофизическая характеристика формации Баккен (в сравнении с баженовской свитой).....	380
Амани М.М. Геолого-геофизическая характеристика нефтегазоносного бассейна Кот Д'Ивуар.....	382
Бредихин Н.П. Фильтрация магнитных аномалий, вызванных интрузивными образованиями при поиске углеводородов в условиях Сибирской платформы.....	384
Волкова А.А. Разработка методики построения прогнозных карт на основе статистического анализа фильтрационно-емкостных свойств коллектора.....	386
Дорофеева И.А. Сравнительная геофизическая характеристика разрезов Ватинского нефтяного месторождения и месторождения Самотлор.....	388
Жуков С.Е. Методы каротажа на железорудных месторождениях разного генезиса.....	390
Зиннатуллин Н.О., Варзаков А.П. Оценка взаимовлияния высокомагнитных объектов с помощью физического моделирования.....	392
Искоркина А.А. Влияние мезозойско-кайнозойского климата на геотермический режим нефтематеринских баженовских отложений Нюрольской мегавпадины.....	394
Кадыров А.Ф. Методика ориентации керна параметрических скважин палеомагнитным методом.....	396
Ковалев И.Б. Изучение эффективности использования частотного анализа магниторазведки для поисков залежей углеводородов.....	398
Кофанов С.А. Выявление зон аномально высоких пластовых давлений в разрезах месторождений углеводородов.....	400
Кудинов Ф.Г. Особенности геофизической характеристики Казанского газоконденсатного месторождения.....	402
Ламинский Д.А., Голикова В.Ю. Анализ алгоритмов определения фильтрационно-емкостных свойств пластов АВ ₁ ³ и АВ _{2,8} Покаяевско-Нивагальского участка.....	404
Мохаммед А.Э. Опыт двумерной инверсии данных электротомографии при изучении месторождений золота на Копыловском месторождении в Иркутской области.....	407
Мохаммед А.Э. Результаты применения электротомографии в Республике Тува с помощью одноканальной аппаратуры.....	408
Окс Л.С. Литологическое расчленение осложненного карбонатного разреза на примере одного из месторождений Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции.....	409
Оловянишникова Т.Е. Анализ закономерностей изменения петрофизических свойств верхнеюрских коллекторов Крапивинского нефтяного месторождения.....	412
Парубенко И.В. Геофизические признаки нефтеносности баженовской свиты.....	414
Расторгуева А.О. Петрофизические зависимости как квалификационный признак коллекторов месторождений углеводородов.....	416
Хассан М.Г. Воздействие изменений некоторых космических параметров на изменение уровня Каспийского моря.....	418
Чупин Е.А. Георгиевская свита в верхнеюрском разрезе Западной Сибири (по результатам геофизических исследований скважин).....	420
Шабрикова Д.А. Петрофизическое обоснование интерпретации геофизических исследований скважин с целью оценки коллекторских свойств и нефтегазонасыщенности терригенного разреза Чайкинской параметрической скважины (Иркутская область).....	422
Шайхиев Д.Р. Закономерности изменения проницаемости коллекторов горизонта Ю ₁ Крапивинского нефтяного месторождения.....	424
Шакиров А.Б. Геофизические особенности верхнеюрского разреза Игольско-Талового нефтяного месторождения.....	426
Шатская А.А. Моделирование системы наклонных трещин и расчет их влияния на спектральные свойства сейсмического поля.....	428
Шенберггер Н.А. Распределение эпигенетических изменений в меловых отложениях по результатам статистической обработки данных ГИС.....	430

СЕКЦИЯ 6. ГИДРОГЕОЛОГИЯ И ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

Попов В.К. Роль гидрогеологии и инженерной геологии в формировании водного рынка.....	433
Агишева И.И., Денисов В.М. Геодинамическая оценка и последствия деформаций осадочных пород эксплуатации подземных вод.....	434
Белова А.С. Оценка защищенности основных эксплуатационных горизонтов от поверхностного загрязнения южной части Приморского края.....	436
Бурдина Е.А., Михайлова Н.С. Особенности развития деформационных процессов на склонах при строительстве и эксплуатации линейных сооружений в условиях криолитозоны.....	438
Гафуров Д.Р. Климатические факторы развития карста в Республике Башкортостан.....	439

Гежий А.И., Колопац С.К. Математическая модель изменения гидрогеологических условий территорий, прилегающих к шахтным отвалам Западного Донбасса.....	440
Гридасов А.Г. Результаты гидродинамических исследований структурной скважины № СР-15 на Чалтоковском участке работ по поиску угольного метана (Кузбасс)	442
Гусев Ю.В. Изучение процесса карстообразования в карбонатных породах на основе физико-химического моделирования.....	444
Гусев Ю.В. Расчет равновесного химического состава подземных вод при смешении в программном комплексе НСН.....	446
Дадашов Д.Т. Моделирование гидрогеологических условий Вахского месторождения подземных вод (Ханты-Мансийский автономный округ)	447
Девятаева Ю.В. Защитные мероприятия от опасных геологических процессов города Барнаула.....	448
Дробинина Е.В., Золотарев Д.Р. Оценка влияния застройки на свойства грунтовой толщи в пределах территории г. Кунгура.....	450
Иванова Л.М. Геолого-гидрологические особенности Читинского месторождения подземных вод.....	452
Казанцева О.В. Районирование территории строительства ЛЭП по степени пучинистости грунтов.....	454
Колесникова А.В. Прочностные свойства торфов территории Тунгольского месторождения (Томская область)	456
Колчогошева А.Н. Характеристика физико-механических свойств элювиальных отложений Ведугинского месторождения Красноярского края.....	459
Кувшинова Е.В. Гидрогеологические условия эксплуатации угольного разреза «Шестаки».....	461
Лобова О.И. Геоэкологическая безопасность эксплуатации сооружений на территории многолетнемерзлых пород.....	463
Масалимова Г.Р. Загрязнение подземной гидросферы.....	464
Мележ А.А. Применение космоаэроматериалов для выявления участков магистральных трубопроводов, подверженных опасным природно-техногенным процессам (на примере республики Беларусь).....	465
Мележ Т.А. Принципы инженерно-геологического районирования территории Республики Беларусь.....	467
Мележ Т.А., Чуешова Е.В., Рудько В.С. Оценка инженерно-геоморфологических особенностей долины реки Припять с целью хозяйственного освоения (на пределах республики Беларусь).....	469
Мехович Т.А. Социальные и культурные проблемы эксплуатации водных ресурсов на примере Томской области.....	471
Омельчук А.Ю., Семехин И.М. Математическая модель изменения гидрогеологических условий территории, прилегающих к прудам-накопителям сбросных шахтных вод (на примере Западного Донбасса)	473
Персиянова М.В. Криохимические особенности многолетнемерзлых грунтов как база для прогноза их несущей способности.....	475
Покровский В.Д. Картографические построения и оценка дренированности территории.....	477
Рунова М.С. Использование численного моделирования при подсчете запасов подземных вод на водозаборе пункта сбора и налива нефти «Столбовое» (Томская область).....	478
Синегубова Е.В. Лазерная дифрактометрия-альтернатива современным методам исследования гранулометрического состава песчано-глинистых грунтов.....	481
Тимошенкова А.Н. Постоянно-действующая модель грунтовых вод городской территории (г. Кишинев, Республика Молдова).....	483
Чуркин В.А. Грунтовые воды Восточного Донбасса. Некоторые последствия реструктуризации угольных шахт региона.....	485
Шилова А.В. Прогноз влияния опасных геологических процессов в пределах промплощадки.....	486
Щербаков С.В. Актуализация исследований прошлых лет с целью оценки крестоопасности территории Добрянского района Пермского края.....	488

СЕКЦИЯ 7. ГИДРОГЕОХИМИЯ И ГИДРОГЕОЭКОЛОГИЯ ЗЕМЛИ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГИДРОГЕОЭКОЛОГИИ

Шварцев С.Л. Вода – как важнейший природный ресурс и главная стихия окружающего мира.....	490
Астраханцева О.Ю. Химические балансы вещества резервуаров озера Байкал.....	492
Астраханцева О.Ю. Исследование системы «Вещество вод озера Байкал – вещество потоков окружающей среды»	494
Ахмед-Оглы К.В. Использование гидрофильной растительности в процессе биологической очистки сточных вод.....	496
Березикова Ю.С. Химический состав донных отложений реки Ушайка в пределах города Томска в осенний период 2013 года.....	499
Винокурова А.А. Интерпретация результатов гидрогеохимического опробования при поисках россыпного золота в бассейне р.Чугуна.....	501
Воробьева Д.А., Нефёдова В.И., Парафейникова О.И. Определение токсичности болотных вод методом биотестирования.....	504
Гейвус А.С. Создание карты-схемы водохозяйственной деятельности и геоэкологического состояния реки Ушайки (в пределах г. Томска)	506

Горобейко Е.В., Оводова Е.В. Исследование химического состава подземных вод оловорудных месторождений Приморья.....	509
Девятаева Ю.В. Экогидрогеологические условия оползневого массива города Барнаула.....	511
Евграфова В.И. Химический состав соленых озер Кулундинской равнины.....	513
Зиппа Е.В. Экологическое состояние реки Мзымта в рамках устойчивого развития экосистем на примере города Сочи как горноклиматического курорта.....	515
Иванова К.Ю. Геохимические условия радоновых вод родников западной Тувы.....	517
Калитина Е.Г., Челноков Г.А., Зорин С.А. Особенности микробиологического состава термальных вод «Горячий ключ», Приморье.....	518
Камбалина М.Г. Выбор метода определения соединений кремния в водах различного состава.....	521
Каричева Е.Ю. Возможности метода ионной хроматографии при анализе вод различной степени минерализации.....	523
Ковалева К.И. Эколого-геохимическое состояние поверхностных вод Вахского нефтяного месторождения (Нижевартовский район ХМАО).....	524
Кононова Ю.А. Гидрохимическая характеристика Беловского водохранилища.....	527
Курлянов Н.А. О гидрохимической зональности озерных водоемов.....	529
Левина О.О. Химический состав природных вод района с. Корнилово (Томская область).....	530
Ляпунов С.В. Гидрогеохимия нефтегазоносных отложений Байкитской антеклизы.....	532
Моисеева Ю.А. Гидрометеорологические условия и деформации русла реки Чулым в пределах Томской области.....	535
Отакулова Ю.А. Гидрогеоэкологическое состояние Ахангаранской долины (Республика Узбекистан).....	537
Павловец Т.А. Характеристика гидрогеоэкологической ситуации г.Таштагола.....	538
Панова К.А. Мониторинг состава шахтных вод шахты Комиссаровская в Восточном Донбассе.....	541
Петрова П.И. Химический и микробиологический состав вод протоки Сенная Курья.....	543
Русинова А.М. Особенности химического состава природных вод нижней части бассейна р. Томи.....	545
Сесь К.В. Сравнительный анализ химического состава верховых и низинных болот Орловского участка (Томский район).....	547
Скородулина М.В. Оценка изменения гидрогеохимической обстановки в процессе разработки нефтегазовых месторождений Томской области.....	550
Смалюк А.В. Минерализация поверхностных вод городских водоёмов в осенне-зимний период.....	552
Солдатова Е.А. Особенности поведения соединений азота в подземных водах водосборной площади озера Поянху (Китай).....	554
Сохарева С.Ю. Инженерно-экологические изыскания для объектов атомной энергетики (на примере Северной АЭС).....	556
Тимошенкова А.Н., Пасечник Е.Ю., Токаренко О.Г. Равновесие природных вод г. Кишинев с карбонатными минералами водовмещающих пород.....	558
Улаева С.С. Оценка качества поверхностных вод Яунлорского лицензионного участка.....	561
Файзрахманов З.Г., Ястребова Е.Н. Условия формирования состава подземных вод в западной части Республики Татарстан.....	563
Хэ Ч. Применение метода замораживания для снижения концентрации мышьяка в питьевых водах.....	564
Чан Т.Х. Исследование химического состава вод реки Красный каньон и водопада Датанла (Вьетнам).....	566
Шестакова А.В., Камбалина М.Г. Геохимические условия формирования углекислых холодных и термальных вод природного комплекса Чойган.....	568
Эпова Е.С. Ионообменные процессы при взаимодействии цеолитсодержащих пород Шивыртуйского месторождения (Восточное Забайкалье) с дистиллированной водой.....	570

СЕКЦИЯ 8. КОСМОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ. МЕТОДЫ. РЕЗУЛЬТАТЫ. ПЕРСПЕКТИВЫ

Гатиятов А.Р. Влияние перехода планеты земля от бескислородной атмосферы на кислородную на формирование месторождений нефти.....	573
Исмаилов Р.И., Логвинова Т.В. Дистанционные методы оценки нефтегазоносности платформ, орогенных и складчатых систем (на примере кавказа и русской платформы).....	575
Кинзерский Ю.Ю. Теория мантийных плюмов и их влияние на формирование земли.....	577
Кульшкина С.Г. Таяние льдов арктики: причины и последствия.....	578
Малова К.А. Электромагнитные системы в литосфере и атмосфере земли.....	579
Тихонова Св.А., Тихонова Сах. А. Причины и последствия смещения полюса холода.....	581
Хассан М.Г. Воздействие изменений некоторых космических параметров на изменение уровня каспийского моря.....	584
Шатохина А.А. Положения гипотезы расширяющейся земли.....	586
Шевырева М.Ж. Выраженность флюидопроводящих структур шельфа континентальных морей Юго-Востока России на космических снимках.....	588

СЕКЦИЯ 9. ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО: НАУКА И ПРАКТИКА

Пасько О.А. Общее и различное в проведении столыпинской и современной земельных реформ.....	590
Алиферова А.В. Динамика изменения земель сельскохозяйственного назначения в Томской области за 2007 – 2012 гг.....	591
Бабинович Л.В. Формирование земельных участков в условиях застроенной территории.....	593
Бочарова А.А. Рациональное использование земель лесного фонда на современном этапе.....	595
Вайсблат Н.Э., Перемитин И.С., Иконникова К.В. ГИС как инструмент мониторинга объектов энергетики.....	597
Горохова М.С. Правовые основы оформления земельных участков под линейные объекты.....	600
Грундмане М.Н. Рынок недвижимости Латвии и Литвы.....	601
Ильиных А.Л. Разработка базы геопространственных данных информационного обеспечения мониторинга земель сельскохозяйственного назначения.....	603
Калачева Н.И. Методологические основы применения 3D кадастра в земельно-имущественных отношениях.....	606
Кондрашова А.Е., Колодная М.И., Тарбокова Т.В. Динамика загрязнения земель города Томска.....	608
Летягина Т.В. Землеустроительные проблемы северского полигона твердых бытовых отходов.....	609
Малова К.А. Создание геоинформационной системы земель лесного фонда на примере территории Томской области, Улу-Юльского лесничества, Альямовского урочища.....	610
Могилева В.С. Анализ сельскохозяйственного производства большеуковского района Омской области.....	612
Монахова Е.А. Рекультивация и охрана земельных участков объектов нефтегазодобывающего комплекса на землях лесного фонда.....	614
Мочалова Т.Н., Пасько О.А. Деградация земель, загрязненных отходами.....	616
Одинцова А.В. Экологическая сторона снегоотвалов. Анализ и методы решения проблемы.....	617
Романчиков А.Ю., Ковязин В.Ф., Беляев В.В., Пасько О.А. Таксационные показатели насаждений – основа для кадастровой оценки лесных земель.....	619
Рычкова Е.С. Трансформация сельского расселения на урбанизированных территориях.....	621
Ушакова Н.С. Проблемы землеустройства снегоотвалов.....	625
Федотова Д.Д. Особенности проведения работ по установлению придорожных полос автомобильных дорог.....	628
Ходов К.А. Геоинформационное обеспечение мониторинга загрязнения городской среды.....	630
Чернов А.В. О возможностях создания и ведения трехмерного кадастра природных ресурсов в Российской Федерации.....	632
Шереметьева В.П. Правовые аспекты управления загрязненными землями.....	635

СЕКЦИЯ 10. КОМПЛЕКСНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИРОДНОГО МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ

Вакалова Т.В. Перспективы использования отечественного природного сырья в технологии керамических материалов.....	637
Адырбаев Б., Ибрагимжанов К. Получение высокоэффективной химически стойкой керамики из местных минеральных ресурсов Казахстана.....	639
Волкова А.Ю., Азаренко У.В., Волкова О.Е. Гранулированный пеностеклокристаллический материал на основе микрокремнезема.....	641
Говорова Л.П., Токарева А.Ю. Исследование химико-минералогического состава и поведения при нагревании дунита Иовского (Кытлымского) месторождения.....	643
Домарева А.Е., Богомолов Н.И., Будагов П.Д. Особенности образования травертинов Кавказского Пятигорья (на примере горы Машук).....	645
Жакипбаев Б.Е., Дархан А. Эколого-экономически ценный теплоизоляционный пеноматериал на основе кремнистых криптокристаллических осадочно-химических пород Казахстана.....	646
Жакипбаев Б.Е., Кунтубаева М. Безтигельный синтез рубина ювелирного качества методом Вернейля.....	648
Зарубин А.Г., Булгакова О.Л. Оценка изменений состава и свойств воздушно-сухого разнотипного торфа методом факторного анализа.....	650
Казанцева С.К. Магний силикатные вяжущие композиции.....	654
Кальгин М.В. Магнезиальная активизация твердения природных минералов.....	656
Климова В.В. Исследование влияния процесса кристаллизации на химическую устойчивость стеклокристаллических покрытий для стоматологии.....	658
Ковязина А.Е. Влияние добавок солей на процессы твердения нефелинового шлама.....	660
Курбанбаев М.Е., Кубесова Н. Электротехнический фарфор на основе местного сырья.....	662
Лаврова К.С., Фатеев П.В. Торфомагнезиальные композиции.....	664
Лим С.В. Реологические свойства сырьевого шлама.....	665
Луценко А.В., Василенко В.И., Князева Т.В. Ресурсосберегающая технология получения стеклокристаллических материалов с использованием плазмы.....	668
Митусова А.В. Ультралегкая силикат-кальциевая изоляция.....	669

Мухортов Е.С. Технология фиброцементных изделий.....	671
Нестерова Т.Ю., Писарева Ю.В. Физико-механические свойства газобетона с добавками шлама сользавода	674
Пашков Д.А. Стеклокерамические материалы низкотемпературного спекания для электронной техники....	674
Сазонова Н.А., Черненко Е.А. Особенности сырья для плазмохимического синтеза цементного клинкера....	676
Фахретдинов И.В. Использование доменных шлаков для изготовления жаростойких бетонов.....	678
Юрьев И.Ю., Заяц А.А., Космачев П.В. Комплексная обработка алюмосиликатных отходов для получения керамического кирпича.....	680

СЕКЦИЯ 11. ГЕОЭКОЛОГИЯ, ОХРАНА И ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОЭКОЛОГИИ

Алдонгарова Ж.М. Оценка эколого-геохимического состояния территории г. Актобе по результатам изучения золы листьев тополя черного (<i>Populus nigra</i> L.), Республика Казахстан.....	683
Адилбаева Т.Е. Уровень пылевого загрязнения атмосферы г. Караганда (Республика Казахстан) по данным снегеохимической съемки.....	684
Андрушко С.В. Преобразование морфолитогенной основы и антропогенное освоение города Гомеля и прилегающих территорий.....	686
Афанасьев К.Ю. Разработка комплексного метода утилизации сточных вод электрообессоливающих установок и попутного нефтяного газа на месторождениях.....	687
Балдина К.Е. Оценка содержания хрома в золе надземной части полыни горькой (<i>Artemisia absinthium</i>) на территории Павлодарской области.....	689
Беляновская А.И. Оценка содержания натрия, кальция и железа в биосубстратах (листья, волосы) на территории города Павлодара.....	691
Богомолв Н.И., Будагов П.Д. Методика прогноза и предупреждения аномальных речных волн и процессов затопления (на основе анализа ситуации в станции Новомарьевской Ставропольского края и г. Крымска Краснодарского края).....	693
Большунова Т.С. Лишайники-эпифиты как индикаторы загрязнения атмосферного воздуха.....	695
Винникова В.А. Сели – опасные геологические процессы, обуславливаемые горными реками.....	697
Галушкина Д.Н., Васильева М.М. Регенерация композитных наноразмерных сорбентов урана с целью их вторичного использования.....	699
Джамбаев М.Т., Жакупова Ш.Б. Минеральные соединения элементов в составе крови человека.....	700
Демидова К.Е. Геохимические особенности почв в районах расположения промышленных предприятий г. Томска.....	702
Демчук Т.С. Результаты сравнительного статистического анализа элементного состава биоматериала (на примере щитовидной железы) на территории Томской области.....	704
Дериглазова М.А. Минералого-геохимические особенности зольного остатка организма человека некоторых городов России.....	706
Дорошенко О.В. Правовое регулирование обращения с отходами на основе сравнительного анализа экологического и природоохранного законодательства Российской Федерации и Федеративной Республики Германия.....	708
Евсеев Е.А. Анализ проблемы реорганизации статуса природного государственного заповедника «Столбы».....	709
Есильканов Г.М. Содержание элементов в воде ручья Карабулак как индикатор ядерного техногенеза.....	711
Ерещенко Э.Б. Исследование причин загрязнения воздушного бассейна города Алматы.....	713
Жакупова Ш.Б., Джамбаев М.Т. О необходимости исследования воды на дейтерий как экологического фактора.....	715
Злобина А.Н. Характер радиоактивности почв китайской провинции Гуандун и почв французского региона Овернь.....	717
Каминский А.Ю. Нефтепродукты. Внутригодовой ход и многолетние колебания концентрации нефтепродуктов в реках Томь и Обь.....	719
Клещева К.В. Геохимическая характеристика почв населенных пунктов Томского района.....	721
Клименко Д.П. Потенциальные угрозы возникновения техногенных рисков на хвостохранилищах Ак-Тюз (Чуйская долина, Республика Кыргызстан).....	723
Козырева О.С., Климов Д.В. Токсичные элементы-примеси в углях месторождения Мазино (Табаский угольный бассейн, Иран).....	724
Конякин С.Н. Ландшафтный каркас локальной экосети Христиновского района (Черкасская область, Украина).....	725
Корф Е.Д. Исследование динамики термокарстовых озер центральной части Чуйской котловины.....	727
Кравченко Я.Н. Сравнение геохимических показателей почв Кожевниковского района Томской области и территории США.....	729
Кузьмин И.Н. Проблемы внедрения системы экологического менеджмента на предприятии.....	731

Курилова А.Э. Эколого-геохимическая оценка загрязнения почв на территории Чеченской Республики на примере военного городка (с. Ведено)	733
Лончакова А.Д., Литау В.В. Пространственное распределение мышьяка на территории г. Омска по данным снеговой съемки.....	735
Лосев О.В., Оводова Е.В. Влияние газификации Владивостокской ТЭЦ-1 на качество атмосферного воздуха.....	737
Макаревич Т.Г., Москаленко А.В. Использование композитных наноразмерных материалов на основе оксидов титана и железа для очистки сточных вод от урана	738
Максимова А.Ю. Радиоактивные элементы в многокореннике обыкновенном (<i>Spirodela polyrhiza</i> , Lemnoideae) на территории Томской области	740
Миронова А.С. Изучение элементного состава годичных колец сосны обыкновенной (<i>Pinus sylvestris</i>) Баргузинского района Республики Бурятия	742
Намчак Е.Я. Оценка содержания радиоактивных элементов в почвах и листьях на территории г. Кызыл (Республика Тува)	744
Оводова Е.В., Шагина Ж.А., Калунзига С.С. Геохимическое исследование лежалых хвостов обогащения Ярославского горнообогатительного комбината	746
Романова Н.П. Оценка воздействия антропогенного фактора на компоненты природной среды долины Туймаада	748
Рудь Д.А. Эколого-геохимическая обстановка рекреационных зон города Ростов-на-Дону на примере парковых зон	749
Скрипник М.И. Содержание цинка и хрома в волосах детей с различной биохимической структурой	751
Соктоев Б.Р. Минералогические особенности солевых отложений питьевых вод и их природных аналогов	753
Степанова К.Д. Оценка содержания ртути в рыбах природных водоемов (на примере Томской и Кемеровской областей)	754
Сыцевич В.С. Цементный завод как источник загрязнения атмосферы городов	756
Таловская А.В., Филимоненко Е.А., Ляпина Е.Е. Токсичные элементы (As, Se, Cd, Hg, Pb) и их минеральные и техногенные образования в снеговом покрове в окрестностях промышленных предприятий г. Томска	757
Тихонова Сах.А., Тихонова Св.А. Влияние нефтедобывающего комплекса на сельскохозяйственные угодья территории Республики Саха (Якутия)	760
Третьякова М.И., Литау В.В. Редкоземельные элементы (La, Ce, Yb, Lu) в пылевых частицах аэрозолей территории г. Омска по данным снеговой съемки	762
Усенова Ш.Ж. Геохимические особенности солевых отложений питьевых вод (на примере Павлодарской области, Республика Казахстан)	764
Федотова И.В. Основные экологические проблемы добычи россыпного золота на примере Республики Хакасия	766
Хассан М.Г. Воздействие изменений некоторых комических параметров на изменение уровня Каспийского моря	768
Черных Т.М. Методические основы оценки разнопрофильных видов физического антропогенного воздействия на ландшафты	770
Чубаров Д.Л., Ефстифеева А.С. Методические основы интегральной оценки антропогенного воздействия на природную среду при разработке россыпных месторождений золота	772
Шайхитдинов Р.Р. Определение ртути в реке Иртыш	773
Шакирова К.В., Егорова К.К. Влияние геоэкологического состояния территории на вариативность химических элементов в организме больных саркоидозом	775
Шахова Т.С. Уровень пылевого загрязнения и вещественный состав нерастворимой фазы снегового покрова в окрестностях нефтехимического завода г. Павлодара (Республика Казахстан)	777
Шоншабаева З.Т. Геохимическая характеристика листьев тополя г. Тараз, Республика Казахстан	779
Юсупов Д.В., Ильенок С.С., Могилев А.А. Геохимические аномалии и формы нахождения тяжелых металлов в снеговом покрове г. Благовещенск (Амурская область)	781
Ялалтдинова А.Р. Биологическое поглощение химических элементов в системе «почва-растение» (на примере тополя черного, г. Усть-Каменогорск)	783
Янкович К.С. Оценка риска для здоровья человека, обусловленного химическим составом воды	785

Научное издание

Проблемы геологии и освоения недр
Труды XVIII Международного симпозиума имени академика
М.А. Усова студентов и молодых ученых

I Том


Издательство ТПУ
Россия, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30
Тел./факс (3822) 563535, 564557
e-mail: publish@tpu.ru

Подписано к печати _____ 2014. Формат 60x84/8. Бумага «Снегурочка».
Печать XEROX. Усл. печ. л. . Уч.-изд. л. .
Заказ . Тираж экз.



Томский политехнический университет
Система менеджмента качества
Томского политехнического университета сертифицирована
NATIONAL QUALITY ASSURANCE по стандарту ISO 9001:2000



ИЗДАТЕЛЬСТВО  ТПУ. 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30.
Тел. / факс: 8(3822) 56-35-35. www.tpu.ru

Центр профессиональной переподготовки специалистов нефтегазового дела ТПУ



Вход в Центр

политехнического университета при поддержке НК «ЮКОС» был открыт Центр профессиональной переподготовки специалистов нефтегазового дела. Обучение в Центре проводится на основе магистерских программ шотландского университета Heriot-Watt (Шотландия, г. Эдинбург). Центр осуществляет подготовку специалистов по трем направлениям: Нефтяной инжиниринг (MSc in Petroleum Engineering), Геология нефти и газа (MSc in Reservoir Evaluation) и Технология нефти и газа (MSc in Oil and Gas Technology). Обучение в Центре проходит в течение 12 месяцев и дает слушателям

В последнее время крупнейшие нефтяные компании мира ставят перед собой ряд вопросов, решение которых будет способствовать развитию отрасли: интенсификация добычи нефти, развитие технологий добычи и др. Все больше внимания уделяется качеству образования работников, уникальности их знаний и пониманию процессов, происходящих на рынке нефти. Появление новых технологий на нефтедобывающих предприятиях требует участия специалистов, обладающих комплексными знаниями. В связи с этим, в сентябре 2001 года на базе Томского



Лекция

интегрированные знания и навыки командной работы, что является необходимым условием для успешной карьеры в современной нефтегазовой промышленности.

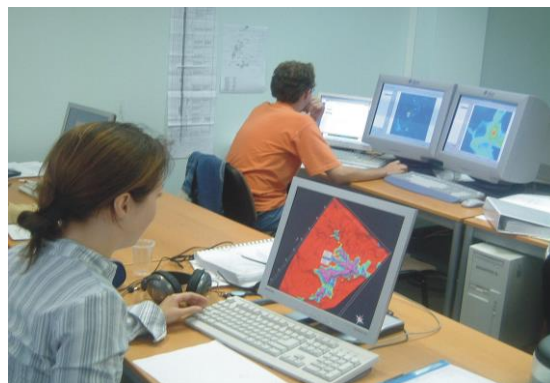
Лекции читаются на английском языке профессорами Эдинбургского университета, а также аккредитованными преподавателями Центра. После завершения программ слушатели приобретают образование международного стандарта, степень магистра университета Heriot-Watt и диплом о профессиональной переподготовке Томского политехнического университета. Каждая



Студенты в библиотеке

магистерская программа состоит из 4-х семестров, во время которых слушатели посещают лекционные и практические занятия.

Обучение ведется по основным специальным дисциплинам: нефтепромысловая геология, геофизика, физика пласта, разработке месторождений, моделированию, технологии добычи, бурению и экономике. По каждой дисциплине студенты сдают письменные экзамены на английском языке. Знания, полученные в рамках теоретических модулей, затем реализуются на практике при выполнении группового проекта, главная цель которого – интеграция полученных



В компьютерном классе

знаний при работе с реальными промышленными данными. Студенты защищают свои групповые проекты перед экспертной комиссией. Имея все необходимое оборудование, Центр проводит видео-конференции с университетом Heriot-Watt в режиме реального времени. Поэтому в состав экспертной комиссии входят также и преподаватели из Эдинбурга. Более глубокие знания по выбранной специализации слушатели получают при работе над индивидуальными проектами, когда каждый студент проводит исследование по конкретной проблеме и по результатам работы подготавливает отчет. Индивидуальные проекты разрабатываются с учетом реальных проблем нефтяных и газовых месторождений.

Данная исследовательская работа является эквивалентом магистерской диссертации. Центр имеет современное техническое оснащение – более 150 персональных компьютеров, 5 рабочих станций



**Зал 3D-визуализации.
Защита геологами дипломных работ**

SUN и единственный в Сибири зал 3D-визуализации. Данный зал используется в учебном процессе и позволяет наглядно продемонстрировать модель месторождения в трехмерном пространстве. Для практической работы Центр располагает грантами на использование специализированного программного обеспечения: Shlumberger GeoQuest, Landmark Graphics, EPS, Bentley, Aspen Technology.

Для студентов и преподавателей в Центре имеется своя библиотека, где собрана учебная литература по основным модулям, которые читаются во время обучения. Информация представлена на бумажных носителях, видеокассетах и компакт-



**Вручение дипломов магистрам в
Британском посольстве**

дисках на русском и английском языках. Кроме этого, Центр располагает периодическими специализированными изданиями и справочной литературой. Библиотека постоянно пополняется новинками.

На сегодняшний день уже третий набор слушателей готовится к получению магистерских дипломов. Выпускники Центра прошлых лет уже проявили себя как опытные и высококлассные специалисты в различных компаниях нефтяного сектора. Качественные знания и системность мышления делают выпускников конкурентоспособными на рынке труда.



**Выпускники ЦППСНД в посольстве
Британии**

**Обучение в ЦППСНД ТПУ по магистерским программам
шотландского университета**

Heriot-Watt

WWW.HW.TPU.RU



Лицензия на право образовательной деятельности
Серия А № 169066 от 01.06.2005



**Инновационный
научно-образовательный**

ЦЕНТР

**подготовки специалистов
трубопроводного транспорта нефти и газа**

**Адрес: г.Томск, пр.Ленина, 2,
строение 5 (20 корпус ТПУ),
Россия, 634050.**

Телефон: +7(3822) 42-61-53,

Факс: +7(3822) 41-90-17.

E-mail: ktxng@tpu.ru, sspost@mail.ru

**Почтовый адрес:
г. Томск, пр. Ленина, 30,
ТПУ, Россия, 634050**



Инновационный научно-образовательный центр подготовки специалистов трубопроводного транспорта нефти и газа



Инновационный научно-образовательный центр создан с целью подготовки для ведущих транспортных и нефтегазодобывающих компаний специалистов мирового уровня с исключительными компетенциями в области транспортирования и хранения нефти и газа

Научный руководитель: Рудаченко Александр Валентинович, доцент, кандидат технических наук, заведующий кафедрой транспорта и хранения нефти и газа

О ЦЕНТРЕ

Центр создан на базе кафедры транспорта и хранения нефти и газа Института геологии и нефтегазового дела Томского политехнического университета и обеспечивает подготовку магистров по Double – Degree программе.

Центр обладает современными мультимедийными классами, научно-исследовательскими лабораториями, конференц-залом с системой 3D-визуализации.

Учебный процесс проходит с использованием самого современного оборудования и программных продуктов: программы CFD, AUTODYN, LS-DYNA, Turbo Tools, Parallel processor, Spider Project, Fluent, стенд гидравлический универсальный ТМЖ 2, стенд «Гидродинамика», А1040М ПОЛИГОН - низкочастотный ультразвуковой томограф, дефектоскопы, цифровая акустико - эмиссионная система Valen AMSY-5, тепловизор, вибродиагностическое оборудование, ультразвуковой сканер, система лазерной центровки валов, лазерный доплеровский измеритель скорости потока (ЛДИС) и многое другое.

ЦЕНТР ВКЛЮЧАЕТ В СЕБЯ

- лабораторию гидрогазодинамики;
- лабораторию моделирования процессов трубопроводного транспорта углеводородного сырья;
- лабораторию технической диагностики оборудования нефтегазопроводов;
- лабораторию неразрушающих методов контроля;
- лабораторию трубопроводно-строительных материалов;
- лабораторию геодезического обеспечения строительства нефтегазопроводов и хранилищ;

- лабораторию оборудования нефтегазопроводов;
- лабораторию противокоррозионной защиты;



- лабораторию проектирования газонефтепроводов и хранилищ;
- лекционные аудитории;
- компьютерные и мультимедийные классы;
- кабинеты курсового проектирования.



Инновационный научно-образовательный центр подготовки специалистов трубопроводного транспорта нефти и газа

ОБУЧЕНИЕ В ЦЕНТРЕ

Обучение проходит по очной форме продолжительностью 2 года. Первый учебный год предполагает обучение по магистерской программе ТПУ «Надежность газонефтепроводов и хранилищ». Параллельно проводятся интенсивные языковые курсы, чтобы подготовить будущих магистров ко второму году обучения.

Обучение на втором курсе выполняется по методическим разработкам University of Calgary по магистерской программе Pipeline Engineering. Занятия проводятся на английском языке профессорами университета Калгари и преподавателями Томского политехнического университета, прошедшими специальную стажировку в Канаде.



Слушатели Центра, при успешном окончании обучения, получают степень магистра соответствующей специальности университета Калгари и диплом магистра ТПУ, что гарантирует им трудоустройство в компаниях нефтегазовой отрасли и проектных институтах.



Преподавательский состав – 15 человек, в том числе: 2 профессора, доктора технических наук и 8 доцентов, кандидатов технических наук.

МАГИСТЕРСКАЯ ПРОГРАММА «Надежность газонефтепроводов и хранилищ»

Структура программы подготовки:

- теоретическая подготовка: 3 сем.- 756 часов аудиторных занятий;
- самостоятельная работа магистра: 3 сем. – 1170 часов;
- научно-исследовательская работа: 3 сем. – 774 часа;
- научно-исследовательская практика – 216 часов;
- подготовка и защита магистерской диссертации: 1 сем. – 1080 часов.

Всего: специализированной подготовки – 3996 часов.

Дисциплины направления магистерской программы:

- современные проблемы науки;
- история и методология науки;
- компьютерные технологии в науке и образовании;
- философские проблемы естественных, гуманитарных и технических наук;
- мировая экономика нефтегазовых ресурсов;
- финансово-экономический анализ нефтегазовых проектов;
- основы ресурсо- и энергосберегающих технологий углеводородного сырья;
- современные представления о нефтяных дисперсных системах;
- физико-химические методы исследования материалов, реагентов и углеводородных систем;
- автоматизация управления нефтегазовыми технологическими процессами и производствами;
- иностранный язык.

Специальные дисциплины магистерской подготовки:

- мониторинг оборудования трубопроводного транспорта;
- компьютерные технологии решения задач трубопроводного транспорта;
- автоматизация проектирования систем трубопроводного транспорта;

Инновационный научно-образовательный центр подготовки специалистов трубопроводного транспорта нефти и газа

- прочность оборудования газонефтепроводов и хранилищ;
- алгоритмы при моделировании гидродинамических процессов;
- исследования напряженно-деформированного состояния трубопроводов.



Требования к кандидатам:

- средний балл по диплому не менее 4,5;
- профессиональная ориентированность в области технических наук (механика, гидравлика, сопротивление материалов, основы конструирования, сварка, технология металлов и конструкционных материалов);
- способность к обучению и переобучению;
- знание английского языка;
- мобильность;
- знание компьютера;
- возраст до 35 лет.



ИСКЛЮЧИТЕЛЬНЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ СПЕЦИАЛИСТОВ:

- сочетать в себе углубленные знания по теории надежности технологического оборудования с учетом динамических, гидромеханических и термодинамических процессов при его эксплуатации;
- владеть современными компьютерными средствами группового и индивидуального проектирования газонефтепроводов и хранилищ с использованием геоинформационных технологий;
- проводить нестандартные расчеты по оптимизации технологических режимов транспортирования нефти и газа с учетом эксплуатационных параметров оборудования газонефтепроводов и хранилищ;
- в совершенстве владеть методами моделирования сложных гидродинамических процессов, выбирать оптимальные технологические режимы перекачки нефти и газа и параметры трубопровода с учетом профиля трассы;
- знать современные системы технического обслуживания и ремонта оборудования газонефтепроводов и направления их дальнейшего развития;
- в совершенстве владеть иностранным языком.

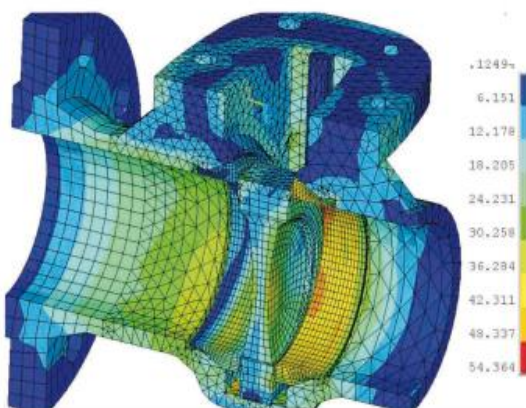
КОНКУРЕНТНЫЕ ПРЕИМУЩЕСТВА СПЕЦИАЛИСТОВ:

- способность проводить сложные аналитические расчеты по анализу динамических, гидравлических и термодинамических характеристик оборудования трубопроводного транспорта;
- умение пользоваться сложным современным экспериментальным оборудованием при исследовании процессов, влияющих на эксплуатационные и прочностные характеристики газонефтепроводов и хранилищ;
- владение современными методами группового проектирования объектов трубопроводного транспорта с использованием автоматизированных систем управления проектами;
- знание современных методов повышения надежности оборудования трубопроводного транспорта нефти и газа на этапах проектирования и эксплуатации;
- умение работать в команде.

Инновационный научно-образовательный центр подготовки специалистов трубопроводного транспорта нефти и газа

НАПРАВЛЕНИЯ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ

- диагностика, оценка и прогноз технического состояния трубопроводов и насосно-компрессорного оборудования с использованием вибродиагностического и тепловизионного оборудования;



- исследование и оценка коррозионного состояния трубопроводов;
- исследования напряженно-деформированного состояния трубопровода и оборудования (применяются экспериментальные методы и методы численного моделирования с использованием методов конечных элементов);
- повышение надежности технического состояния трубопроводов;
- разработка новых типов природных сорбентов для локализации и утилизации аварийных разливов нефти;
- прикладные и фундаментальные, численные и экспериментальные исследования в ламинарных и турбулентных, прямооточных и закрученных потоках жидкостей и газов в трубопроводах со сложной границей области движения рабочей среды.



ПАРТНЕРЫ ЦЕНТРА ПО НАУЧНЫМ ИССЛЕДОВАНИЯМ И ПОДГОТОВКЕ КАДРОВ:

- ОАО «АК «Транснефть»;
- ОАО «Газпром»;
- ООО «Стройтрансгаз»;
- ООО «Сибтрубопроводстрой»;
- ООО «Старстрой»;
- ОАО «Гипротрубопровод»;
- ОАО «ВНИИСТ»;
- ТомскНИПИнефть;
- Университет г. Калгари (Канада);
- Институт нефти и природного газа университета г. Мишкольц (Венгрия);
- Институт турбулентности г. Марселя (Франция);
- Институт нефти и газа г. Парижа (Франция);
- Институт технической теплофизики НАН Украины;
- Европейская организация исследований вопросов промышленной теплотехники МАТЭК (Словакия, Италия, Голландия, Германия, Украина).



КОНТАКТЫ:

634050, Россия, г.Томск, пр.Ленина, 2,
строение 5 (20 корпус ТПУ).

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ:

Тел.: +7(3822) 42-61-53,
Факс: +7(3822) 41-90-17.
E-mail: ktxng@tpu.ru, sspost@mail.ru

Почтовый адрес:
634959, Россия, г. Томск,
пр. Ленина, 30, ТПУ.



ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Международный инновационный
научно-образовательный центр

«Урановая геология»



Международный инновационный научно-образовательный центр «Урановая геология»



Цель создания центра:

подготовка элитных специалистов в области геологии, поисков и разведки месторождений руд редких и радиоактивных элементов для минерально-сырьевого уранового комплекса России, высококвалифицированных геологов, подготовленных к профессиональной деятельности с учетом современных рыночных отношений и наукоёмких технологий.

Руководитель: Рихванов Леонид Петрович, профессор, доктор геолого-минералогических наук, Заслуженный геолог РФ, Заслуженный деятель науки РФ

СТРУКТУРА МЕЖДУНАРОДНОГО НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ЦЕНТРА «УРАНОВАЯ ГЕОЛОГИЯ»

- Учебно-научная лаборатория оптической и электронной микроскопии
- Учебно-научная лаборатория изотопной спектрометрии
- Учебно-научная лаборатория геотехнологии
- Учебно-научная лаборатория микроэлементного анализа
- Учебно-научная лаборатория ядерно-геохимических исследований

МАГИСТЕРСКАЯ ПРОГРАММА «ГЕОЛОГИЯ, ПОИСКИ И РАЗВЕДКА РУД РЕДКИХ И РАДИОАКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ» (Срок обучения: 2 года. Степень: магистр геологии)

Необходимость реализации магистерской программы «Геология, поиски и разведка руд редких и радиоактивных элементов» вызвана **потребностью отечественных и зарубежных компаний, занимающихся разработкой урановых и редкометалльных месторождений в специалистах, умеющих интегрировать весь комплекс доступных данных по месторождениям урана (геохимия, минералогия, ядерная геофизика, радиогидрогеохимия и гидрогеология и др.):**

- для прогнозирования, поисков и геолого-экономической оценки месторождений урана и редких элементов на основе системного анализа всех совокупных данных по минералого-геохимическим, геофизическим и другим характеристикам объектов;
- для создания моделей формирования урановых и редкометалльных месторождений и обоснования способа их отработки с максимальной эффективностью и наименьшим воздействием на окружающую среду.

Подготовка специалистов нового уровня основана на реализации следующих основных принципов:

- **принцип элитарности:** набор лучших из 12 вузов России;
- **принцип элитарности научных, инженерных и педагогических школ:** 40-летний опыт подготовки геологов-редкометаллургов; привлечение ведущих специалистов России и Мира для чтения мастер-курсов;



- **принцип уникальности образовательных программ и технологий с использованием мировых информационных ресурсов и HiTek оборудования:** ядерный реактор, альфа-и гамма-спектрометры, электронные и оптические микроскопы и анализаторы, коллекции минералов и руд всего Мира;

- **принцип стратегического партнёрства:** ООО «Компания «Базовый элемент» («БазЭл»), Университет Нанси (Франция), ФГУП «Урангео», Россия, производственные компании «Казатом-пром», Казахстан и др.

Международный инновационный научно-образовательный центр «Урановая геология»

КОНКУРЕНТНЫЕ ПРЕИМУЩЕСТВА ПОДГОТОВЛИВАЕМЫХ СПЕЦИАЛИСТОВ:

- Наши выпускники умеют то, что не умеют выпускники потенциальных конкурентов. Наши выпускники приносят в компании уникальные компетенции.
- Создают модели месторождений.
- Разрабатывают прогнозно-поисковые критерии и признаки для выявления месторождений на основе моделирования.
- Выбирают и обосновывают технологии эксплуатации на основе использования численных методов моделирования миграции радионуклидов и формирования месторождений урана (3D - визуализация).
- Подготавливают ТЭО проектов разработки месторождений в соответствии с международными стандартами.
- Умеют получать новую минералого-геохимическую информацию с использованием современных ядерно-физических методов, в том числе на базе ядерного реактора.

- Управление проектами – менеджмент.
- Свободно владеют английским языком.



КЛЮЧЕВЫЕ ОТРАСЛЕВЫЕ ПРОБЛЕМЫ, К РЕШЕНИЮ КОТОРЫХ ПОДГОТОВЛЕНЫ ВЫПУСКНИКИ:

- Поиски, разведка, геолого-экономическая оценка и разработка месторождений радиоактивного и редкометалльного сырья.
- Поиск и подбор максимально рентабельных технологий добычи, схем вскрытия руды на месторождениях.

- Создание модели месторождения. Моделирование для оценки запасов руд и выбора кондиционных параметров.
- Разработка прогнозно-поисковых моделей различных геолого-промышленных типов месторождений.

ОСНОВНЫЕ И СПЕЦИАЛЬНЫЕ ИЗУЧАЕМЫЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Первый год обучения в магистратуре включает изучение дисциплин общего направления, предусмотренных для этой специальности требованиями ГОС ВПО Министерства образования и науки РФ.

Второй год обучения предусматривает обучение по дисциплинам узкой специализации с прохождением научно-исследовательской и производственной практик в одной из урановодобывающих компаний.

- Минералогия радиоактивных элементов;
- Геохимия радиоактивных элементов;
- Промыленно-генетические типы месторождений радиоактивных элементов. Металлогения;
- Радиогидрогеология и гидрогеохимия;
- Методы исследования радиоактивных руд;
- Геофизические методы при разведке и разработке урановых месторождений;
- Радиоактивные элементы в окружающей среде и проблемы радиоэкологии;
- Рациональная методика прогнозирования, поисков и геолого-экономической оценки месторождений руд, редких и радиоактивных элементов;
- Техничко-экономическое обоснование проектов разработки месторождений по международным стандартам;

- Геотехнология добычи урановых руд;
- Основы технологии и переработки ядерных сырьевых материалов;
- Технология бурения эксплуатационных скважин при отработке месторождений урана методом ПСВ;
- Гидродинамика флюидных систем и моделирование гидродинамических процессов;
- Численные методы моделирования геомиграции радионуклидов.



Международный инновационный научно-образовательный центр «Урановая геология»

НАУЧНАЯ ШКОЛА И ПРОФЕССОРСКО-ПРЕПОДАВАТЕЛЬСКИЙ СОСТАВ

Международный инновационный научно-образовательный Центр подготовки специалистов в области урановой геологии создаётся на базе кафедры Геоэкологии и геохимии ТПУ, которая ранее под названием «Кафедра Геологии и разведки руд редких и радиоактивных элементов» с 1956 года на протяжении 35 лет готовила специалистов для Первого Главка Министерства Геологии СССР, главной задачей которого было обеспечение страны урановым сырьём.

История создания кафедры уходит в далёкие 30-е годы, когда создавалась кафедра Месторождений полезных ископаемых. Она была открыта в 1931 году. Организатор и первый заведующий – член-корреспондент АН СССР **Ф.Н. Шахов**.

В 1954 году из состава кафедры месторождений полезных ископаемых была выделена в связи с открытием специализации по геологии редких и радиоактивных элементов (приказ Мингео СССР от 29.09.1954 г.) кафедра геологии и разведки руд редких и радиоактивных элементов (зав. кафедрой профессор В.К. Черепнин).

С 1956 г. по 1997 гг. по урановому профилю было выпущено 756 специалистов-редкометаллыщиков, в т.ч. 61 чел. получили дипломы с отличием.

Таким образом, за этот период времени сложился коллектив преподавателей и выпускников, знающих урановую геологию, умеющих решать как тактические, так и стратегические задачи.

На кафедре сформировалась общепризнанная школа по урановой геологии и геохимии, имеющая традиции, опыт работы и, сравнительно молодые кадры, способные вести подготовку геологов-уранщиков на новом качественном уровне.



Подготовку специалистов в Центре осуществляют доктора наук, профессора (9) и доценты, кандидаты наук (4) Томского политехнического университета, а также ведущие ученые Российской академии наук, специалисты с предприятий, зарубежных вузов.

МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Центр располагает самым современным компьютерным, мультимедийным и уникальным лабораторным оборудованием. Здесь представлены:

- сканирующий электронный микроскоп Hitachi S-3400N с приставкой для микроанализа;
- спектрофотометр «Флюорат-02 Панорама» с приставкой «Крио-2»;
- хроматограф «Хроматэкс-Кристалл 5000»;
- лабораторный микроскоп Axioskop 40 с системой анализа изображений;
- ртутный анализатор РА-915;
- лабораторный альфа-спектрометр;
- спектрометр для нейтронно-активационного анализа на основе аналогового модуля NIM;
- портативный гамма-спектрометр GS-512;
- переносной радиометр-спектрометр РСУ-01 «Сигнал М»;
- микроскопы серии «ПОЛАМ» разного типа;
- аппаратура для рентгеноструктурного анализа «ДРОН-3»;
- лазерный анализатор вещественного состава «LMA-10» с приставкой МААС;



- полевые гамма-спектрометры: РКП-305, РКП-305М;
- РЗА-4А – измеритель концентрации радона;
- стационарные (лабораторные) гамма-спектрометры «РУТ»;
- термолуминесцентные дозиметры разных типов и др.

Международный инновационный научно-образовательный центр «Урановая геология»

В учебном процессе по подготовке специалистов для урановой отрасли используются уникальные коллекции минералов и руд различных типов урановых и редкометалльных месторождений бывшего СССР, которые хранятся в специально оборудованном хранилище общей площадью 20 м². Этот коллекционный фонд насчитывает около 2000 образцов (аналогов в России нет).



Кроме того, в подготовке специалистов для урановой отрасли будет задействована ядерно-геохимическая лаборатория базовой кафедры, размещенная на площадях **Исследовательского ядерного реактора** Томского политехнического университета, активно используемая как современный инструмент подготовки специалистов для урановой геологии и проведения научных исследований в области разработки радиохимических методов прогнозирования и поисков руд редких и радиоактивных элементов.

СТРАТЕГИЧЕСКИЕ ПАРТНЕРЫ ЦЕНТРА

Вузы, академические и отраслевые институты:

- Университет Анри Пуанкаре (Нанси-1), Франция
- Университет Париж-11 (Орсей, Франция)
- Российский государственный геологоразведочный университет (Москва)
- Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии (ИГЕМ) РАН
- Всероссийский научно-исследовательский институт минерального сырья (ВИМС) МПР
- Всероссийский научно-исследовательский геологический институт (ВСЕГЕИ) МПР
- Институты СО РАН (Новосибирск, Улан-Удэ, Иркутск, Чита)

Государственные и частные компании:

- ООО «Компания «Базовый элемент»» («БазЭл»)
- ФГУП «УРАНГЕО РФ» и его дочерние предприятия в Новосибирске «Берёзовгеология», Иркутске «Сосновгеология» и др.
- «Урановый холдинг АРМЗ» (ОАО «Атомредметзолото»)
- Национальная атомная компания «КАЗАТОМПРОМ» (Казахстан)
- РОСАТОМ и его предприятия «Горнорудная урановая компания ТВЭЛ»
- «AREVA» (Европейский урановый консорциум)
- «BHP» (Австралия) и др.

СТРАТЕГИЧЕСКИЕ КЛИЕНТЫ ЦЕНТРА

- ООО «Компания «Базовый элемент»» («БазЭл»)
- ОАО «КАЗАТОМПРОМ» (Казахстан)

- ОАО «Урановая горнорудная компания» РОСАТОМА
- ФГУП «УРАНГЕО» (МПР РФ)

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ПРЕИМУЩЕСТВА:

Слушатели обеспечиваются комфортабельным общежитием и стипендией.

Заключившим контракт с предприятием, предполагается выплата стипендии размером 300 евро.

По окончании гарантируется трудоустройство и достойная оплата труда.

