

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования  
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИИ И НЕФТЕГАЗОВОГО ДЕЛА

---

СТУДЕНЧЕСКИЙ ЧАПТЕР МЕЖДУНАРОДНОГО ОБЩЕСТВА  
ИНЖЕНЕРОВ-НЕФТЯНИКОВ, г. ТОМСК



# ПРОБЛЕМЫ ГЕОЛОГИИ И ОСВОЕНИЯ НЕДР

Том I

*Труды XIV Международного симпозиума имени академика  
М.А. Усова студентов и молодых учёных, посвященного 65-летию  
Победы советского народа над фашистской Германией в  
Великой Отечественной войне 1941-1945 гг.*

Издательство  
Томского политехнического университета

УДК 504(063)  
ББК 20.1л0  
П78

П78

**Проблемы геологии и освоения недр:** труды XIV Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых ученых, посвященного 65-летию Победы советского народа над фашистской Германией в Великой Отечественной войне 1941-1945 гг. Том I; 2-е издание; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010. – 580 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, геотектонических систем в геологии, разработки нефтяных и газовых месторождений, нефтегазопромыслового оборудования, бурения нефтяных и газовых скважин, техники и технологии добычи, транспорта и хранения нефти и газа, горного дела, технологии и техники разведки месторождений полезных ископаемых, геоэкологии, гидрогеоэкологии, инженерной защиты окружающей среды, комплексного использования минерального сырья, экономики минерального сырья и горного права, опыту и проблемам организации молодежной науки.

Публикация сборника трудов XIV Международного научного симпозиума осуществляется при информационной поддержке Федерального агентства по науке и инновациям (Роснаука) и при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (№10-05-06800-моб\_г).

**УДК 504(063)**  
**ББК 20.1л0**

Главный редактор – В.А. Домаренко, доцент, к.г.-м.н.  
Ответственный редактор – Г.М. Иванова, доцент, к.г.-м.н.  
Ответственные редакторы секций:  
Секция 1 – А.А. Поцелуев, профессор, д.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. Рассказов, профессор, д.г.-м.н.  
Секция 5 – С.Л. Шварцев, профессор, д.г.-м.н.  
Секция 6 – Л.Я. Ерофеев, профессор, д.г.-м.н.  
Секция 7 – Н.М. Недоливко, доцент, к.г.-м.н.  
Секция 8 – А.Т. Росляк, профессор, д.т.н.  
Секция 9 – В.Д. Евсеев, профессор, д.т.н.  
Секция 10 – С.Я. Рябчиков, профессор, д.т.н.  
Секция 11 – В.Г. Крец, доцент, к.т.н.  
Секция 12 – А.В. Рудаченко, доцент, к.т.н.  
Секция 13 – В.Г. Лукьянов, профессор, д.т.н.  
Секция 14 – Л.П. Рихванов, профессор, д.г.-м.н.  
Секция 15 – В.И. Верещагин, профессор, д.х.н.  
Секция 16 – Г.Ю. Боярко, профессор, д.э.н.  
Секция 17 – Л.М. Болсуновская, доцент, к.фил.н.  
Секция 18 – Е.П. Янкович, директор ГИ-центра  
Секция 19 – Г.М. Иванова, доцент, к.г.-м.н.  
Технический редактор – А.В. Шадрина, доцент, к.т.н.  
О.Г. Токаренко, ст. преп., к.г.-м.н.

ISBN 978-5-98298-569-9

© ГОУ ВПО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», 2010  
© Оформление. Издательство Национального исследовательского Томского политехнического университета, 2010

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF THE RUSSIAN FEDERATION  
NATIONAL RESEARCH TOMSK POLYTECHNIC UNIVERSITY  
INSTITUTE OF GEOLOGY AND OIL & GAS INDUSTRIES

---

SPE TOMSK STUDENT CHAPTER



# PROBLEMS OF GEOLOGY AND SUBSURFACE DEVELOPMENT

Tom I

*Proceedings of the 14<sup>th</sup> International Scientific Symposium of Students,  
Postgraduates and Young Scientists in honor of Academician M.A. Usov,  
devoted to the 65-th Anniversary Soviet People's Victory against fascism  
in the Great Patriotic War 1941-1945 years*

Tomsk Polytechnic University Publishing House  
2010

UDC 504(063)  
BBC 20.1я0  
P78

P78           **Problems of Geology and Subsurface Development:** proceedings of the 14<sup>th</sup> International Scientific Symposium of Students, Postgraduates and Young Scientists in honor of Academician M.A. Usov, devoted to the 65-the Anniversary Soviet People's Victory against fascism in the Great Patriotic War 1941-1945 years. Tom I; 2-nd edition; Tomsk Polytechnic University. – Tomsk: Tomsk Polytechnic University Publishing House, 2010. – 580 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, oil and gas fields development, oil field equipment, well drilling, techniques and technology of oil and gas transportation and storage, mining, exploration technique, geoecology, environmental protection, complex mineral resource usage were discussed, mineral economics and mining law were discussed.

Proceedings of the 14<sup>th</sup> International Scientific Symposium were published under the information support of Federal Science and Innovation Agency (Rosnauka) and under the support of Russian Foundation for Basic Research (№10-05-06800-mob\_g).

**UDC 504(063)**  
**BBC 20.1я0**

Editor-in-chief – V.A. Domarenko, Associate Professor

Executive editor – G.M. Ivanova, Associate Professor

Panels' executive editors:

Panel 1 – A.A. Potzeluev, Professor

Panel 2 – I.V. Kucherenko, Professor

Panel 3 – A.K. Mazurov, Professor

Panel 4 – N.M. Rasskasov, Professor

Panel 5 – S.L. Shvartzev, Professor

Panel 6 – L.Ya. Yerofeyev, Professor

Panel 7 – N.M. Nedolivko, Associate Professor

Panel 8 – A.T. Roslyak, Professor

Panel 9 – V.D. Yevseyev, Professor

Panel 10 – S.Y. Ryabchikov, Professor

Panel 11 – V.G. Krets, Associate Professor

Panel 12 – A.V. Rudachenko, Associate Professor

Panel 13 – V.G. Lukyanov, Professor

Panel 14 – L.P. Rikhvanov, Professor

Panel 15 – V.I. Vereshagin, Professor

Panel 16 – G.Yu. Boyarko, Professor

Panel 17 – L.M. Bolsunovskaya, Associate Professor

Panel 18 – E.P. Yankovich, director of the Geoinformation Center

Panel 19 – G.M. Ivanova, Associate Professor

Technical editor – A.V. Shadrina, Associate Professor

O.G.Tokarenko, Senior Teacher

ISBN 978-5-98298-569-9

© State Educational Institution of Higher Professional Training  
«National Research Tomsk Polytechnic University», 2010  
© Design. National Research Tomsk Polytechnic University  
Publishing House, 2010

## ПРЕДИСЛОВИЕ

5 – 9 апреля 2010 г. в Томском политехническом университете (ТПУ) на базе Института геологии и нефтегазового дела (ИГНД) состоялся Четырнадцатый Международный научный симпозиум имени академика М.А. Усова студентов и молодых ученых «Проблемы геологии и освоения недр», посвященный 65-летию Победы советского народа над фашистской Германией.

Организация и проведение Четырнадцатого Международного научного симпозиума «Проблемы геологии и освоения недр» осуществлялся при информационной поддержке Федерального агентства по науке и инновациям (Роснаука) и при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (№ 10-05-06800-моб.г). Поручена она была Институту геологии и нефтегазового дела (ныне Институту природных ресурсов) Национального исследовательского Томского политехнического университета как признание заслуг ИГНД ТПУ, старейшего высшего технического учебного заведения, в подготовке геологических кадров и высоких достижений в научных исследованиях. Институт геологии и нефтегазового дела в 2001 г. отметил свое 100-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.

ИГНД (горное отделение ТТИ), в настоящее время Институт природных ресурсов, является родоначальником геологического образования и геологической науки в азиатской части России. Созданная В.А. Обручевым 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) – 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 района; профессор М.К. Коровин, первым указавший на перспективы нефтегазодобычи Западной Сибири; профессор-горняк Д.А. Стрельников, среди учеников которого 14 Героев Социалистического труда и многие другие. Из почти 14 тысяч выпускников института (факультета) более 450 стали первооткрывателями месторождений полезных ископаемых, 50 – лауреатами Ленинской и Государственной премий; более 200 – докторами и более 800 кандидатами наук. Из стен ИГНД вышло 15 академиков и членов-корреспондентов Академии Наук, 4 Героя Социалистического Труда.

Сегодня Институт природных ресурсов ТПУ – это один из крупнейших в России научно-образовательных комплексов в области геологии, поисков, разведки и разработки разнообразных полезных ископаемых, в том числе геологии углеводородного сырья, нефтегазодобычи, транспортировки и хранения нефти и газа. Он включает в себя 18 кафедр по трем направлениям: 1. Горно-геологическому; 2. Нефтегазовому; 3. Химико-технологическому; два Инновационных научно-образовательных Центра («Трубопроводный транспорт нефти и газа» и «Урановая геология»), 2 учебно-научно-производственных Центра («Вода», «Геоцентр»); Центр подготовки и переподготовки специалистов нефтегазового дела на базе ТПУ и Эдинбургского университета Heriot-Watt (Великобритания); аналитический центр; учебно-методический центр языковой подготовки; центр учебных геологических практик в Хакасии; 3 музея: минералогический, палеонтологический, кабинет-музей академиков В.А. Обручева и М.А. Усова. В ИПР (ИГНД) обучается более 3000 студентов и работают свыше 250 преподавателей, среди которых 4 академика РАН, 8 академиков и членов-корреспондентов общественных академий, более 50 докторов и 180 кандидатов наук. Институт ведет подготовку кандидатов по 16 специальностям и докторов наук – по 8 научным специальностям.

С момента основания в ИГНД (ГРФ, НГФ) 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.

В работе Четырнадцатого Международного симпозиума заслушано и рассмотрено, с учетом стендовых, 886 докладов 983 авторов, среди которых 340 иногородних из 58 городов России и 45 зарубежных участников из 10 стран. Всего на симпозиум представлены доклады 595 студентов, 213 аспирантов, 63 молодых научных сотрудников, 62 инженера, 51 молодых преподавателей.

Участники симпозиума представляют 48 вузов и НИИ. Представителями вузов представлено 738 докладов, представителями Российской академии наук и ее филиалов – 20 докладов, представителями Национальных академий наук СНГ – 10 докладов, представителями отраслевых НИИ – 34 доклада. В работе симпозиума участвовали молодые ученые из Российской Академии наук (г. Москва) и ее филиалов, а также из Национальных Академий наук стран СНГ (Украины, Белоруссии, Азербайджана, Таджикистана, Узбекистана, Армении). Дальнее зарубежье было представлено выступлениями 8 участников из Венгрии, Чехии, Вьетнама, Германии, США, Франции.

В день открытия XIV международного симпозиума для участников симпозиума в актовом зале ТПУ были организованы две интересные выставки: 1. «Вклад томских политехников в Победу над фашистской Германией в Великой Отечественной войне 1941-1945гг.». 2. «Традиции и научные достижения студентов и молодых ученых ИГНД с 1901 г. по 2010 г.».

География участников симпозиума обширна: на востоке – от Сахалина, г.г.Петропавловск-Камчатский, Южно-Сахалинска, Владивостока, Благовещенска, Красноярска, Читы, Иркутска до г.г. Барнаула, Кемерово,

Новокузнецка и др.; на севере – от г.г. Мирного, Якутска, Нерюнгри, Магадана, Нижневартовска, Ханты-Мансийска, Нефтеюганска до г.г. Тюмени, Улан-Удэ, Сыктывкара и т.д.; на западе – от г.г. Минска, Киева, Москвы, Санкт-Петербурга, Екатеринбурга до г.г. Самары, Казани, Уфы, Перми и т.д. и ближайшего соседа – г. Новосибирска; на юге – от городов республик Средней Азии до г.г. Ивано-Франковска, Одессы, Новочеркаска, Симферополя, Новороссийска, Владикавказа, Воронежа, Ставрополя, Астрахани и т.д. Широко была представлена молодежь Урала, Западной и Восточной Сибири. Страны СНГ были представлены участниками из Узбекистана (г. Ташкент, г. Самарканд), Таджикистана (г. Душанбе), Азербайджана (г. Баку), Казахстана (г. Алмата, г. Семипалатинск, г. Караганда), Белоруссии (г. Минск, г. Гомель), Армении (г. Ереван, г. Гюмри), Украины (г.г. Киев, Одесса, Ивано-Франковск, Днепрпетровск, Донецк и др.). Из томских вузов и НИИ наиболее активно участвовали студенты и молодые ученые Томского политехнического университета, Томского государственного университета, Института геологии нефти и газа СО РАН и др.

Доклады представлены молодыми учеными и студентами из Института геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии РАН (г. Москва), Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова, Российского государственного университета нефти и газа им. И.М. Губкина (г. Москва), Российского государственного геологоразведочного университета им. С. Орджоникидзе (г. Москва), Российского университета Дружбы народов (г. Москва), Всероссийского научно-исследовательского института экономики, минерального сырья и недропользования Министерства природных ресурсов РФ и РАН (г. Москва), Нефтяной компании «Шлюмберже Лоджелко ИпК» (г. Москва), Московского государственного университета путей сообщения, Чешского технического университета (г. Прага, Чехия), Санкт-Петербургского государственного горного института им. Г.В. Плеханова, Института геохимии и аналитической химии РАН им. В.И. Вернадского (г. Москва), Института экспериментальной минералогии РАН (г. Москва), Казанского государственного университета им. В.И. Ульянова-Ленина, Института вулканологии ДВО РАН (г. Петропавловск-Камчатский), Института Земной коры СО РАН (г. Иркутск), Института геотехнической механики Национальной Академии Наук Украины (г. Киев), Геологического института Национальной Академии наук Азербайджана (г. Баку), Института геофизики и инженерной сейсмологии Национальной Академии наук Армении (г. Гюмри, Армения), Сибирского НИИ геологии, геофизики и минерального сырья (г. Новосибирск), Института географии СО РАН (г. Иркутск), Новосибирского государственного университета, Института морской геологии и геофизики ДВО РАН (г. Южно-Сахалинск), Научно-исследовательского института геологии Днепрпетровского национального университета (г. Днепрпетровск, Украина), Тихоокеанского океанологического института им. В. И. Ильичева ДВО РАН (г. Владивосток), Красноярского научно-исследовательского института геологии и минерального сырья, Таджикского государственного университета (г. Душанбе), ЯНИГП Центрального научно-исследовательского геологоразведочного института (г. Мирный, Якутия), Института геологических наук им. К.И. Сапгаева (г. Алматы, Казахстан), Института геологии, минералогии и петрографии СО РАН (г. Новосибирск), Геологического института СО РАН (г. Улан-Удэ, Коми), Казахского национального технического университета (г. Алмата, Казахстан), Рудненского индустриального института (г. Рудный, Казахстан), Самарского государственного технического университета, Института геологии алмаза и благородных металлов СО РАН (г. Якутск, Якутия), Киевского национального университета им. Тараса Шевченко (Украина), Немецкого института философии и политологии (г. Дортмунд, Германия), Якутского государственного университета им. М.К. Аммосова, Бурятского государственного университета (г. Улан-Удэ), Донецкого Национального технического университета (г. Донецк, Украина), Научно-исследовательского центра ZAD «FOLDGAZ STORAGE» (г. Будапешт, Венгрия), University of Central Florida (USA), Южно-Российского государственного технического университета (г. Новочеркасск), Института геологии и геохимии им. академика А.Н. Заварицкого УРО РАН (г. Екатеринбург), Амурского комплексного научно-исследовательского института ДВО РАН (г. Благовещенск), Восточно-Казахстанского технического университета (г. Усть-Каменогорск, Казахстан), Красноярской государственной академии цветных металлов и золота, Национального университета Узбекистана им. Мирзо Улугбека (г. Ташкент), Карагандинского государственного технического университета (г. Караганда, Казахстан), Уральской государственной горно-геологической академии (г. Екатеринбург), Института геологии нефти и газа СО РАН (г. Новосибирск), Института проблем нефти и газа СО РАН (г. Якутск), Института телекоммуникаций и глобального информационного пространства национальной Академии наук Украины (г. Киев), Гомельского государственного университета им. Франциска Скорины (г. Гомель, Беларусь), Института морской геологии и геофизики ДВО РАН (г. Южно-Сахалинск), Фрайбергской горной академии (г. Фрайберг, Германия), Белорусского научно-исследовательского геологоразведочного института (г. Минск), Кубанского государственного университета (г. Краснодар), Нефтеюганского нефтегазового института (г. Нефтеюганск), Института геофизики и инженерной сейсмологии Национальной Академии наук республики Армения (г. Ереван, Армения), Дальневосточного отделения РАН (г. Магадан), Семипалатинского государственного университета им. Шакаримова (г. Семипалатинск, Казахстан), Института водных и экологических проблем СО РАН (г. Барнаул), Дальневосточного геологического института ДВО РАН (г. Владивосток), Института геофизики СО РАН (г. Новосибирск), Павлодарского государственного педагогического университета (г. Павлодар, Казахстан), Северо-Кавказского государственного технологического университета (г. Владикавказ), Белгородского инженерно-экономического института, Самаркандского государственного университета (г. Самарканд, Узбекистан), Ecole Nationale Supérieure des Techniques Avancées (Paris Tech, Франция), Одесского национального университета им. И.И. Мечникова (Украина), Дальневосточного государственного технического университета (г. Владивосток), Пермского государственного университета им. А. М. Горького, Института органической и физической химии им. А.Е. Арбузова, Казанского научного центра РАН (г. Казань), Казанского государственного технологического университета им. Г.В. Плеханова, Института геологии и Академии наук Республики Таджикистан (г. Душанбе), Красноярского научно-исследовательского института геологии и минерального сырья (г.

Красноярск). Ивано-Франковского института нефти и газа (Украина), Научно-исследовательского института по повышению нефтеотдачи пластов Академии наук Башкортостан (г. Уфа), Сибирского федерального университета (г. Красноярск), Горно-геологического института Якутского государственного университета (г. Якутск), Белорусского государственного университета (г. Минск), Астраханского научно-исследовательского и проектного института нефти и газа, Башкирского государственного университета (г. Уфа), Ухтинского государственного технического университета (Республика Коми), ТОО «Корпорация Казахмыс» (г. Жезказган, Казахстан), Уфимского государственного нефтяного технического университета (г. Уфа), Сибирского научно-аналитического центра СО РАН (г. Тюмень), Югорского государственного университета (г. Ханты-Мансийск), Тюменского государственного нефтегазового технического университета, Центрального научно-исследовательского института нерудного сырья (г. Казань), Тульского государственного университета Физико-технического института Якутского государственного университета (г. Нерюнгри), Амурского государственного университета (г. Благовещенск) Института телекоммуникаций и глобального информационного пространства национальной Академии наук Украины (г. Киев), Института экологических проблем гидросферы УрО РАН (г. Оренбург), Института геохимии СО РАН (г. Иркутск), Института геологии и геохимии УрО РАН (г. Тюмень), Южного научного центра РАН (г. Ростов на Дону), Института Физико-технических проблем Севера СО РАН (г. Якутск), Института геологии природопользования ДО РАН (г. Благовещенск), Института нефтегазовой геологии и геофизики СО РАН (г. Новосибирск), Института горного дела СО РАН (г. Новосибирск), Воронежского государственного университета, Томского политехнического университета, Томского государственного университета, Омского государственного университета им. Ф.М. Достоевского, Волгоградского государственного технического университета, Китайского геологического университета (г. Ухань, Китай) и др.

Работа симпозиума проходила в течение четырех дней одновременно по 19 секциям. Уникальность этого симпозиума состоит в том, что он проходит по всем фундаментальным научным направлениям геологического профиля, по методам поисков и разведки всех полезных ископаемых, технологии и техники их разведки, разработки и добычи, а также по экологическим проблемам и комплексному использованию минерального сырья, природоресурсного права и экономики минерального сырья. Участвуют в симпозиуме обычно 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 и разработки нефтяных и газовых месторождений, геоинформационных систем в науках о Земле, нефтегазопромышленного оборудования, технике и технологии разведки месторождений полезных ископаемых, добычи, транспорта и хранения нефти и газа, бурения скважин, горного дела, геоэкологии, гидрогеоэкологии, инженерной защиты окружающей среды, комплексного использования минерального сырья, горного и природоресурсного права, а также проблемы экономики минерально-сырьевых комплексов России и стран СНГ. На круглом столе были рассмотрены также вопросы научно-исследовательской работы молодежи в условиях современного образовательного процесса в вузах России: опыт традиции, новые формы, проблемы, перспективы. Для участников, делающих доклады на английском языке, работала специальная секция.

XIV Международный симпозиум открыл проректор-директор Института природных ресурсов Национального исследовательского Томского политехнического университета, профессор А.К. Мазуров. Перед участниками симпозиума на открытии каждой секции выступали, как всегда, ведущие ученые, которые осветили проблемы и перспективы развития науки в XXI веке по каждому из 19-ти научных направлений секций. Доклады ученых опубликованы в сборнике научных трудов.

Научный уровень докладов по представленным на симпозиум материалам очень высок, некоторые из них отличаются новизной и оригинальностью идей, а ряд исследований представляет собой принципиально новые открытия. Представленные результаты лучших научных работ молодых ученых чрезвычайно актуальны, отражают исследования, как в области фундаментальных наук, так имеют и важное прикладное значение и при дальнейшей научной разработке могут быть представлены в виде диссертаций на соискание ученых степеней. Многие доклады являются частью хоздоговорных 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.

Главными рабочими языками на симпозиуме являлся русский и английский. Поскольку часть докладов участников делалась на английском языке, то для них работала специальная секция – «Геология и нефтегазовое дело», на которой было представлено 82 доклада. На открытии данной секции выступил представитель Британского Совета – Harriot Watt University

Среди молодых участников симпозиума был проведен конкурс на лучший доклад по каждой из 19 секций. Лучшие из них несли новую научную идею, или конструкторскую мысль, имеющие и теоретическое, и прикладное значение. К примеру, значительной научной новизной отличался доклад студента ТПУ А.В. Епихина (секция «Бурение нефтяных и газовых скважин») и «Технология и техника разведки МПИ»), который в своих исследованиях, анализируя полученные им ранее экспериментальные результаты, определил наиболее вероятные

причины возникновения электрических токов, протекающих через породоразрушающий инструмент. Он определил, что это явление связано с механоэмиссией электронов, термоэлектронной эмиссией, с образованием и разрушением двойного электрического слоя на контактах долото-горная порода и долото-буровой раствор (пластовый флюид). Кроме того, он установил способы разделения и изучения особенностей каждого механизма на созданной им экспериментальной буровой установке, в которой реализован новый метод записи электрических токов, протекающих через породоразрушающий инструмент. Аспирантом ТПУ Н.Е. Горшениным, научным сотрудником М.Ю. Журковым, студентами А.М. Степановым и С.В.Шацем высказаны оригинальные идеи по конструированию специальных буровых снарядов и выбору параметров при бурении скважин, особенно при скважинной гидродобыче, разведке угольных месторождений, выщелачивании урана. Особенно большой интерес вызвала разработка авторами В.Д. Важовым, С.Ю. Дацкевичем, М.Ю. Журковым и др. принципиально новой электроимпульсной буровой установки с погруженным источником высоковольтных импульсов (НИИ высоких напряжений ТПУ и Норвежский технологический университет). Студентом ТПУ А.В. Ковалевым были доложены результаты разработки новой технологии разрушения горной породы на забое скважины с применением принципиально нового гидромониторного бурового долота эжекторного типа, работающего на двухфазной жидкости с порошком высокоабразивного материала рэлита. Это совершенствование предполагается осуществить путем повышения дальности струи двухфазной жидкости за счет подавления в камере смешения долота турбулентного режима течения, возбуждением в ней ультразвуковых колебаний. Большой интерес вызвал доклад ассистента Тюменского государственного нефтегазового университета А.А. Хлуса, посвященный усовершенствованию конструкций одношарошечного долота. Автором выполнена большая работа по математическому моделированию работы долота на забое, которое позволило найти оптимальную геометрию долота, позволяющую оптимизировать процесс разрушения горной породы. Рассмотрены также вопросы совершенствования технологии изготовления таких долот. Показано, что применение этих долот наиболее эффективно при бурении наклонно направленных и горизонтальных скважин.

При исследовании 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 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 разведке рудных и нефтегазовых месторождений. Большой интерес на секции геофизических методов поисков и разведки МПИ, в частности, вызвала научная работа студента ТПУ С.А.Попова, посвященная моделированию процессов генерации и эмиграции углеводородов природных нефтегазовых систем, оценке начальных геологических ресурсов южной части Ямальской нефтегазоносной области Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции. Автором предложена модель нафтидогенеза на исследованной территории. Ее достоинства – применение современного физико-математического аппарата и учет при постановке и решении задачи важнейших современных представлений о нефтегазообразовании в осадочных бассейнах. Это позволило автору выполнить моделирование процессов генерации и эмиграции углеводородов на всех ключевых этапах геологического и термодинамического развития недр и предложить в определенной степени оригинальный алгоритм количественной оценки начальных ресурсов углеводородов. Выполненное автором исследование позволяет лучше понять главные особенности процессов нефтегазообразования на северо-западе Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции и может быть использовано как возможный вариант методической основы для подобных исследований в других районах севера Западно-Сибирской провинции. Научный и практический интерес имеют и работы других авторов, ведущих геофизические исследования. Так, НИР аспиранта ТПУ М.Н. Гаврилова: «Анализ структуры физических полей Ийско-Тагульской площади с применением геоинформационных технологий» впервые позволяет провести систематизацию рудопроявлений, связанных с разноформационными базит-гипербазитовыми массивами; выявить закономерности локализации рудоносных базит-гипербазитовых массивов в физических полях и выявить основные геофизические критерии Cu-Ni оруденения на исследуемой площади и в подобных регионах, что позволит автору разработать оптимальную методику прогнозирования Cu-Ni оруденения. Интересна и научная работа Ю.С. Иванова, студента Новосибирского государственного университета: «Анализ активизированных долгоживущих нуклидов в донных отложениях озера Хубсугуя методами нейтронно-активационной гамма-спектрометрии».

При минералогических, петрографических, литологических и металлогенических исследованиях использовались такие новейшие методы, как атомная абсорбция, нейтронная активация, эмиссионный спектральный анализ, микрондовый анализ на микроанализаторе, исследования на импульсном оптическом спектрометре, получение ИК-спектров поглощения стекол в коротковолновой области, рентгеноструктурные исследования типохимизма минералов, моделирование минералообразования по методикам М.Б.Букаты, изотропно-геохимические исследования, изучение обогатимости кварцитов посредством аэрохимической очистки с ультразвуковым воздействием, исследования на основе лазерной томографии, электронный, кристаллооптический, фотолуминесцентный 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 применением программного продукта «HydroGeo», сканирующие электронные микроскопы, микроанализаторы, методы изучения кристаллохимии минералов и хромофоров элементов в минералах с помощью метода абсорбционной оптической спектроскопии, ИК-спектроскопии, рентгенофлуоресцентного анализа и др. При геохимических исследованиях широко применялись



уникальные возможности исследовательского ядерного реактора Томского политехнического университета. Интерес представлял, в частности, доклад аспиранта Томского государственного университета Ю.В. Аношкиной: «Разработка методики определения рассеянных элементов в геологических образцах методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой». В представленной работе автором решена проблема определения тугоплавких элементов в геологических образцах. Разработанная ей и ее коллегами методика позволяет практически полностью переводить анализируемые пробы, в том числе, тугоплавкие элементы, в водные растворы. Чувствительность метода достаточно высокая, поэтому для проведения анализа требуются небольшие навески (не более 0,1 гр.), что важно для тонких геологических исследований, где количество материала ограничено. Достоверность разработанной методики была подтверждена другими методами в различных лабораториях. Были рассчитаны погрешности по различным критериям. Научную новизну и практическую значимость несет также доклад магистранта ТПУ Ф.С. Прокопьева по теме: «Разработка методики автоматизированной обработки геохимических данных, отобранных по потокам рассеяния средствами геоинформационных систем». На данном этапе в геологии не существует подобной программы, представленной автором. Актуальность ее состоит в том, что геохимические поиски месторождений по потокам рассеяния являются одними из пилотных методов оценки исследуемой территории на перспективность наличия месторождений, но обработка результатов таких исследований сегодня затруднена из-за большой трудоемкости обработки полученных данных. Автором предложен автоматизированный вариант обработки данных. Интересны также доклады Л.В. Бельской: «Изучение микроэлементного состава патогенных биоминералов методом РФА-СИ» (Омский государственный университет); Ю.В. Семеновой (Институт геохимии им. А.П. Виноградова СО РАН г. Иркутск): «Изотопный состав стронция и источники вещества метасадочных пород аккреционных комплексов Восточного Забайкалья». Интересны и другие работы молодых исследователей в данном направлении.

На секции «Месторождения полезных ископаемых» лучшие доклады содержат результаты теоретических и экспериментальных исследований эффективности применения методов и технологий: методы геолого-математического моделирования; изучение типоморфных свойств минералов, метод криометрии для изучения солевого состава растворов газовой-жидких включений в минералах; Аг-Аг метод для определения возраста отложений; современные методы определения содержаний химических элементов (атомно-абсорбционный, рентгено-флуоресцентный, нейтронно-активационный); метод электронного парамагнитного резонанса для оценки структурной упорядоченности минералов; микротермометрический метод с использованием микротермостойкого ТНMSG-600 (Linkam) для исследований флюидных включений; метод натяжного сплайна в программном пакете ArcGis; геомикробиологические методы (снегомерная, почвенно-грунтовая, водномикробиологическая съемка) с дистанционными структурно-геоморфологическими, структурно-гидрогеологическими методами. Используются современные приборы и программные средства: микротермометр ПМТ-3М, атомно-абсорбционный спектрометр фирмы Varian, рентгено-флуоресцентный спектрометр Innov-X50; микроскоп исследовательского класса Axio Imager.A2m, микроскоп-спектрофотометр МСФУ-К, программный продукт Micromine, программный продукт ArcGis.

Среди представленных докладов интересен доклад К.О. Аленберга, магистранта ТПУ: «Вещественный состав метасоматических образований на Кахтарминском барит-флюорит-полиметаллическом месторождении (Красноярский край)». В данной работе приведены результаты изучения измененных пород рудовмещающих толщ, состава, зональности метасоматитов. Сделаны выводы о химизме процессов изменения вмещающих пород, дана подробная геологическая характеристика месторождения и приведены сведения о минеральной составе и фациальных условиях отложения рудных минералов. В результате петрографо-минераграфического изучения метасоматитов Кахтарминского месторождения были выделены кварц-серицит-хлоритовые, карбонат-серицитовые, карбонат-гидрослюдистые подтипы метасоматитов, что позволило отнести их к березитовой формации. Выявленные особенности околорудного метасоматоза позволяют сделать оценку промышленной значимости месторождения. Разработаны метасоматические и минералогические критерии поисков аналогичного оруденения в регионе. Интересны также доклады Д.В. Зелинского, магистранта Томского государственного университета: «Возможность применения скважинной гелиевой съемки для поисков активных текущих запасов нефти на Южно-Ягунском месторождении (г. Когалым)» и А.Л. Тимкиной «Изменения физико-химических параметров флюидов с глубиной при формировании Васильковского золото-сульфидно-кварцевого месторождения (Казахстан) по результатам исследования флюидных включений» (Институт геологии и минералогии СО РАН, г. Новосибирск). Интерес представляют и другие доклады.

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 использован кластерный, палеонтологический, математический, а также классический методы исследований. 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, определение абсолютного возраста пород, палеонтологических реконструкций при прогнозировании месторождений. В частности, интерес представляет одна из лучших работ Р.Р. Габдрахманова, студента Казанского государственного университета: «Литолого-минералогический состав пород уржумских отложений Казанско-Чебоксарского типа разреза по данным исследований шлифов и спектров ЭПР», в которой подчеркивается, что на основе традиционных литолого-минералогических методов используется метод электронного парамагнитного резонанса (ЭПР), позволяющий отличать слои с повышенным содержанием железа, марганца и кремнезема. Таким образом, становится возможным выделять морские и лагунные отложения, в частности бассейны повышен-

ной солености, и отличать нормально-морские фации от лагунно-континентальных, то есть реконструировать седиментационную историю уржумского горизонта, определяемую трендом доминирования континентальных обстановок над переходными и морскими. Расчленение стратотипического разреза уржумского яруса с применением метода ЭПР был применен впервые. В работах студентов ТПУ Ю.С. Мельник, А.Е. Ялова, Ю.А. Утеговой обнаружены и описаны новые палеонтологические находки, позволившие обосновать выделения стратиграфических подразделений юга Сибирской платформы и Северо-Запада АССР.

При гидрогеологических и инженерно-геологических исследованиях были применены методы и методики гидродинамического и гидрогеохимического моделирования, основанных на использовании компьютерных технологий, а также современных методов изучения ВРОВ (хромато-масс-спектрометрия) и исследования вод, применено более совершенное оборудование для исследований геологической среды (применение MP3-плеера в качестве устройства регистрации и хранения необходимой информации), использован квалитетрический метод при оценке климато-курортологического потенциала, проведено моделирование уплотнения грунтов в основании сооружения с использованием новейших программных продуктов, изучены вопросы экспериментальной микробиологии, использованы новейшие программные продукты для решения задач моделирования (Abagus, Plaxis, комплекс геофизических программ для решения вопросов гидрогеологии) и др. Научную и практическую значимость, в частности, представляет доклад магистранта ТПУ А.В. Пашагина на тему: «Геохимия вод родников долины реки Хемчик и группы источников «Чойган» (Республика Тыва)», в котором автором на новом уровне исследован состав вод с применением масс-спектрального метода с индуктивно-связанной плазмой и газовой хроматографии при изучении газового состава вод. Автором для выделения водорастворенного газа применен оригинальный способ вакуумной дегазации проб воды. Это позволило автору получить новые данные о микрокомпонентном составе вод, о распространенности радиоактивных и редкоземельных элементов и выявлению специфики микрокомпонентов в ультрапресных радоновых, пресных углекислых и сероводородных водах. Автор с новых позиций подошел к вопросу выделения геохимических типов вод, используя геохимическую классификацию по степени равновесия вод с вторичными минеральными фазами, им раскрыты новые аспекты механизма формирования геохимических типов вод. Для выяснения условий формирования состава вод автором проведены нестандартные для гидрогеологии расчеты равновесия вод с алюмосиликатными и карбонатными породообразующими минералами и вторичными образованиями, возникающими в процессе развития системы вода-порода. И, наконец, автором рассмотрены современные принципы моделирования и применено моделирование условий формирования гидрокарбонатных натриевых вод. Интересен также доклад аспиранта ТПУ К.К. Кузеванова: «Анализ геохимических особенностей подземных вод палеогеновых отложений Томской области методами ГИС-технологий», в котором отмечается, что в связи с всевозрастающей техногенной нагрузкой на территорию юго-восточной части Западно-Сибирского артезианского бассейна вопрос о гидрогеохимических особенностях подземных вод палеогеновых отложений, активно использующихся для организации централизованного водоснабжения, приобретает все большую актуальность. В работе с использованием ГИС-технологий приводится подробный анализ пространственной изменчивости гидрогеохимических показателей палеогеновых отложений, отмечается, что геохимия вод комплекса палеогеновых отложений подчиняется общей ландшафтно-климатической зональности. На основании анализа природного качества подземных вод, используемых для хозяйственно-питьевого водоснабжения, с учетом распространения в них нежелательных компонентов, подлежащих удалению, проведено районирование территории области по необходимым видам водоподготовки и рекомендованы наиболее приемлемые для местных условий технологические схемы. На карте районирования выделяются 6 категорий территории. Полученные результаты могут быть использованы в качестве рекомендации для организации водоснабжения различных потребителей. Интересны также и другие доклады по этой секции.

При исследовании 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 статического анализа данных и т.д.), в том числе новейшее программное обеспечение CENEX, W-Seis, GeoSeism, Surfer и GridMaster, позволяющие реконструировать тектоническое строение малоизученных территорий. При изучении химического состава нефти и органического вещества нефтематеринских пород использованы хроматография и хромато-масс-спектрометрия. 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 (Баренцева моря, Карского моря и моря Лаптевых). В данном направлении интерес представляет доклад научного сотрудника Тюменского государственного нефтегазового университета А.А. Забоевой: «Методика создания концептуальной седиментационной модели на основе сейсмических данных», в котором был предложен для изучения покурских отложений новый алгоритм исследований, включающий проведение фациального анализа, создание куба пористости по сейсмическим данным, вариогранный анализ на основе полученного куба пористости, комплексный анализ керновых данных,

электрометрический анализ по особенностям кривой ПС, анализ особенностей распределения пористости, восстановления условий осадконакопления, прогнозирование распространения осадочных тел и коллекторских свойств, на основе которого были даны аргументированные рекомендации по созданию 3D геологической модели. Интересен также доклад аспиранта ТПУ М.Е. Мартынова: «Интерпретация результатов гидродинамических исследований в неоднородных пластах». Работа посвящена построению концептуальной модели геологического строения пласта на основе результатов интерпретации гидродинамических исследований объектов в эксплуатационной колонне скважин на неустановившемся режиме фильтрации. Методом подбора адекватных моделей пласта и их сопоставления с фактическими данными исследования автором определены достоверные фильтрационные параметры пласта-коллектора, выбрана концептуальная модель строения пласта-коллектора, а также даны рекомендации по ограничению забойных давлений в добывающих скважинах. Большой интерес также вызвал доклад инженера Центра профессиональной переподготовки специалистов нефтегазового дела ТПУ и Шотландского университета Heriot-Watt (Великобритания) Е.Н. Главновой: «Сравнительный анализ методик определения анизотропии горизонтальной проницаемости», который посвящен определению и анализу анизотропии горизонтальной проницаемости, установлению масштаба проявления анизотропии, методикам определения параметров анизотропии на различных уровнях и проведению сравнительного анализа полученных результатов. В качестве методов исследования применялись палеофациальные реконструкции по пространственно ориентированному керну с использованием микроскопических и палеомагнитных исследований, индикаторные исследования скважин. Даны рекомендации для определения анизотропии в зависимости от стадии разработки месторождения. Научный и практический интерес имеют и многие другие доклады в данном научном направлении.

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, математические модели для описания процесса теплообмена в скважине между трехфазным флюидом и погружным оборудованием для добычи нефти. 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. 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 керна. 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, предложен новый оригинальный способ и материалы для ликвидации утечек в колонне насосно-компрессорных труб, новый метод оптимизации согласованных систем добычи и сбора нефти. 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 (зарезка боковых стволов, управляемое бурение горизонтальных скважин, совместная разработка двух объектов и др.); 4) проблемы повы-

шения успешности и прогнозирования эффективности проведения гидроразрыва пласта; 5) вопросы конверсии попутных нефтяных газов в высокооктановые бензины на цеолитных нанокomпозитных катализаторах; 6) влияние ультрафиолетового облучения цеолитных нанокomпозитных катализаторов на выход и селективность образования жидких углеводородов. В одном из лучших докладов А.А. Халиуллина, студента филиала Тюменского государственного нефтегазового университета (г. Нефтеюганск), отмечается, что эффективность кислотных обработок призабойных зон пласта (ПЗП) в значительной мере зависит от степени очистки этих зон от продуктов реакции. Для нефтяных месторождений, находящихся в заключительной стадии эксплуатации, целью промывок после кислотных обработок является не только удаление продуктов реакции, но и загрязняющих пласт веществ. Для адресного воздействия кислотного раствора на выбранную часть пласта используют отклоняющие составы с целью блокирования традиционно принимающих интервалов и перенаправления кислоты в слабопроницаемые участки. В качестве отклоняющих составов используются водонефтяные и нефтекислотные эмульсии, растворы полимера в кислоте. Время промывки скважин с целью удаления из пласта продуктов реакции и загрязняющих веществ определяется приблизительно исходя из объема закаченного кислотного раствора и дебита (приемистости) скважины на момент начала ее эксплуатации. Такой подход оказывается либо неоправданно завышенным, что сопровождается увеличением времени обработки и ее удорожанием, отодвигает время ввода скважины в эксплуатацию, либо оказывается недостаточным для полного удаления продуктов реакции и загрязняющих веществ, что снижает потенциальную послеремонтную производительность скважин, уменьшает межремонтный период ее эксплуатации. С целью устранения этих недостатков предлагается гидродинамическая модель адресной промывки скважин после кислотного воздействия с использованием струйного насоса. В основу этой модели положен метод оценки дебита скважины, гидродинамически несовершенной по степени вскрытия пласта. Большой интерес представляет доклад аспиранта ТПУ А.С. Медведева: «Получение высокооктановых бензинов марок «Евро-4 и -5» из прямогонных бензинов газового конденсата Мыльджинского месторождения на цеолитных нанокomпозитных катализаторах». Автором на основе проведенных исследований установлено, что возможно превращение прямогонных бензинов газового конденсата в высокооктановые бензины на цеолитных катализаторах, модифицированных различными наноразмерными частицами металлов – W, Mo, Zn и Cu. В докладе А.В. Иванова, магистранта ТПУ: «Симулятор двухфазной фильтрации в упругом пласте» представлена разработанная автором на основе информационных технологий методика расчета фильтрации флюидов в пористой среде, что дает возможность прогнозировать и контролировать процесс разработки углеводородных месторождений с большой для практики точностью. Несомненный интерес имеют и многие другие доклады секции.

При рассмотрении вопросов по совершенствованию нефтегазопромыслового оборудования участниками симпозиума предложено применение ударно-волновой технологии в малодобитных 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.

Одним из лучших докладов по данному направлению являются доклад аспиранта ТПУ А.В. Жилина: «Новое поколение средств технической диагностики системы электрохимической защиты подземных стальных трубопроводов». Автором создан оригинальный метод технической диагностики системы электрохимической защиты подземных стальных трубопроводов, позволяющий определять как недопустимо высокую скорость коррозии с одной стороны, так и недопустимо высокую степень наводороживания стенки трубы при различных потенциалах катодной защиты, измеряемых на трассе действующих подземных стальных трубопроводов. В процессе исследования автором разработан и запатентован аппаратно-программный комплекс, позволяющий количественно определять режимы катодной защиты, а также оценивать степень электролитического наводороживания стенки трубы. В состав комплекса входят специальный коррозионно-индикаторный зонд, полярограф и программное обеспечение «ТА-Коррозия». С помощью этого комплекса были проведены длительные исследования коррозионного поведения трубных сталей в нейтральных и слабощелочных грунтах в лабораторных и трассовых условиях. Данный комплекс позволяет в экспрессном режиме на трассе нефтегазопровода количественно определить остаточную скорость коррозии и степень электролитического наводороживания при различных потенциалах катодной защиты и принять соответствующие меры. Кроме этого интерес представляет доклад студента ТПУ Д.В. Федина «Повышение эксплуатационной надежности промыслового трубопровода путем комплексного применения внутритрубной очистки и ингибирования». Интересны своей новизной и практической значимостью и другие доклады по данной секции.

По направлению «Машины и оборудование трубопроводного транспорта нефти и газа» 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 явле-

ний, методы математической статистики обработки результатов экспериментов, 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 катоднозащищенной поверхности. Проведен анализ методов обнаружения, диагностики и прогнозирования расслоения стенок труб нефтегазопроводов в процессе их эксплуатации. Например, в работе В.Н. Карповича, магистранта ТПУ, рассматривается возможность применения машин Стирлинга для предотвращения потерь легких фракций углеводородов от испарения при хранении нефти и нефтепродуктов в резервуарах. Одним из лучших докладов, несущих научную новизну, является доклад магистранта ТПУ Р.А. Альгинова «Исследование реламинаризации течений в трубопроводах». Автором в работе тщательно проработан вопрос моделирования физических эффектов ламинаризации в условиях тепловой и пространственной деформации турбулентного потока рабочей среды в осесимметричных каналах. Интересен доклад студента ТПУ К.В. Карнеева, в котором он предлагает новое решение вопроса повышения надежности сварных соединений резервуаров для хранения нефти. Автору удалось смоделировать напряженно-деформационное состояние монтажных швов вертикального стального резервуара (РВС) в программном комплексе ANSYS®Workbench Simklation. В его работе тщательно проработан вопрос об оптимальном угле шва и предложен новый способ монтажа РВС из криволинейных листов. Одним из лучших докладов был признан доклад А.Ф. Бархатова, студента ТПУ: «Разработка датчиков, приборов и методов оценки коррозионной активности грунтов для повышения эффективности катодной защиты на стадиях проектирования и эксплуатации магистральных трубопроводов». Новизна его состоит в том, что в системах защиты трубопроводов он предлагает использовать новые методы измерений и принципы построения датчиков для определения коррозионной активности грунта, основанные на использовании потенциодинамических процессов. В отличие от известных датчиков, это позволит обеспечить экспрессность и мобильность измерений, в несколько раз увеличить срок службы электродов сравнения для определения коррозионной активности грунта и расширить перечень контролируемых факторов, влияющих на коррозию. Датчики коррозионной активности грунта отличаются от известных типа ДК1Ц, ДН1 (ООО «ВНИИГАЗ») низкой стоимостью, пригодностью для оперативных измерений, существенно расширяют перечень контролируемых факторов, влияющих на коррозию (более функциональны), малогабаритны, устанавливаются в грунт с помощью зонда вручную без рытья шурфа. Научная новизна методики определения коррозионной активности грунта основана на разделении измеряемых величин тока или потенциала на временную, стационарную и случайную составляющие, что позволяет определять удельное сопротивление грунта, рН и количественное содержание веществ и ионов (хлорид кислорода, трехвалентного железа и других), способствующих коррозии. На основании этого даются рекомендации для прокладки трассы магистрального трубопровода для транспорта газа и нефти и оптимизации режимов катодной защиты. Интересны и другие доклады в этом направлении.

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. Были рассмотрены интересные конструкторские разработки, разработан ряд современных информационных технологий изучения геомеханических процессов, происходящих в горных выработках; в исследованиях используются вычислительные алгоритмы математической модели и программные средства. В частности, магистрантом Пермского государственного технического университета Т.А. Бикмаевой, разработана математическая модель метода прогноза газодинамических явлений из почвы горных выработок при очистной выемке карналитового пласта в условиях Верхнекамского месторождения калийных солей. На основе разработанной автором математической модели и анализа комплекса геологических показателей, решающих правила прогноза, создается возможность получить оценку опасности по газодинамическим явлениям конкретного участка шахтного поля. В математической постановке получение решающего правила сводится к определению конечного набора горно-геологических параметров, их интервалов, значений, присущих как опасным, так и неопасным по газодинамическим явлениям зонам, а также нахождению наиболее эффективных статистических процедур. В научной работе А.Ж. Имашева, магистранта Карагандинского государственного технического университета (Республика Казахстан): «Образование трещиноватости вокруг горной выработки» при изучении геомеханических процессов, протекающих в окрестности проведенной выработки, автор использовал модель, в которой учитываются не только упругие свойства горных пород, но и запрдельное условие деформирования горных пород. Совокупность трещин и контактов слоев пород в массиве образует пространственную ослабляющую решетку, это в значительной мере определяет свойства горных пород и поведение массива вокруг горных выработок. В результате математического моделирования автором решена задача по определению зоны трещиноватости вблизи горной выработки не только в пространстве, но и во времени. Полученные данные в результате математического моделирования позволяют разработать рациональные паспорта крепления выработки и ее параметры на любой срок службы выработки после ее

проведения. При использовании анкерной крепи данная программа дает возможность определить оптимальную длину анкера для поддержания выработки.

В процессе исследования геоэкологических проблем и охраны 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 и др. В работе молодых ученых 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 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 и т.д. Вся тематика научных экологических докладов на секции проходила по четырем направлениям: 1) общие геоэкологические проблемы планеты и территорий; 2) общие экологические проблемы и биотехнологии; 3) эколого-геохимические проблемы; 4) радиоэкология; 5) гидрогеоэкология. Научный и практический интерес по данному направлению, представляет собой научная работа аспиранта ТПУ Т.Н. Игнатовой на тему: «Влияние геохимической специфики региона на накопление химических элементов в золе организма человека». В докладе представлены результаты определения геохимической специфики биопсийного материала органов и тканей человека, а также золы организма человека в Западно-Сибирском и Южном регионах. Выявлены закономерности накопления радиоактивных и редкоземельных элементов в органах и тканях людей, проживающих в Западно-Сибирском и Южном регионах. Научное и прикладное значение имеет также доклад студентки ТПУ Е.А. Филимоновой на тему: «Вещественный состав пылеаэрозолей в зонах воздействия промышленных предприятий (на примере г.Томска)». В докладе представлены результаты исследования минералого-геохимической специализации атмосферных пылевых выпадений в зоне воздействия промышленных предприятий на человека в г.Томске (топливно-энергетический комплекс, предприятия стройиндустрии, нефтехимическое производство). Изучена динамика поступления техногенной пыли с комплексом редких, редкоземельных, радиоактивных элементов, макроэлементов, тяжелых металлов, Вг, Аи, Аг в зоне воздействия промышленных предприятий в зимние сезоны 2008 и 2009 гг. и ее последствия на здоровье человека. Одним из лучших докладов в области гидрогеоэкологии признан доклад студентов Казанского государственного университета Н.А. Курлянова и З.Г. Файзрахмановой: «Возможные пути разрешения проблемы качества хозяйственно-питьевого водоснабжения крупных городов (на примере г.Казани)». Интересны также доклады Р.К. Ильясова, студента Башкирского государственного университета (г.Уфа): «Применение ГИС-технологий при проведении геоэкологических исследований на примере г.Уфы»; доклад А.В. Масленниковой, аспиранта Московского государственного университета им. М.В.Ломоносова: «Оценка потоков загрязнения донных отложений водотоков после реконструкции Московской кольцевой автодороги (МКАД)»; доклад А.А. Гальцева, старшего преподавателя Сахалинского государственного университета: «Влияние ледового покрова Охотского моря на функционирование нефтегазового комплекса Сахалинской области»; доклад Н.Е. Яцечко, научного сотрудника, Ю.Л. Паукова, студента Днепрпетровского национального университета (Украина): «Влияние техногенного загрязнения на формирование микроэлементного состава подземных вод и пород Западного Донбасса»; доклад Я.С. Липиной, А.В. Крупского, научных сотрудников Института горного дела Дальневосточного отделения РАН (г. Хабаровск): «К вопросу оценки уровня загрязнения тяжелыми металлами водного объекта с территории хвостохранилища «Солнечного Гока» и многие, многие другие.

В научных работах, связанных с комплексным использованием различных видов сырья, в процессе исследований применялись такие современные методы исследования, как рентгенофлуорисцентный анализ, электронная сканирующая микроскопия, комплексно-термический анализ, спектрофотометрия, рентгенофазный анализ ДТА, инверсионная вольтамперометрия и др. Молодыми учеными 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 и т.д. Так, интерес представляет научная работа магистранта ТПУ Н.А. Кузнецовой на тему: «Получение пеностеклянных теплоизоляционных материалов на основе золошлаковых отходов тепловых станций». Вопросы переработки и утилизации техногенных отходов являются актуальными как с точки зрения опасного загрязнения окружающей среды, так и рационального использования их как альтернативного источника сырья. К группе крупномасштабных, занимающих большие площади отвалов, требующие значительных эксплуатационных затрат на содержание, относятся золошлаковые отходы тепловых станций. В мировой и отечественной практике разработано достаточное количество составов и технологий получения материалов на основе данного вида отходов. В России практическое внедрение разработок осложняется отсутствием специальных способов подготовки отходов, позволяющих доводить их до товарного вида и устранять нестабильность химического состава. Н.А. Кузнецова предложила принципиально новую возможность использования золошлаковых отходов ГРЭС г. Томска в качестве компонента шихты для получения пеностеклянных материалов по низкотемпературной технологии (не более 900 °С). Полученный автором материал может применяться для изоляции конструкции зданий, сооружений, промышленных установок, трубопроводов и холодильников, для строительства дорог в сложных гидрогеологических условиях. Интересны также доклады студентов А.В. Макшанина и А.В. Бажитова (Сибирский Федеральный университет г.Красноярска): «Агломерационная флокуляция как способ повышения извлечения золота из техногенного сырья»; Р.В. Богомякова, младшего научного сотрудника Института горного

дела Дальневосточного отделения РАН (г.Хабаровск): «К вопросу комплексного использования отходов распыльной золотодобычи»; Д.А. Томчакова, Н.В. Тонкова: «Оценка перспективности использования биотехнологических методов при обогащении золотосодержащих руд Украинского щита» (Днепропетровский национальный университет, Украина). Научную и практическую значимость имеют и другие доклады.

В секции «Геоинформационные системы в науках о Земле» представлены доклады актуально ориентированные на решение прикладных вопросов и проблем в геологии. Авторы продемонстрировали оригинальность научных идей, нестандартный подход к решению поставленных задач с использованием современных геоинформационных технологий: ArcGis, Easy Trace, Erdas, Datamine Studio 3, ROXAR и др. В научном и практическом плане интересен доклад В.Д. Покровского, магистранта ТПУ: «Схематизация гидрогеологических условий микрорайона Черемошники (г.Томск) для гидродинамического моделирования». В докладе автором изложен материал самостоятельной работы, выполненной для обоснования численной модели количественного прогноза процессов техногенного подтопления микрорайона Черемошники г. Томска. Показаны приемы обработки большого объема архивных данных по изучению подтопления средствами геоинформационных систем. Раскрыты особенности создания электронной геологической модели области фильтрации. Использованы материалы современных геофизических исследований для расчленения разреза и оценки единовременного уровня подземных вод. На основе геоэлектрических разрезов создана конечно-разностная сетка области фильтрации для численного моделирования, определены граничные условия средствами ПК GMS. Численная модель подготовлена для выполнения прогнозного моделирования. Для уточнения модели методом подбора параметров предполагается использовать данные по уровням подземных вод за 2009 г. Интерес представляет также доклад студента ТПУ Д.Е. Выдрича на тему: «Геоинформационная система обеспечения геолого-съёмочной практики на учебном геологическом полигоне ТПУ (Хакасия)». В докладе представлены результаты разработки геоинформационной системы, предназначенной для использования в период проведения учебной геолого-съёмочной практики. Разработанная геоинформационная система отражает все основные моменты современного геолого-съёмочного производства и ее внедрение в учебную геолого-съёмочную практику несомненно повысит качество выпускаемых специалистов. Оживленные дискуссии и интерес вызвали и другие доклады на секции: доклад А.А. Гальцева, старшего преподавателя Сахалинского государственного университета, на тему: «Применение геоинформационных технологий для исследования ледового режима Дальневосточных морей России»; доклад Д.Е. Полиенко, студента ТПУ: «Проект создания космической системы мониторинга мировых геофизических явлений»; доклад А.С. Корниенко, А.В. Синченко, Т.Н. Нурмуродова, студентов Российского университета дружбы народов (г.Москва): «Моделирование карьерных откосов на основе лазерного и геотомографического сканирования». Интересны и многие другие доклады данного направления.

В секции экономики минерального сырья и горного права представляет интерес доклад Р.Р. Гайнутдиновой, студентки Уфимского государственного нефтяного технического университета: «Введение налога на дополнительный доход от добычи углеводородов как этап реформирования системы налогообложения нефтепользования». Интересны также доклады студентки ТПУ Т.Ю. Жаровой: «Анализ экономической эффективности внедрения технологий утилизации попутного нефтяного газа на промыслах Томской области» и доклад студентки ТПУ Е.С. Зеленовой: «Ценообразование на бензин и дизельное топливо в условиях РФ». Интерес представляют и многие другие доклады.

На «круглом столе» руководитель ОНИР студентов и молодых ученых ИПР (ИГНД), доцент Г.М. Иванова рассмотрела с участниками симпозиума очень важную в современных условиях комплексную систему подготовки высокопрофессиональных творческих специалистов в рамках Национального исследовательского Томского политехнического университета, особо остановившись на вопросах традиции, современности, проблемах и перспективах. Поиск новых форм организации работы молодёжной науки, обмен опытом в современных условиях сегодня очень актуален. Развитие инновационной деятельности, создание непрерывного цикла от генерации идей до производства наукоемкой инновационной продукции потребовало и новый подход, и совершенствование форм работы с молодёжью в научной сфере, ростки которой уже заложены и существуют в ТПУ. Об этом было озвучено в докладе аспирантов ТПУ Е.Л. Мещеряковой и С.В. Онучина: «Об опыте деятельности Молодёжного научного объединения (МНО) «Union Petroleum Ur», работающем в тесном содружестве с академической наукой, в частности, с СО РАН (г. Томск, г. Новосибирск). Опыт организации молодёжного инновационного предприятия «Нефтьинвент» и завода сварочной техники, организованных самими студентами, был освещен в докладе их создателя, магистранта ИПР (ИГНД) ТПУ А.В. Кокорина. На «круглом столе» говорили о создании модели лингвистического инкубатора, о совершенствовании студенческой научно-исследовательской лаборатории «ЛУЧ» на базе Инновационного научно-образовательного Центра ИПР (ИГНД) ТПУ «Урановая геология» и т.д. и т.п.

Авторы научных работ на XIV Международном симпозиуме студентов и молодых ученых «Проблемы геологии и освоения недр» – 2010 в своих докладах, как правило, продемонстрировали владение самыми современными методами научных исследований.

В процессе работы симпозиума на секциях были использованы современные технические средства демонстрации научных работ: мультимедийный проектор, компьютерный проектор, ноутбук, графопроектор, программа для презентаций «Powerpoint», оверхед, демонстрационное средство «Лектор 2000», видеопроекторы, диапроекторы, оптические преобразователи в режиме Power Point, 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 сопровождались показом фильмов собственного производства.

Конкурсное жюри симпозиума рассмотрело и наградило авторов лучших докладов дипломами, призами и памятными подарками. Всем докладчикам вручены сертификаты. Награждение лауреатов состоялось в торжественной и праздничной обстановке в Международном культурном центре Томского политехнического университета. Для участников симпозиума был дан праздничный концерт.

В период работы симпозиума для участников была организована интересная культурная программа. Были проведены экскурсии по городу, в Сибирский ботанический сад (в отдел тропической и субтропической растительности), в музей редких и древних книг, в музей истории Томского политехнического университета, в музей-кабинет академиков В.А. Обручева и М.А. Усова, в библиотеку Томского политехнического университета, в Центр подготовки магистров в области нефтяного инжиниринга, созданного на базе Эдинбургского университета «Хериот-Ватт» (Великобритания) и Томского политехнического университета, в современное автоматизированное хранилище с лабораторно-аналитическим Центром. Гости симпозиума познакомились с учебными корпусами и лабораториями ИГНД ТПУ, с двумя Инновационными научно-образовательными Центрами ИГНД («Трубопроводный транспорт нефти и газа» и «Урановая геология»), оснащенными новейшим современным оборудованием на уровне мировых стандартов, с минералогическим и палеонтологическим музеями Томского политехнического университета, для гостей был показан фильм об истории, традициях и научных достижениях ИГНД ТПУ. На закрытии симпозиума гости-участники отметили высокий научный и организационный уровень проведения Форума.

Симпозиум, его ход, содержание и значимость широко освещались в средствах массовой информации (на областном телевидении, в журнале «Недра Сибири», в областной печати, в газете ТПУ «За Кадрь» и т.д.)

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.

К открытию симпозиума был издан сборник научных трудов симпозиума, компьютерная копия которого в виде CD-диска была выдана всем участникам симпозиума. Объем сборника издан в виде монографии и составляет 1000 стр. (усл. печ. листов – 115.50, размер шрифта – Times New Roman 9) тиражом – 300 экземпляров, в твердом переплете с глянцевой обложкой.

Электронная версия сборника трудов выставлена на сайте [www.tpu.ru](http://www.tpu.ru).

Редакционная коллегия симпозиума выражает благодарность администрации Томского политехнического университета (ректор ТПУ, профессор П.С. Чубик; проректор по НР и И ТПУ, профессор В.А. Власов), Центру профессиональной переподготовки специалистов нефтегазового дела ТПУ (директор И.Н. Кошовкин), руководству Института геологии и нефтегазового дела ТПУ (директор ИГНД ТПУ, профессор А.К. Мазуров), финансовая поддержка которых способствовала публикации данного сборника. Данный симпозиум проходил при денежной поддержке выигранного организаторами гранта РФФИ.

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



# ПОСВЯЩАЕТСЯ 65 – ЛЕТИЮ ПОБЕДЫ СОВЕТСКОГО НАРОДА НАД ФАШИСТСКОЙ ГЕРМАНИЕЙ В ВЕЛИКОЙ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ВОЙНЕ 1941-1945 ГГ.

## ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

### ДЕСЯТИЛЕТИЕ XXI ВЕКА – ПОД ЗНАКОМ НАЦИОНАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО УНИВЕРСИТЕТА!

**П.С. Чубик, профессор, ректор**

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

Прошедший год ознаменован для Томского политехнического университета эпохальным событием – он стал единственным техническим вузом в азиатской части страны, который будет строить свою жизнь как Национальный исследовательский университет (НИУ).



**Фото 1. Ректор ТПУ П.С. Чубик беседует  
с Президентом РФ Д.А. Медведевым**

Победа в конкурсе Министерства образования и науки РФ на установление категории "НИУ" определила вектор движения вуза на ближайшие десять лет. Впрочем, перемены планируются столь разительные, что под знаком этого десятилетия пройдет и весь XXI век.

Государство выделило средства, чтобы ТПУ, вошедший в элиту российских вузов (сейчас их 23), в долгосрочной перспективе стал университетом мирового уровня. Такие университеты, по мнению ведущих зарубежных экспертов, характеризуют: передовой уровень студенчества; передовые преподавательские кадры; передовое оборудование и оснащение, а также соответствующая высокая оценка со стороны общественности.

Глобальная тема, выбранная нашим университетом – ресурсоэффективность, как раз то направление, развитие которого волнует сейчас как крупные производственные компании, так и простого гражданина страны; как российскую, так и мировую общественность.

### **Злободневная ресурсоэффективность**

Одним из ключевых факторов, снижающих конкурентоспособность российской экономики и негативно влияющих на уровень жизни населения России, является низкая эффективность использования ресурсов. Национальный масштаб этой проблемы обусловлен несовершенством технологических и управленческих процессов, износом материально-технической базы, отсутствием традиций ресурсосбережения, укоренившимися представлениями о «неисчерпаемости» ресурсов. Россия настолько щедро обеспечена природными ресурсами, что мы ведем себя по отношению к ним более чем расточительно. Поэтому сегодня Россия – в числе наиболее ресурсоёмких стран мира. Например, коэффициент полезного действия наших материальных ресурсов (если за 100 процентов брать мировой уровень) – 30 процентов, трудовых – 35, информационных – 40, а энергетических – всего 25. Мы «выбрасываем на ветер» в год столько электроэнергии, сколько потребляет вся Франция. А между тем, весь земной шар ждёт энергетический дефицит: к 2030 году потребление энергоресурсов в мире увеличится в два раза, и это при обозримой ограниченности запасов основных энергоносителей.

При этом разработка и внедрение современных ресурсосберегающих технологий может привести к уменьшению себестоимости российской продукции в несколько раз.

Необходимость коренных изменений по отношению к ресурсосбережению назрела давно. И ключевым шагом в этом направлении должно стать формирование единого научно-образовательного центра, который сфокусируется на проблемах эффективного использования ресурсов, на распространении культуры, знаний и технологий ресурсосбережения.

Таким центром в России призван стать Томский политехнический университет. Нужно отметить, что в нашей стране немало научных центров, ведущих фундаментальные и прикладные исследования по приоритетным направлениям науки, технологии и техники, но они во многом дистанцированы от практики. Именно эту дистанцию сократит ТПУ в ближайшие десять лет – место традиционного политехнического университета займёт Университет исследовательского типа, который держит высочайшую планку преподавания, фундаментальных и прикладных исследований, но в то же время создает и внедряет в производство самые передовые инновационные технологии и разработки.

#### Государственное финансирование

Программа развития НИУ рассчитана на 10 лет. В течение пяти ближайших лет из средств Федерального бюджета на развитие вуза поступит 1,8 миллиардов рублей. Нужно отметить, что за 2009 год в рамках программы уже было получено 250 миллионов, и эти средства пошли на самое новейшее техническое оборудование. Средства эти даются ТПУ для использования научно-образовательного потенциала университета, имеющиеся в университете и будущие научные разработки, наш коллектив обязан заработать в несколько раз больше на выполнении научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, предоставлении образовательных и других услуг, на коммерциализации наших научных разработок.

#### Программа развития ТПУ на ближайшие десять лет

**Цель Программы, по которой будет развиваться наш вуз до 2018 года, - это становление Томского политехнического университета как Национального исследовательского университета мирового уровня, ориентированного на кадровое обеспечение и разработку технологий для ресурсоэффективной экономики.**

Для достижения поставленной цели в вузе были определены пять перспективных направлений развития (ПНР). Это:

- Рациональное природопользование и глубокая переработка природных ресурсов.
- Традиционная и атомная энергетика, альтернативные технологии производства энергии.
- Нанотехнологии и пусково-плазменные технологии создания материалов с заданными свойствами.
- Интеллектуальные информационно-телекоммуникационные системы мониторинга и управления.
- Неразрушающий контроль и диагностика в производственной и социальной сферах.

Все научные направления вуза ориентированы на идею ресурсоэффективности, и, следуя выбранному вектору развития, ТПУ предполагает на базе каждого из них создать крупные интегрированные институты. Научный и образовательный процессы в институтах объединятся. Фундаментальные и прикладные исследования будут неразрывно связаны с практическими и лекционными занятиями, заведовать лабораториями и учебными кафедрами будут преимущественно одни и те же ведущие специалисты. Такая кооперация науки и образования – насущная потребность времени.

**Государство поставило перед вузом ряд сложнейших задач, решение которых поможет развитию науки, образования и экономики России.**

*Первая задача. Создание системы подготовки высококвалифицированных специалистов для разработки и реализации ресурсоэффективных технологий.*



**Фото 2. Президент РФ Д.А. Медведев на выставке современных научных достижений Томского политехнического университета**

двух научных школ, признанных в России и мире. Особое внимание будет уделяться привлечению молодежи к научной деятельности, международному научному сотрудничеству. Кроме того, в инновационном направлении в ТПУ будет создано свыше 40 новых предприятий – объектов интеллектуальной собственности вуза, обеспечивающих ежегодный прирост к 2018 году 300–450 новых рабочих мест.

В вузе будет генерироваться профессиональная элита в области ресурсоэффективных технологий. Поможет в этом расширение магистерской подготовки в партнёрстве с ведущими университетами и промышленными предприятиями. Активно будет развиваться материально-техническая, учебно-методическая и информационная база учебного процесса. Расширится международное сотрудничество в образовательной сфере.

*Вторая задача. Создание инфраструктуры научной и инновационной деятельности.*

Развитие в вузе получают фундамен-

тальные и прикладные исследования, а также инновационная деятельность. На базе каждого института начнут работать не менее

**Третья задача. Развитие в вузе высокопрофессионального кадрового потенциала.**

В вуз будут привлекаться высокопрофессиональные научно-педагогические кадры. Предполагается, что из сторонних организаций в аспирантуре и докторантуре к 2018 году будет обучаться более 600 человек. Планируется масштабная профессиональная переподготовка и повышение квалификации научно-педагогических и управленческих кадров в области ресурсоэффективности.

**Четвертая задача. Совершенствование системы управления университетом.**

По максимуму будет оптимизирована организационная структура и получит развитие многоканальное финансирование вуза. ТПУ готовится к переходу в автономное учреждение. Общие доходы НИУ РЭТ в 2018 году должны составить не менее 10 млрд. рублей. Кроме того, будет совершенствоваться система управления качеством образовательной и научной деятельности университета.

**Перспективный путь развития ТПУ**

Выполнение задач Программы НИУ РЭТ, которые зафиксированы в конкретных показателях на каждый год, превратит ТПУ в университет мирового уровня.

На протяжении более чем ста лет главным принципом в подходах к обучению в Томском политехническом остаётся соответствие времени и востребованность политехников экономикой и обществом. Из стен вуза ежегодно выходит более трёх тысяч высококлассных специалистов. В 2009 году на одного выпускника очной формы обучения пришлось 1,75 заявки от работодателей, – распределение получил 91 процент молодых политехников. География трудоустройства показывает, что ТПУ готовит профессионалов для всех федеральных округов и регионов России, включая Москву и Санкт-Петербург, а также страны ближнего и дальнего зарубежья.



**Фото 3. Зал 3D-визуализации. Защита геологами-магистрантами дипломных работ в ЦППСНД ТПУ по магистерским программам шотландского университета Heriot-Watt (Великобритания)**

В ближайшие годы планируется реализовать полномасштабный переход от классической модели образования "на всю жизнь" к концепции образования "в течение всей жизни". Причём, начиная со школы. При вузе для отбора и обучения талантливых старшеклассников, в том числе из малоимущих семей, будет создан Лицей-интернат с выпуском до 1200 человек в год. Аудитории уже оснащаются современными техническими средствами, мультимедийным оборудованием, лабораторной базой мирового уровня. Свободнее становится доступ к внутренним и мировым информационным ресурсам. На новый уровень выйдет подготовка магистров, их будут активнее приобщать к научным исследованиям и практической деятельности.

Ещё большее развитие получают программы двойных дипломов с зарубежными вузами и другими лучшими отечественными университетами. Лекции студентам будут читать профессора – лидеры научных школ.

**В основе обучения – передовые научные достижения**

Сейчас в ТПУ 1800 научно-педагогических работников. Кадровая политика университета занята сейчас созданием условий, которые позволят им максимально реализовывать свой потенциал, обеспечат профессиональный и должностной рост. В ближайших планах – формирование передовых преподавательских ресурсов за счёт значительного увеличения числа магистрантов, аспирантов и докторантов. В вузе активно работает кадровый резерв, ежегодно защищается до 20 докторских и 110 кандидатских диссертаций. Вуз берёт на себя обязательства: через десятилетие их число будет соответственно: 55 и 360. Они вырастут из сегодняшних магистрантов - в вузе их более тысячи.

Во главу угла ставится научная деятельность. Создана система её мотивации, в частности, растут стимулирующие надбавки сотрудникам за вклад в научную репутацию вуза. Учёные, получившие результаты, отмеченные в мировом сообществе, будут выдвигаться на конкурсы по избранию в РАН и другие государственные и зарубежные академии. В политехнический уже привлекаются лучшие преподаватели-исследователи региона и страны - для этого поддерживается лидерство университета по уровню гарантированной оплаты труда среди вузов Томской области и Сибирского Федерального округа.

Для полноценной реализации научных амбиций лаборатории университета обеспечиваются самыми современными приборами и оборудованием, доступны мировые источники научной информации. Готовятся к реализации крупные междисциплинарные научные проекты – вокруг них будут сконцентрированы талантливые учёные и значительные материальные ресурсы. Междисциплинарные молодёжные научные исследования будут поддерживаться внутривузовскими грантами.

**Передовое оборудование и оснащение лабораторной базы вуза  
От разработок - к продукции с брендом ТПУ**

Большой рывок в плане технического оснащения ТПУ сделал в 2007 году, когда стал одним из победителей конкурса инновационных образовательных программ в рамках приоритетного национального проекта

«Образование». ТПУ эффективнее, чем какой-либо другой вуз, использовал полученные федеральные средства, и за два года реализации программы переместился в рейтинге технических и технологических вузов России с восьмого (2006 год) на второе (2008 год) место, пропустив вперед лишь МГТУ им. Н.Э.Баумана. Среди основных итогов программы – создание девяти так называемых "Центров превосходства" – междисциплинарных центров, оснащённых самым современным оборудованием. Сейчас они "вписаны" в приоритетные направления развития, и от них ожидается ещё большая отдача.

В каждом институте, созданном в рамках ПНР, будет работать центр коллективного пользования, способный удовлетворить потребности в исследовательских услугах как заказчиков Сибирского федерального округа, так и страны в целом. В работе и учёбе политехника будет помогать участие ТПУ в российском суперкомпьютерном кластере (сейчас в нём 22 вуза), предполагается, что в него войдут и ведущие научно-образовательные центры мира. Кроме того, в рамках Программы развития НИУ, в вузе появится проектно-конструкторский институт с опытным производством. Рождённые в лабораториях идеи томских учёных-политехников воплотятся в опытные образцы в этом институте, где на самых новейших программных средствах будут работать профессионалы. На выходе мы получим ресурсоэффективный коммерческий продукт с привлекательным дизайном. Тиражирование опытных образцов будет производиться в "инновационном поясе" - сети малых предприятий, сформированных вокруг университета. В идеале такие предприятия начнут работу чуть ли не при каждой кафедре, и их продукция пойдёт на рынок с брендом ТПУ.

#### Оценка ТПУ со стороны мировой общественности



**Фото 4. Лаборатория гидродинамики Инновационного научно-образовательного Центра подготовки специалистов трубопроводного транспорта нефти и газа ИГНД ТПУ**

Важнейшим результатом выполнения Программы развития станет создание на территории России значительного интеллектуального актива – университета научно-исследовательского профиля в области ресурсоэффективных технологий. Университет будет конкурентоспособен на мировом уровне и привлекателен созданной в нем творческой средой. Он заметно выделится среди «собратьев» продуктивностью научных исследований и проектных разработок, а также высоким качеством образовательных услуг.

Такого рода активы всегда ценились в мире, а в XXI веке, в связи с потребностью перевода экономики на инновационные рельсы, приобретают еще большее значение. Наличие в стране подобных научно-образовательных центров, каким и станет ТПУ, свидетельствует о серьезности претензий России на позиции лидера. И выгоды, которые они принесут, намного больше чисто экономического эффекта. Томский политехнический университет – это современный, передовой технический университет, входящий в международные рейтинги и имеющий независимую экспертную позицию, заметно улучшит международную репутацию страны.

#### ТПУ на пути к университету мирового уровня

Томский политехнический был первенцем инженерного образования в азиатской части России, остаётся первым сейчас и сохранит своё лидерство в будущем, став научно-образовательным центром мирового уровня. Это здоровые амбиции, подтвержденные славным прошлым, достойным настоящим и уверенным будущим вуза!

#### P.S.

*Начавшийся 2010 год войдет в историю Томского политехнического под знаком судьбоносного для Томска и важного для всей России события. В стенах ТПУ Президент Дмитрий Медведев провел выездное заседание Комиссии по модернизации и технологическому развитию экономики РФ, на котором особо подчеркнул необходимость избавить страну от "унизительной сырьевой зависимости". Томские политехники получили одобрение целого ряда своих инициатив, в частности, в направлениях разработок и внедрения новых ресурсоэффективных технологий, создания малых инновационных предприятий, формирования эндаумент-фонда ТПУ. Президент России публично пообещал сделать первый взнос из своей зарплаты в фонд на развитие НИУ и сделал его уже в марте.*

*Достигнуты договоренности по дополнительному финансированию ТПУ как национального исследовательского университета, технико-внедренческой зоны Томской области и нашего будущего центра науки, образования и инноваций. По результатам визита в Томск Правительством будут разработаны конкретные меры поддержки участия крупного бизнеса в реализации инновационных проектов. Томску уже обещан статус инновационного региона с некоторыми налоговыми преференциями.*

**ПЕРСПЕКТИВНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ РАЗВИТИЯ  
«РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ И ГЛУБОКАЯ ПЕРЕРАБОТКА  
ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ» (ПНР -1)**

**А.К. Мазуров, профессор, директор ИГНД**

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

На протяжении всей истории развития мировой цивилизации заключенные в недрах полезные ископаемые являлись основой развития экономики. Ситуация в мире может развиваться более или менее устойчиво до тех пор, пока нет недостатка в сырьевой продукции и ее экспортерах; если же дефицит возникает, развитие экономики будут использовать любые способы защиты своих экономических интересов. Значительная территория России и особенности ее геологического строения определяют исключительную роль минерально-сырьевой базы нашей страны в отечественной и мировой экономике. Россия удовлетворяет почти четверть мировых потребностей в природном газе, 10% спроса на нефть, уступая по объемам ее экспорта только Саудовской Аравии, и занимает третье место в мире после Австралии и Индонезии по вывозу каменного угля, обеспечивая почти 12 % его продаж на мировом рынке. Однако необходимо отметить, что природные ресурсы не возобновляются и они исчерпаемы, поэтому главная задача – это комплексное и рациональное использование минеральных ресурсов. Здесь следует отметить несколько проблем:



***А.К. Мазуров, д.г.-м.н.,  
профессор, директор Ин-  
ститута геологии и  
нефтегазового дела  
НИГПУ***

Первая – глубина переработки нефти на российских предприятиях составляет всего 69.9 %, на зарубежных заводах величина этого показателя 85–90 % и выше. Увеличение этого показателя на 10 % будет равнозначно росту добычи на 20–25 млн т в год, что адекватно открытию среднего по объему запасов нефтяного месторождения. В природном газе содержатся в значительных количествах тяжелые углеводороды, которые являются ценнейшим газохимическим сырьем. Неполное извлечение их из природных газов приводит к тому, что значительная часть этого сырья сжигается или поступает на экспорт по цене энергетического газа. Кроме того недоизвлеченные пропан и бутан осаждаются на стенках газопроводов и затрудняют транспортировку газа. В России ежегодно сжигается на факелах, или на энергетические цели примерно 22 млрд. куб м

попутного газа, из которого ценное химическое сырье вообще не извлекается.

Вторая проблема – в последние 25 лет коэффициент извлечения нефти снизился с 42 % до 30 %. Эта опасная тенденция обусловлена двумя причинами. Во-первых, трудноизвлекаемые запасы уже составляют более 50 %, а при их отработке КИН всегда ниже. Во – вторых, утвержденные проекты разработки предусматривают традиционное заводнение залежей и не используют современные достижения науки в этой области.

Еще одна проблема связана с отходами горного производства. В целом в России накоплено около 85 млрд. т. горных пород и отходов переработки полезных ископаемых. Ежегодно они увеличиваются на 2.4 млрд. т. Кроме того, что это огромная экологическая проблема, эти отходы представляют промышленный интерес. Например, в хвостохранилищах ГМК «Норильский никель» накоплено свыше тысячи тонн платины и палладия; в хвостах обогащения уральских рудников содержатся сотни тысяч тонн меди и цинка, сотни тонн серебра, десятки тонн золота; в отвалах ферросплавных заводов концентрации хрома и марганца выше, чем перерабатываемых в настоящее время рудах.



***Фото 1. Занятие студентов – геологов в  
петрографической лаборатории***

ты, востребованные народным хозяйством, подготовка профессиональной элиты для национальной экономики.

Огромные ресурсы металлов содержатся в углях. Например, ресурсы золота в Переясловском месторождении превышают 196 тонн; ресурсы скандия в углях Черногорского месторождения 13800 тонн. Этого количества достаточно для обеспечения мирового потребления на десятилетия.

#### **Актуальность проекта**

Целью проекта, представленного Институтом геологии и нефтегазового дела Томского политехнического университета, является создание новых современных технологий прогнозирования и поисков месторождений полезных ископаемых, геолого-экономической оценки разработки природных ресурсов с применением экологически безопасных приемов и способов их комплексного освоения с максимальным извлечением полезных компонентов и максимально возможной глубиной переработки на товарные продук-

## Этапы выполнения проекта

2010 г.: развитие материально-технической базы решения задач ПНР-1, интеграция научного и образовательного процессов, начальный этап разработки новых технологий в области повышения ресурсоэффективности и рационального природопользования.

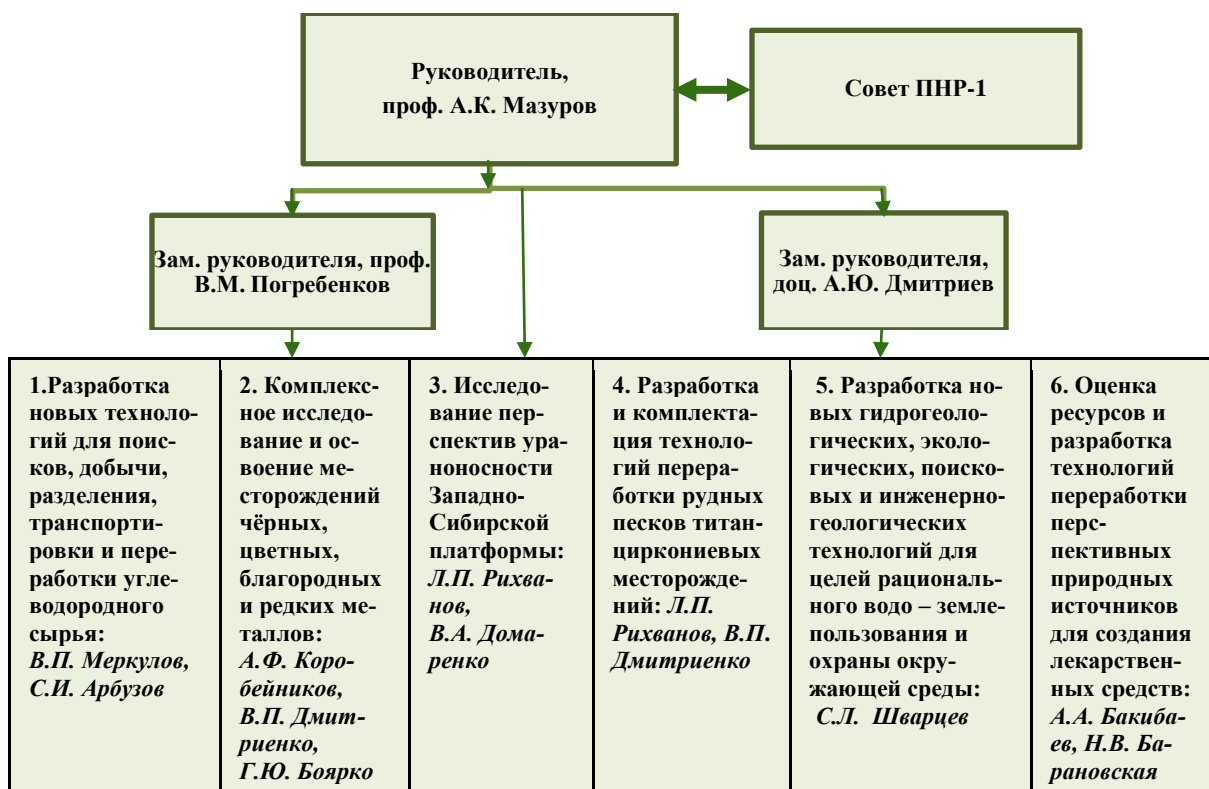
2010-2013 г.: активное включение в научный процесс студентов и магистрантов, подготовка кадров мирового уровня, создание научно-образовательного комплекса ресурсоэффективных технологий использования природных ресурсов. (Фото 1.)

2014-2018 гг.: реализация мероприятий в рамках АНО НИУ ТПУ.



Фото 2. Занятие в компьютерном классе в ЦППСНД ТПУ

## Структура ПНР-1



## Имеющийся задел для проекта

С 2001 г. в структуре ТПУ действует Центр профессиональной переподготовки специалистов нефтегазового дела).

Обучение в Центре проводится на основе магистерских программ университета Heriot-Watt (Шотландия) по трём направлениям: нефтяной инжиниринг; геология нефти и газа; геолого-геофизические проблемы освоения месторождений нефти и газа. (Фото 2).

Участники проекта в течение 2007-2008 гг.:

- выполнили целый ряд научных проектов, включая 13 проектов ФЦП, 26 проектов по грантам РФФИ, 14 международных научных проектов и т.д. с общим объемом финансирования более 150 млн. руб., в т.ч. 40 % – за счёт хозяйственных работ;

- приняли активное участие в реализации инновационной образовательной программы (ИОП) ТПУ в 2007–2008 годы в рамках приоритетного национального проекта «Образование».

В рамках ИОП создана международная научно-образовательная лаборатория «Нефтегазовая гидродинамика и теплообмен», два центра коллективного пользования, шесть научно-производственных центров, разработаны магистерские программы:

**Геология, поиски и разведка руд редких и радиоактивных элементов.**

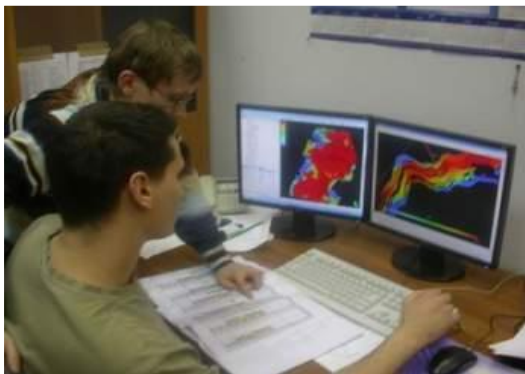
**Надежность газонефтепроводов и хранилищ.**

**Геолого-геофизические проблемы освоения месторождений нефти и газа.**

#### Ожидаемые результаты

**1.1 «Разработка новых технологий для поисков, добычи, разделения, транспортировки и переработки нефти, газа и угля»:** будут разработаны трёхмерная модель очагов генерации углеводородов и зон нефтегазонакопления доюрских отложений Западно-Сибирской плиты, технологии поисков углеводородов на основе магнитных, радио- и гидрогеохимических исследований, технологии сбора и переработки легкого углеводородного сырья на цеолитсодержащих катализаторах, формирования активных центров на поверхности нанодисперсных катализаторов, усовершенствованы технологии бурения и вскрытия нефтегазоносных пластов, переработки золо- и шлакоотвалов. (Фото 3.)

**1.2 «Комплексное исследование и освоение месторождений черных, цветных, благородных и редких металлов сибирского региона с применением современных технологий прогнозирования и поисков,**



*Фото 3. Моделирование очагов генерации углеводородов с использованием ГИС-технологий*

**геолого-экономической оценки, экологически безопасных способов добычи и методов переработки руд с получением товарных продуктов»:** будут разработаны комплексные модели формирования месторождений черных, благородных и цветных металлов, экономические модели ресурсодобывающего производства, бесцианидные технологии переработки руд благородных и редких металлов, получены опытно-промышленные образцы средств для СГД, предложены технологии переработки руд Бакчарского месторождения.

**1.3 «Исследование перспектив ураноносности мезозойско-кайнозойского чехла Западно-Сибирской платформы с целью выявления на территории Западной Сибири месторождений урана, пригодных для обработки методом скважинного подземного выщелачивания (СПВ)»:** будет составлен комплект прогнозных карт на уран, обоснованы про-

гнозные ресурсы урана, оценены ураноносные зоны, создан опытно-эксплуатационный участок по подземному выщелачиванию урана. (Фото 4.)

**1.4 «Разработка и внедрение технологий переработки рудных песков титан-циркониевых месторождений – эффективная глубокая комплексная переработка тяжелого коллективного концентрата без его разделения на отдельные минеральные компоненты с извлечением на конечном этапе вместе с продуктами Ti и Zr редких и редкоземельных элементов:** будут разработаны эффективные технологии переработки рудных песков, усовершенствованы технологии их скважинной гидродобычи, разделения легкой и тяжелой фракций песков, концентрирования элементов, создана сырьевая база тория в Сибири.

**1.5 «Исследования химии вод питания промышленных и питьевых водозаборов. Разработка эффективных систем водоочистки и водоподготовки»:** будут разработаны модели формирования вод зоны гипергенеза, речного стока и его подземной составляющей, методики инженерно-экологических изысканий, методология нормирования воздействий на водные объекты, утилизации отходов, методики определения химического состава вод, создан лабораторно-промышленный комплекс для разработки технологий водоподготовки и очистки стоков.

**1.6 «Оценка ресурсов и разработка технологий переработки природного растительного сырья для создания лекарственных средств и биологических комплексов с различными видами активности»:** будут разработаны новые композитные материалы для профилактики послеоперационного лечения, противовирусный препарат «Поливир», биополимеры на основе растительного сырья, экспресс-анализатор метаболической активности биокатализаторов.



*Фото 4. Исследование ураноносности Западно-Сибирской платформы с использованием сканирующего электронного микроскопа*

## Привлечение партнёров

Министерство природных ресурсов РФ, Минатом РФ, Российская Академия наук, Сибирское отделение РАН, ОАО «Газпром», ОАО «Газпром трансгазТомск», ОАО ТНК-ВР, ОАО «Роснефть», ОАО «Сургутнефтегаз», ОАО «Газпромнефть», ОАО «СУЭК», ОАО «Мечел», ЗАО «Полюс», ОАО «Полиметалл», ОАО «Кузнецкие ферросплавы», ОАО ЗСМК, Иргиредмет, ООО «Юргинский машзавод», UNID Ltd. (Корея), Демуринский ГОК (Украина), ФГУП «Урангео», ЗАО ВНИИАЭС и др.

## Сотрудничество с РАН и ВУЗами

Совместные коллективы	Действующие партнёры
Ведущая научная школа России: геология и геохимия благородных металлов (рук. проф. Коробейников А.Ф.)	Институт геологии и минералогии СО РАН
Ведущая научная школа России: Сибирская гидрогеохимическая школа (рук. проф. Шварцев С.Л.)	Ин-т геологии и геофизики нефти и газа СО РАН, ИЗК СО РАН, Ин-т геохимии и аналитической химии РАН, Геологический ин-т ДВО РАН, Геологический ин-т СО РАН, ЧИПР СО РАН.
МИНОЦ «Урановая геология»	Геологический ин-т СО РАН, Бурятский гос. ун-т, Амурский гос. ун-т, Монгольский ун-т науки и технологий.

## Оценка эффективности

В результате реализации Программы будут созданы:

- 1) новые технологии прогнозирования и поисков месторождений полезных ископаемых, геолого-экономической оценки разработки природных ресурсов с применением экологически безопасных приемов и способов их комплексного освоения с максимальным извлечением полезных компонентов и максимально возможной глубиной переработки на товарные продукты;
- 2) глобально-конкурентная система подготовки кадров в области рационального природопользования и высокотехнологичной переработки природных ресурсов, включая разработку основных и дополнительных программ подготовки кадров по приоритетным направлениям развития; будут подготовлены: до 2013 г. – 22 доктора наук, 98 кандидатов наук, 410 магистров, 680 бакалавров; до 2018 г. – 70 докторов наук, 360 кандидатов наук, 850 магистров, 1350 бакалавров;
- 3) база для развития фундаментальных и прикладных исследований, нацеленных на разработку ресурсоэффективных технологий;
- 4) научно-образовательный комплекс ресурсоэффективных технологий использования природных ресурсов;
- 5) созданы малые инновационные предприятия на базе разработанных ресурсоэффективных технологий.

**ПОДВИГ ТОМСКИХ ПОЛИТЕХНИКОВ-ГЕОЛОГОВ В  
ВЕЛИКОЙ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ВОЙНЕ 1941-1945 гг.  
(К 65 – ЛЕТИЮ ВЕЛИКОЙ ПОБЕДЫ)**

**Г. М. Иванова, доцент**

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

Уважаемые коллеги! Товарищи! Друзья! Приближается 65-летие Великой Победы советского народа над фашизмом. День Великой Победы, подарившей нам жизнь, свободу и независимость – День памяти бессмертному поколению, защитившему Родину от гибели и спасшему человечество от фашизма.

Подвигу бессмертного поколения посвящается и наш XIV Международный симпозиум «Проблемы геологии и освоения недр».

Что гибель нам! Мы даже смерти выше,  
В могилах мы построились в отряд!  
И ждём приказа нового,  
И пусть не думают, что мёртвые не слышат,  
Когда о них потомки говорят!

Эти пророческие слова лейтенанта Н. Майорова, погибшего в 1941 г. на Смоленщине, обращены к нам. Мы с Вами должны сохранить память об этом героическом поколении, защитившим нас ценою своей собственной жизни.

А начиналось это так. В воскресное утро 22 июня 1941 г. в г. Томске стояла тёплая погода. Многие томики отдыхали на природе. Студенты сдавали последние экзамены. Вдруг в 12 часов по московскому времени



радио внезапно замолчало. И через несколько минут взволнованные томичи услышали: «Граждане и гражданки Советского Союза! Сегодня, в 4 часа утра, без объявления войны германские войска напали на нашу страну».

22 июня в 9 часов вечера в г. Томске на площади Революции состоялся 50-тысячный митинг, на котором томичи заявили о своей решимости отдать все свои силы на борьбу с врагом. Среди них были и политехники. На следующий день в Томском индустриальном институте (так в то время назывался наш университет) состоялось собрание коллектива, на котором было заслушано сообщение директора института К.Н. Шмаргунова о вероломном нападении фашистских войск на Советский Союз. В заключение резолюции собрания говорилось: «Красная Армия и весь наш народ поведут победоносную Отечественную войну за Родину, за честь и свободу, и это будет самая справедливая из всех войн». Политехники поклялись вместе со всем народом встать на защиту нашей Родины.



**Фото 1. Общегородской митинг трудящихся г.Томска, 22 июня 1941 г.**

Политехники и среди них геологи и горняки совершили в этой жестокой борьбе ни один героический подвиг. Вот некоторые из них.

Уже в первые месяцы войны 1941 г. был сформирован под руководством профессионального разведчика, Героя Советского Союза Дмитрия Медведева особый разведывательно-диверсионный отряд, хорошо вооружённый и подвижный. Начальником штаба этого отряда был выпускник геологоразведочного факультета ТПИ – Дмитрий Староверов, отличный спортсмен. В этот отряд набирались исключительно спортсмены-добровольцы, среди них был и знаменитый боксёр – абсолютный чемпион Советского Союза Николай Королёв, и знаменитые бегуны-стайеры, многократные чемпионы и рекорсмены Советского Союза – братья Знаменские. Это был первый отряд, заброшенный в тыл к немцам в 1941 г. в Хотинский район Могилёвской области. Дмитрий Староверов, наш бывший студент, героически погиб в борьбе с карателями 11 октября 1941 г. у деревни Батаево, где ему сегодня поставлен памятник. Посмертно он награждён орденом Ленина.



**Фото 3. И.В. Васильев, преподаватель геологоразведочного факультета ТТИ (ТПИ, ТПУ)**

Томского индустриального (политехнического) института Василий Иннокентьевич Васильев. Он после окончания института остался на кафедре, читал курс лекций по маркшейдерскому делу, собирался защитить диссертацию, но помешала война. Оставив жену с малолетней дочерью, младший лейтенант В.И. Васильев в составе

Так началась страшная по масштабам, жестокости и жертвам освободительная война. 1418 дней и ночей длилась кровопролитная битва. Она унесла миллионы жизней, но народ выстоял, победил. И свой вклад в эту Победу внесли политехники, в том числе горняки и геологи.

В первые же дни войны 631 студент и сотрудник ТПУ ушли на фронт. Это - 350 студентов, 68 преподавателей, 213 рабочих и служащих института. 60 из них ушли добровольцами. 224 политехника погибли, защищая Родину. Томские политехники сражались на всех фронтах Великой Отечественной войны: в решающих битвах с фашистами под Москвой и Ленинградом, под Сталинградом и на Курской дуге, на Днепре и в Белоруссии, Прибалтике, в странах Восточной Европы, при освобождении Манчжурии.



**Фото 2. Д.Д. Староверов – выпускник ГРФ ТПИ**

Решающий удар немцев под Москвой приняли на себя сибиряки, воевавшие в составе 166 стрелковой дивизии (командир дивизии А.Н. Холзин, комиссар И.И. Русанов, начальник штаба А.Л. Стафеев), в составе которой были и томские политехники. 30 июня 1941 г. отбыл из г. Томска последний эшелон со штабом дивизии. Первый батальон 423-го полка принял бой на станции Дно Псковской области. В этом бою погиб весь батальон. Главные силы 166 дивизии встретили врага на Смоленской земле. Бои шли в окрестностях городов Белый, Ярцево, Духовщина, у озера Щучьего, в районе Вязьмы. Здесь 166 дивизия вместе с другими частями Западного фронта приняла на себя полчища генерального наступления фашистских войск под Москвой. 75 суток сибиряки стояли на смерть. Операция немцев «Тайфун» провалилась. Немцы не смогли в этом направлении прорваться к Москве.

Некоторым частям 166 дивизии удалось прорваться из окружения к своим. Часть бойцов и командиров вынуждена была рассеяться по Валдинским лесам, создав партизанские отряды. Командиром знаменитого партизанского отряда «Смерть фашизму» был выпускник горного факультета

166 дивизии ушёл на фронт. Отряд В. Васильева «Смерть фашизму» действовал в составе партизанской бригады им. В.И. Чапаева. Он нанёс большой урон гитлеровцам. Партизанский отряд В. Васильева за шесть месяцев провёл 160 боевых операций, в которых было уничтожено 3600 немецких солдат и офицеров, 50 гитлеровцев взято в плен, взорвано и сожжено 39 танков и бронемашин, уничтожено 5 самолётов, подорвано 52 моста, пущено под откос 37 эшелонов. Уничтожение отряда В. Васильева контролировалось лично руководителем службой безопасности гитлеровского рейха в Берлине Кальтербруннером, о чём свидетельствуют документы. В тяжёлых непрерывных боях с карателями, которые вели партизаны, Васильев погиб 5 февраля 1943 г. Партизаны обнаружили изувеченное немцами тело своего командира. Посмертно В. Васильев награждён орденом Красного Знамени. Сегодня на месте гибели 166 дивизии в селе Верховье Смоленской области возвышается Монумент Славы, воздвигнутый томскими политехниками в 1983 г.

16 августа 1943 г. в деревне Рыбки Смоленской области погибла студентка горного факультета Томского индустриального института (сегодня - ТПУ) Александра Постольская, комсорг батальона 88 стрелковой дивизии. Это была жизнерадостная девушка. До войны в студенческие годы она увлекалась спортом, театром, музыкой, прекрасно пела, отлично училась. Когда началась война, Шура пошла добровольцем на фронт, сражалась на передовой. Шёл 1943 год. Бои шли жестокие за каждую пять земли. В письме матери она пишет: «Ты, мама, – жена старого коммуниста, мать троих детей, двое из которых сражаются в боях с фашистскими оккупантами. Поэтому ты должна быть готова ко всему... И пусть даже кто-нибудь из нас не вернётся, всё равно надо высоко держать голову».

Свой подвиг Шура Постольская совершила 16 августа 1943 г. В тяжелейшем бою погиб командир. Атака наших бойцов захлебнулась и тогда впереди место командира заняла Шура. С криком: «Вперёд за мной! Ни шагу назад! За Родину!» она повела бойцов в атаку. В этом бою Шура погибла, но стратегически важная высота была нами взята. В партбилете А.С. Постольской была найдена записка-завещание: «9/VIII-1943 г. Если погибну, то прошу сообщить моему отцу, что его наказ я выполнила, как подобает коммунисту. Александра». Посмертно А.С. Постольская была награждена орденами Отечественной войны I и II степени. Ежегодно много лет в память о героине в канун дня Победы по улицам г. Томска проходил молодёжный городской легкоатлетический кросс имени Шуры Постольской.



**Фото 5. Паша Савельева – руководитель подпольной молодежной организации в г. Луцке**

Свой вклад в Великую Победу внесли и учёные Томского политехнического института (университета), в том числе и учёные-геологи. Среди них профессор нашего факультета ТПИ (ТПУ) Константин Владимирович Радугин, который открыл крупное Усинское месторождение

Зимой 1942 г. в Хакасии группа геологов в 3 человека вела изыскания трассы для стратегически важной тогда железной дороги. Позднее она была названа «Трасса мужества». Трасса была разведана и со всеми необходимыми данными нанесена на карту. Но у геологов кончился запас пищи, стояли страшные холода, обессиленные, они пытались срочно доставить результаты изысканий, дорогу надо было строить немедленно к стратегически важному для фронта сырью, которое было необходимо, чтобы обеспечить подвоз железной руды для Кузнецкого металлургического комбината с Коршунского месторождения, расположенного в суровых таежных условиях на одном из участков БАМа. Все трое геологов погибли. Среди них бывший студент Томского политехнического института (университета) – Александр Кошурников. Именами трёх героических геологов Александра Кошурникова, Алексея Журавлёва и Константина Стофато названы железнодорожные станции на железной дороге Абакан – Тайшет, горные вершины в Саянах и улицы сибирских городов.

О подвигах этого бессмертного поколения можно говорить долго и много. Вот слова лидера подпольной комсомольской организации в г. Луцке, помогавшей партизанской бригаде Героя Советского Союза Дмитрия Медведева, в составе которой были и молодые политехники. Это слова, обращённые к нам, которые были выцарапаны ею на стене тюремной камеры перед смертью. Вот эти слова: «**Приближается чёрная страшная минута! Всё тело изувечено – ни рук, ни ног... но умираю молча. Страшно умирать в 22 года. Как хочется жить! Во имя жизни будущих после нас людей, во имя тебя, Родина, уходим мы... Расцветай, будь прекрасна родимая и прощай. Твоя Паша**». Паша Савельева была живём сожжена во дворе средневекового монастыря, после пыток не выдав своих друзей и организацию, которая продолжала успешно действовать и после её гибели.



**Фото 4. А. Постольская, студентка геологоразведочного факультета ТТИ (ТПИ, ТПУ)**



**Фото 6. Александр Кошурников – выпускник геологоразведочного факультета ТТИ (ТПИ, ТПУ)**

марганцевых руд в Кузнецком Алатау. Освоение этого месторождения в короткие сроки позволило на Кузнецком металлургическом заводе в годы войны изготовить и начать варить самую высококачественную броню II-ой мировой войны для знаменитых и лучших танков II-ой мировой войны – танка Т-34, сыгравшего большую роль в Победе. Константин Владимирович Радугин за своё столь важное тогда открытие получил Сталинскую премию. Большой вклад в Победу своими открытиями внесли и другие учёные-политехники.



**Фото 7. В.К. Радугин, профессор геологоразведочного факультета ТПИ (ТПИ, ТПУ), Лауреат Сталинской премии (1943 г.)**

В тылу большую работу вели студенты-политехники, в том числе геологи и горняки. Они работали в госпиталях, помогая и ухаживая за ранеными, сдавая им безвозмездно свою кровь, параллельно с учёбой работали на эвакуированных заводах и на хозяйственных работах в городе, помогали в уборке урожая. Страна воевала, не хватало рабочих рук. И здесь в тылу и стар, и млад трудились не покладая рук ради Победы, помогая Красной Армии и оружием, и продовольствием, и обмундированием, и лечением раненых. И это тоже подвиг народа, в одном ряду с которым были и политехники.

Боевой и славный путь от начала Великой Отечественной войны до Победы прошли много лет проработавшие с нами сотрудники нашего факультета ТПИ (ТПУ): заслуженные профессора Степан Степанович Сулакшин, Александр Григорьевич Бакиров, Владимир Константинович Черепнин; доценты Александр Иванович Баженов, Лев Иванович Иванчура, Любим Андреевич Пухляков, Ибрагим Газизович Галеев, Валентин Александрович Рубанов, Евгений Васильевич Ярошинский, Фёдор Перфильевич Нифонтов, Сергей Сергеевич Ильенко; старшие

инженеры Никифор Константинович Григорьев, Хамит Сабирович Мустафин, Борис Иванович Мирошняк, Леонид Федорович Митрофанов.

Сегодня с нами в строю продолжают трудиться заслуженный профессор Степан Степанович Сулакшин. Низкий всем им поклон! Мы их не забыли.

Уходят в прошлое героические и трагические события Великой Отечественной войны. Но благодарное человечество всегда должно помнить, что оно обязано своей жизнью тому военному поколению советской страны, разгромившему фашизм в 1941-45 гг. и помнить слова благодарности руководителей почти всех стран мира того военного и послевоенного периода.

Премьер-министр Великобритании У. Черчилль в 1944 г. в послании руководству Советского Союза писал: «Будущие поколения будут считать себя в долгу перед Красной Армией столь же безоговорочно, как и мы, которым довелось быть свидетелями великопобед русского народа». Президент США Т. Рузвельт 29 июля 1943 г. выразил своё восхищение стойкостью нашего советского народа: «Мир не видел большей преданности делу, большей решимости и самоотверженности, чем те, которые были проявлены русским народом и его армией. Спасая себя, Россия спасает весь мир от фашизма». В 1945 г. он писал руководству Советского Союза: «Мы высоко ценим великолепный вклад, внесённый могучим Советским Союзом в дело цивилизации и свободы человечества».

Перед памятью погибших мы должны сделать всё, чтобы подвиг победителей никогда не был забыт, и память о них передавалась из поколения в поколение всегда. Эта память должна быть вечной! Это гражданский долг каждого из нас.

## ЧТО ЗНАЮТ СТУДЕНТЫ О ВЕЛИКОЙ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ВОЙНЕ?

(по итогам социологического опроса)

**А.В. Анисимов, студент**

Научный руководитель доцент Г.М. Иванова

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

Приближается 65-летие Победы советского народа над фашистской Германией, спасшей народы мира от фашизма. 22 июня 1941 г. без объявления войны на территорию СССР вторглась фашистская Германия. Так началась Великая Отечественная война.

Фашизм нес советским народам гибель и рабство. Гитлеровцы воевали под лозунгом: «Русский должен умереть, чтобы жили мы» по принципу: «Перед нами всё цветёт, за нами всё горит».

О Москве Гитлер сказал: «Столица русских должна быть окружена так, чтобы ни один житель – будь то взрослый или ребёнок – не мог её покинуть! Там, где стоит Москва, должно возникнуть море, которое навсегда скроет от цивилизованного мира столицу русского народа». Ленинград и другие города СССР фашисты тоже намеревались стереть с лица Земли вместе с населением. Славянским народам, и прежде всего русскому народу, было уготовано уничтожение. Всё это было предусмотрено в генеральном плане «Ост», разработанном главным имперским управлением безопасности под руководством Гимmlера.

Чтобы противостоять этой разрушительной фашистской машине, которая покорила все страны Европы и обрушилась на нашу страну, потребовалась мобилизация всех сил, нечеловеческое напряжение, полная самоотдача населения всей страны, героизм, мужество и самопожертвование лучшей части народа, чтобы не только отстоять свободу и независимость нашей Родины, но и разгромить зверя – фашизм – в его логове – в Берлине и спасти не только себя, но и всё человечество и цивилизацию от гибели.

Победа далась дорогой ценой. Советский народ потерял в Великой Отечественной войне 27 млн человек, из них замучено фашистами мирных жителей более 7 млн, истреблено около 6 млн. советских военнопленных, 4 млн юношей и девушек было угнано в рабство в Германию, многие там погибли. Убитые в боях, умершие от ран, пропавшие без вести составили более 8 млн. человек. Разрушены сотни советских городов, свыше 70 тысяч деревень сожжено и уничтожено, остались без крова более 25 млн человек. Вся европейская часть страны лежала в развалинах.

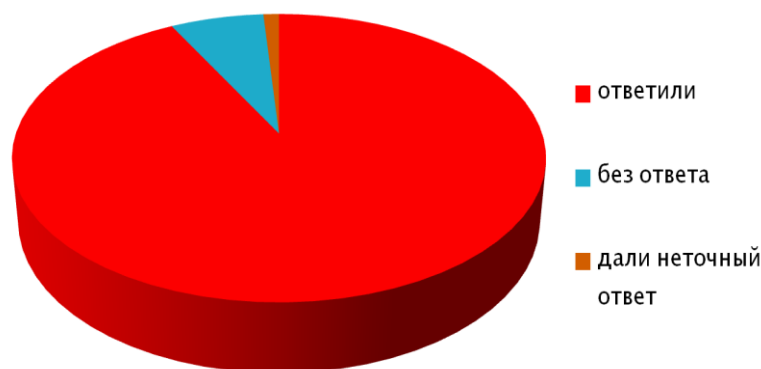
В канун трагической даты 22 июня в 2009 г. мы провели социологическое исследование среди студентов нашего университета, посвященное теме Великой Отечественной войны.

Предметом нашего исследования стало выяснение того, что знают студенты – молодые россияне, правнуки солдат Великой Отечественной войны о событиях Великой Отечественной войны, что знают они о фашизме, и что он нам нёс.

В исследовании приняли участие 100 студентов Томского политехнического университета от 17 до 24 лет. Результаты получились следующие.

Отказались отвечать на вопросы 10 человек, заявив, что данная тема их не интересует. Они составили 10 % от опрошенных.

На вопрос о дате и окончании Великой Отечественной войны получены результаты: 83 человека написали, что война началась в 1941 г. и закончилась в 1945 г. 6 человек не смогли ответить на этот вопрос. В одной из анкет было указано, что война началась в 1942 году. Точную дату – 22 июня 1941 г. и 9 мая 1945 г. назвали лишь 11 респондентов (рис. 1).



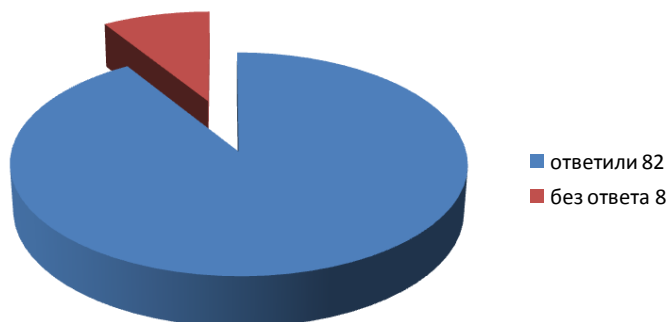
*Рис. 1. Даты Великой Отечественной войны*

Следующий вопрос звучал так: «Какая страна начала военные действия?». 85 человек ответили: «Германия», 4 респондента не смогли ответить на этот вопрос. Один из опрошенных назвал Австрию как страну-агрессора. (рис. 2).



*Рис. 2. Какая страна начала военные действия?*

Фамилию и имя политического лидера Германии - Адольф Гитлер – вспомнили 82 респондента, 8 человек не смогли ответить на этот вопрос (рис. 3).



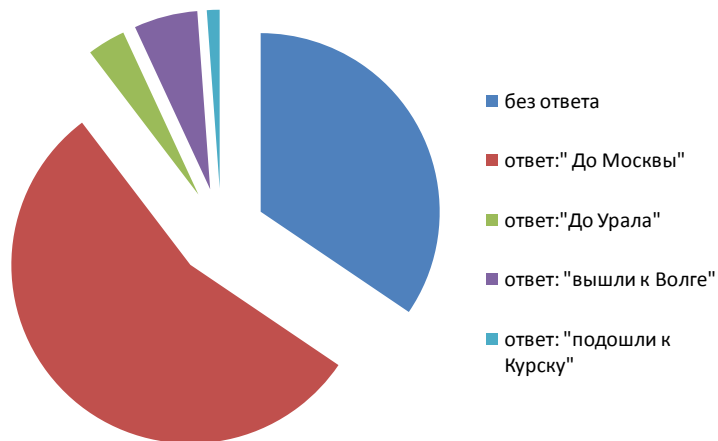
**Рис. 3. Назовите фамилии политического лидера Германии**

Правильно назвать Верховного Главнокомандующего Советского Союза – И.В. Сталина - смогли 66 человек (66 % от опрошенных). 8 студентов назвали Г.К. Жукова, 16 человек не смогли ответить на этот вопрос (рис. 4).



**Рис. 4. Назовите имя Верховного Главнокомандующего Советского Союза**

При ответе на вопрос: «До каких районов нашей страны дошли немецкие захватчики, оккупировав территорию СССР?» - 30 % студентов ответили: «Не знаю», 48 % сказали - «До Москвы», 3 % - «До Урала», 5 % уточнили, что немцы вышли к Волге, 1 заявил, что подошли к Курску. Лишь три студента дали более точный ответ: «Захватчики дошли до Москвы, Ленинграда, Сталинграда и вышли к Кавказу» (рис. 5).



**Рис. 5. До каких районов дошли немцы, оккупировав СССР?**

На вопрос: «Какие страны покорила фашистская Германия во II Мировой войне?» 44 % ответили, что не знают. Правильный и полный ответ дать не смог никто. У остальных 46 опрошенных были лишь попытки ответа типа: «Польша» (16 %), «Франция» (5 %), «Чехословакия» (3 %), «Бельгия» (2 %), «Австрия» (1 %). У остальных 19 опрошенных ответы были необычные – «Египет», «Испания, Италия», «Голландия, Румыния», «Венгрия», «Финляндия», т.е. большинство из данных опрошенных занесли союзников Германии в список поработанных гитлеровцами стран (рис. 6).

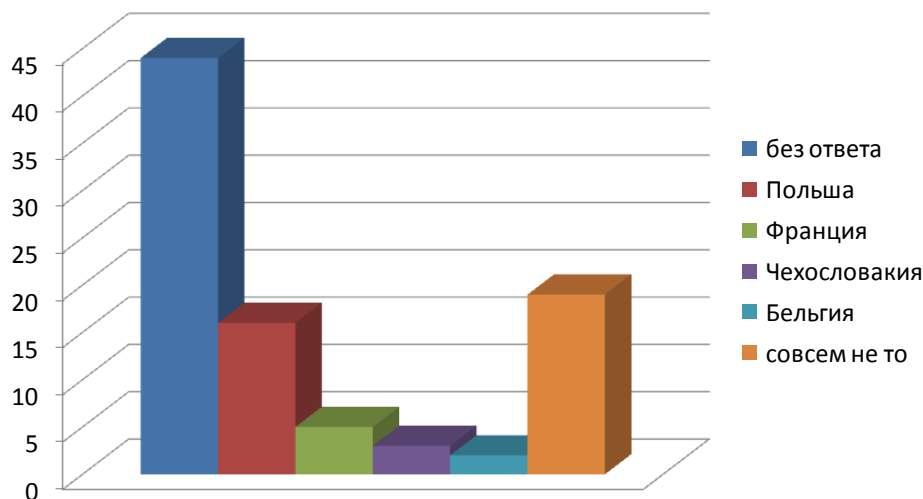


Рис. 6. Какие страны покорила фашистская Германия?

В ответах на вопрос о странах-союзниках СССР в борьбе с немецкими оккупантами 42 респондента указали: США или США и Англия, часть к указанным выше добавили ещё Францию. 48 % не знают ответа на этот вопрос (рис. 7).

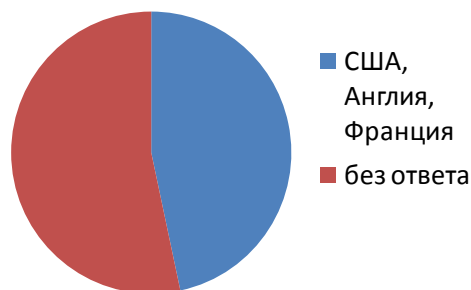


Рис. 7. Укажите страны – союзники СССР в борьбе с фашистами

Следующий вопрос звучал так: «Какие решающие битвы Великой Отечественной войны Вам известны?». На него не смогли ответить 22 %. В остальных 78 ответах респондентами были указаны: «Битва под Москвой» (24 %), «Сталинградская битва» (22 %), «Курская битва» (20 %), «Оборона Ленинграда» (11 %). Один ответ оказался довольно странным – «Полтавская битва» (рис. 8).

На вопрос «Каких военачальников СССР, сыгравших большую роль в Победе в Великой Отечественной войне Вы можете назвать?» были получены следующие ответы: 22 % назвали Г.К. Жукова и К.К. Рокоссовского, 20 % респондентов вспомнили только Г.К. Жукова; один студент назвал А.М. Василевского и один – И.С. Конева. Кроме того, у некоторых были необычные ответы на вопрос: А.Суворов, Берия, Морозов, Потёмкин, Нахимов, Покрышкин. 40 % не дали никакого ответа (рис. 9).

Имена известных Героев Великой Отечественной войны не смогли назвать 84 % из опрошенных студентов; лишь 6 респондентов вспомнили по одному имени: 2 студента назвали З.Космодемьянскую, 1 студент – А. Матросова, 1 студент – Н. Гастелло, 1 студент – героев-панфиловцев (без указания имен). Лишь один человек назвал 3-х Героев – З. Космодемьянская, М. Джалиль, М. Казей (рис. 10).

На вопрос: «Что такое фашизм и что он нес народам СССР?» не ответили 24 % респондентов, что очень печально. Некоторые ответы опять-таки оказались весьма странными. В частности, ответы были такие: «Фашизм освободил от СССР страны Балтии», или «Фашизм – это беды. Однако...можно извлечь и пользу - благодаря войне, развязанной фашистами, некоторые страны стали сильнее, усилив свою оборону» (2 % ответивших).

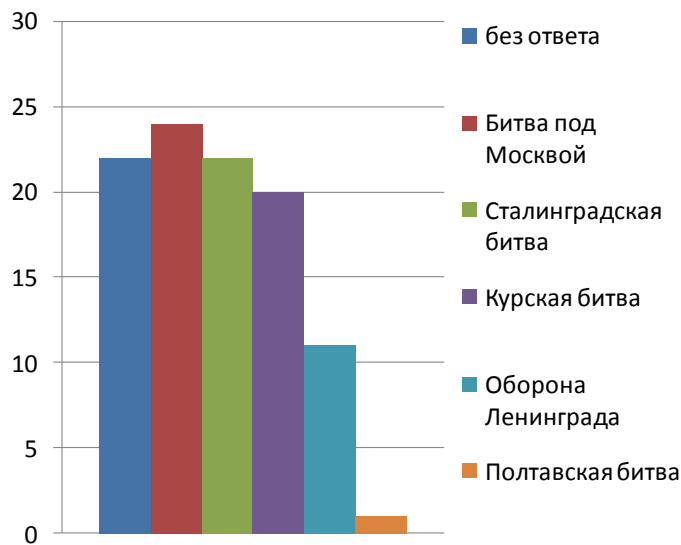


Рис. 8. Назовите решающие битвы в Великой Отечественной войне

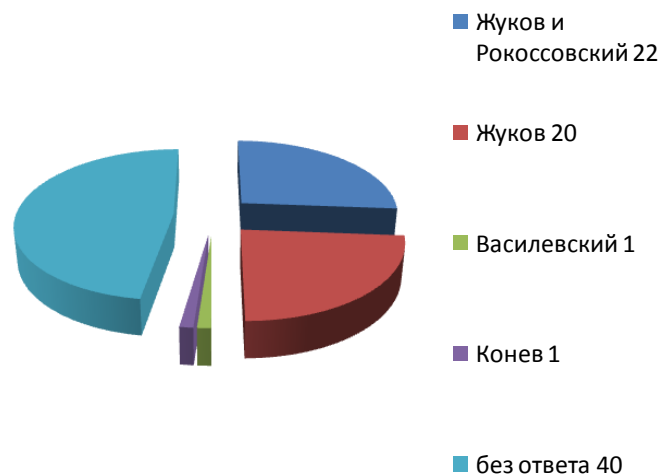


Рис. 9. Назовите военачальников СССР, сыгравших большую роль в Победе Великой Отечественной войны

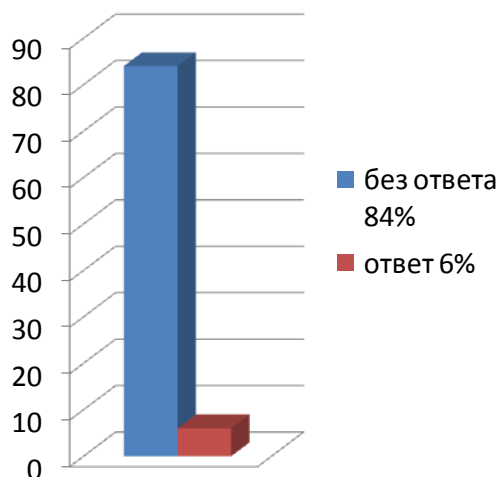
Остальные 74 % опрошенных в общих чертах и очень поверхностно, но всё же ответили верно. В частности, 10 % пояснили, что фашизм – это идеология расового превосходства арийской расы над остальными нациями, нёсшая всем народам мира и СССР порабощение и уничтожение, а 64 % отметили, что фашизм – это война, горе, смерть, слёзы, беды, страх, потеря близких, разруха, голод (рис. 11).

На вопрос: «Кто из Вашей семьи принимал участие в Великой Отечественной войне?» последовали такие ответы: 5 респондентов ответили, что их близкие не участвовали в Великой Отечественной войне, 85 % опрошенных заявили, что их дед или прадед принимал в ней участие, двое указали, что их дедушка и бабушка – участники войны, трое отметили, что многие их родственники погибли на полях сражений в эту войну, 10 % на вопрос не ответили (рис. 12).

На вопрос: «Какие книги Вы прочитали о Великой Отечественной войне?» мы получили следующие ответы. 82 % опрошенных ответили, что таких книг они не читали, лишь 6 % перечислили такие произведения, назвав одно или два из них, как «Молодая Гвардия» (А. Фадеев), «Живые и мёртвые» (К. Симонов), «А зори здесь тихие» (Б. Васильев), «Они сражались за Родину» и «Судьба человека» (М. Шолохов), «Звезда» (Э. Казакевич). Два ответа были абсолютно неверными: студенты причислили романы «Гранатовый браслет» (А. Куприн) и «Война и мир» (Л. Толстой) к произведениям о Великой Отечественной войне 1941-1945 г.г. (рис. 13).

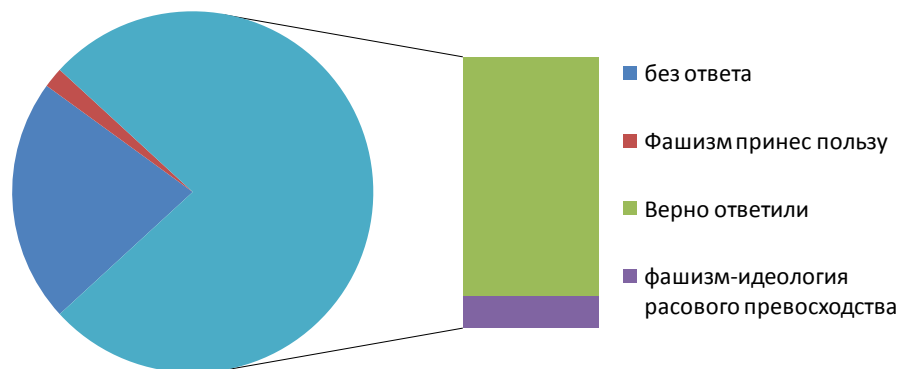
Перечислить фильмы, которые студенты смотрели о Великой Отечественной войне, смогли лишь 28 %. Были названы фильмы: «А зори здесь тихие» (14 человек), «В бой идут одни старики» (4 человека), «Семнадцать мгновений весны» (4 человека), «Звезда» (2 человека), «Молодая Гвардия» (2 человека), «Мы из будущего» (2 человека), «Судьба человека» (1 человек). Кроме этого, были названы комедия «Девчата», не имеющая ничего

общего с Великой Отечественной войной, и кинофильм «Поднятая целина» (по М. Шолохову), рассказывающая о строительстве колхозов в первые годы коллективизации. 72 % опрошенных не смогли назвать ни одного фильма (рис. 14).



**Рис. 10. Назовите Имена известных Героев Великой Отечественной войны**

На вопрос: «Откуда Вы черпаете информацию о Великой Отечественной войне?» респонденты отвечали: «Из СМИ – телевидения, интернета, из кинофильмов, от знакомых» (42 %), лишь 6 человек сказали, что узнавали о войне из рассказов родственников и родителей и 3 человека ответили, что в школе на уроках истории (что является, на наш взгляд, очень плачевным результатом). Остальные 52 % не ответили на этот вопрос (рис. 15).



**Рис. 11. Что такое фашизм и что он нёс народом СССР?**

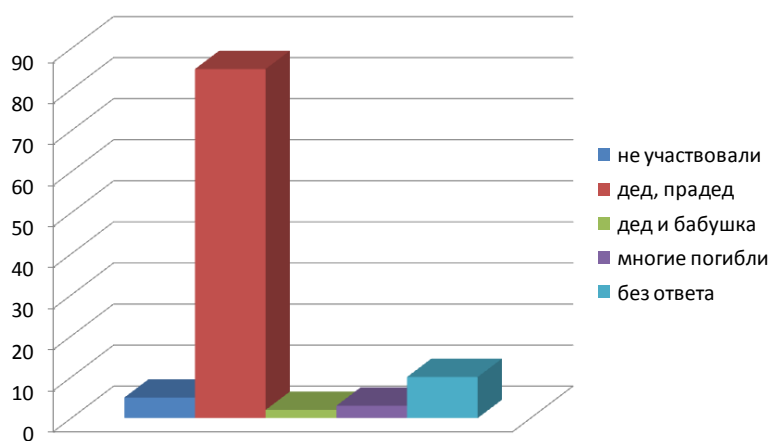
Проведённый нами опрос показал, что знания студентов ТПУ о столь важном событии в истории страны, как Великая Отечественная война, плачевны.

Несмотря на то, что большинство опрошенных – это внуки и правнуки ветеранов Великой Отечественной войны, они мало что знают о героических событиях тех дней. Откуда им знать? Молодёжь уже трёх поколений, начиная с 90-ых годов была лишена воспитания гражданского самосознания. В школе и в университете в учебных программах по истории России такая важная тема фактически отсутствует, преподаватели не знакомят студентов со столь важной страницей в истории страны. Большинство кураторов ТПУ также не проводят работу в студенческих группах по гражданскому воспитанию и формированию в студентах любви и уважения к своему Отечеству. Старостат ТПУ практически не работает в этом направлении, не включая патриотическую работу в сферу своей деятельности.

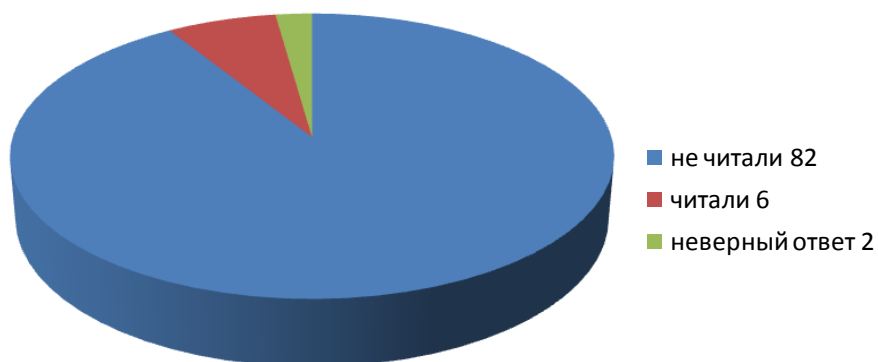
А ведь даже наши враги в лице фашистской Германии перед своим разгромом во Второй Мировой войне признали, что Великую Отечественную войну выиграл учитель СССР, т.е. государство, воспитавшее молодое поколение, любящее свою страну и преданное ей, которое стояло насмерть, защищая свою Родину.

Пытаясь исправить сложившуюся сегодня ситуацию по данной проблеме, в ряде вузов страны сейчас стали вводить факультативы по теме Великой Отечественной войны, и это правильно. Мы также хотели бы обратиться к учебному управлению ТПУ поддержать инициативу таких вузов и ввести подобные факультативы у нас.





*Рис. 12. Кто из Вашей семьи принимал участие в Великой Отечественной войне*



*Рис. 13. Какие книги Вы прочитали о Великой Отечественной войне?*

Кроме того, мы просим Институт кураторов уделять больше внимания такому важному направлению воспитательной работы, как патриотическое воспитание студентов.

## Секция 1

# ПАЛЕОНТОЛОГИЯ, СТРАТИГРАФИЯ И РЕГИОНАЛЬНАЯ ГЕОЛОГИЯ

## ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ЭНДОГЕННОЙ ТРЕЩИНОВАТОСТИ ИЗВЕСТНЯКОВ ДОНБАССА

**Э.А. Абдуллаева, Ю.А. Дегтяренко, Д.Ю. Слепченко**

Научный руководитель доцент В.В. Ишков

*Национальный горный университет, г. Днепропетровск, Украина*

Основная и торцовая системы эндогенной трещиноватости хорошо выражены в известняках и прослеживаются на значительные расстояния. Они расположены перпендикулярно к наслоению или близко к нему – отклонения не превышают 5-10 градусов.

Азимут направления простираения основной системы эндогенной трещиноватости известняков угленосной толщи Донбасса изменяется от 335 до 25 градусов.

Поверхности трещин слабоволнистые. В поверхностных условиях эндогенные трещины, как правило, раскрыты с величиной зияния от одного до нескольких сантиметров. Трещинные полости иногда выполнены кальцитом, глинистым веществом и натечными образованиями гидроокислов железа.

Пласты известняка часто неоднородны. Обычно они состоят из чередующихся слоев прочных карбонатных пород и тонких прослоев глинистых, реже песчано-глинистых пород. Мощности отдельных слоев так же, как и общая мощность пластов известняка, значительно изменяются по простираению и в разрезе угленосных отложений.

В процессе выполненных исследований была установлена статистическая связь густоты первичной трещиноватости в пластах известняков с их строением, морфологическими и текстурно-структурными особенностями. Эта связь заключается в том, что усложнение строения пласта, резкое изменение его морфологии (уменьшение или увеличение мощности), преобладание более мелких гранулометрических фракций, детритусовых частиц и в целом более мелкозернистое строение, как правило, сопровождается увеличением густоты первичной трещиноватости.

Максимальное расстояние между эндогенными трещинами отмечается в средне- и крупнозернистых известняках, расположенных в кровле угольных пластов марки ОС (среднее расстояние между трещинами 180 см), минимальное – в водорослевых мелкозернистых известняках, залегающих в непосредственной близости от угольных пластов марки Д (среднее расстояние между трещинами 24 см)

Наличие органических остатков, а также крупнозернистое строение известняков, при всех прочих равных условиях, способствует снижению интенсивности эндогенной трещиноватости.

С увеличением степени эпигенетических изменений, трещиноватость известняков монотонно уменьшается.

## ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ ВЕРХНЕЮРСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ В ПРЕДЕЛАХ УСТЬ-ТЫМСКОЙ ВПАДИНЫ (ТОМСКАЯ ОБЛАСТЬ)

**С.А. Беженцев**

Научный руководитель профессор И.А. Вылцан

*Томский государственный университет, г. Томск, Россия*

Отложения васюганской свиты (келловей – нижний-средний оксфорд), вмещающие пласты горизонта Ю<sub>1</sub>, являются одним из главных продуктивных объектов Западно-Сибирского нефтегазоносного бассейна, где битуминозные аргиллиты баженовской свиты являются основным источником углеводородов, одновременно выполняя роль региональной покрывки для залежей в песчаных пластах горизонта Ю<sub>1</sub> (Ю<sub>11</sub>-Ю<sub>14</sub>) [1].

В пределах Усть-Тымской впадины в отложениях пласта Ю<sub>1</sub> открыты Киев-Ёганское, Никольское, Тунгольское нефтяные и Чкаловское газо-нефтяное месторождения (рис. 1).

Верхнеюрские отложения васюганской свиты, относимые к терригенно-глауконитовой формации, датируются средним келловеем – оксфордом. Детальное литолого-стратиграфическое расчленение пород васюганской свиты на территории Томской области выполнено Е.Е. Даненбергом, В.Б. Белозеровым, Н.А. Брылиной и др. [2, 3, 4, 5, 6, 7] на основе данных спорово-пыльцевого анализа Марковой Л.Г. и др. [6], микрофаунистических определений Татьянина Г.М. и др. [7], посредством тщательной увязки осадков с выделением толщ и пластов, корреляция которых в пределах исследуемого района, учитывая наличия реперных горизонтов, проводится до-вольно уверенно.

Васюганские отложения накапливались в условиях дельтовой равнины. Авандельта представляла собой пологое мелководье, которое по мере поступления осадочного материала продвигалось в северо-западном направлении.

Согласно многочисленным исследованиям [1], васюганская свита подразделяется на две подсвиты:

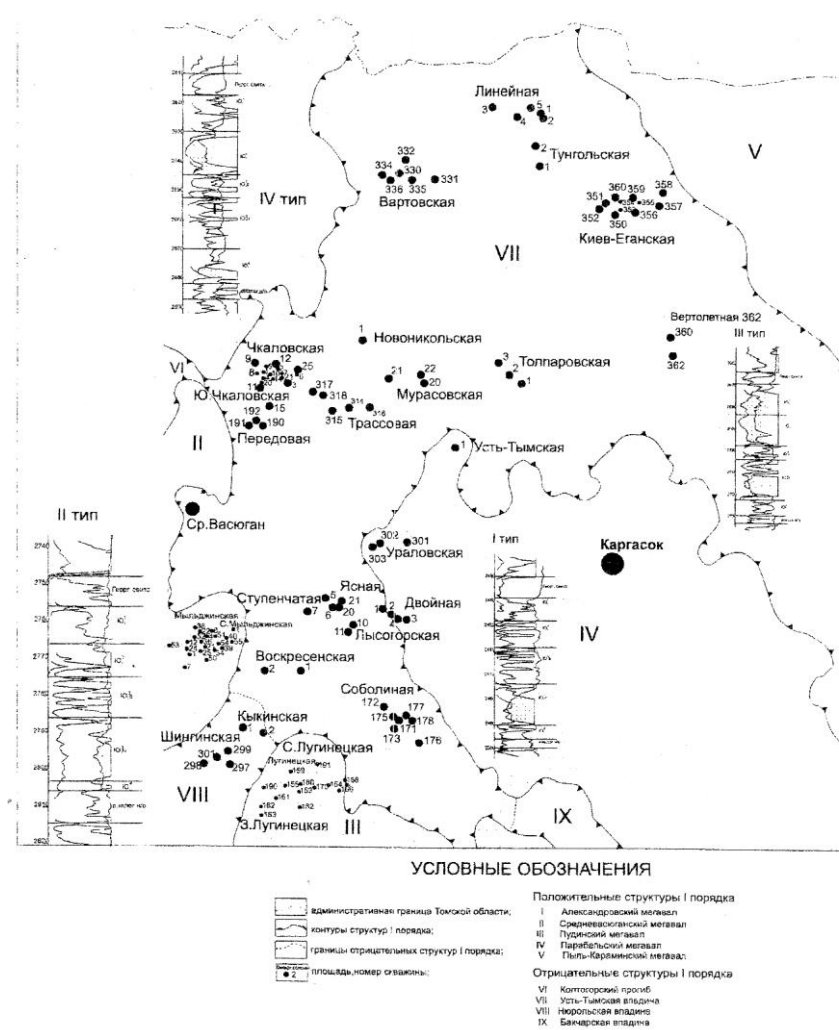


Рис. 1. Обзорная карта района исследований (Усть-Тымская впадина Томской области)

нижнюю – преимущественно глинистую и верхнюю – опесчаненную.

Васюганский резервуар, имеет сложное полифациальное строение, литологические различия часто замещаются, выклиниваются. Верхневасюганская подсвита сложена песчаниками, алевролитами переслаивающимися с аргиллитами и редкими пластами углей. Отложения подсвиты слагают и основной региональный горизонт Ю01, в составе которого выделяются песчаные пласты Ю11, Ю12, Ю13 и Ю14, разделенные или угольным пластом, или межугольной пачкой, ограниченной пластами угля [1].

Необходимо отметить, что на территории Тымского района келловей-оксфордские отложения представлены образованиями переходной зоны от васюганской к наунакской (западная часть) и собственно наунакской (восточная часть) [1].

Для наунакской свиты характеристики по ГИС не отличаются от соответствующих характеристик нижележащих отложений тюменской свиты и в случае отсутствия возрастных определений подшва свиты принимается условно [1].

Отложения наунакской свиты вскрыты скважинами на Можанской, Толпаровской и Вертолетной площадях.

Литологически отложения наунакской свиты представлены чередованием глин, алевролитов и песчаников. В глинах отмечается полосчатость, обусловленная слойками и линзами песчаников, в песчаниках – глинами. По данным описания керна, характерно повышенное содержание пирита.

Песчаники серые, светло-серые, мелкозернистые полимиктовые, с глинистым цементом, волнисто-горизонтальнослоистые, отмечаются многочисленные прослои углей и углистых аргиллитов.

По данным минералого-петрографического анализа, песчаники слабосцементированные светло-серые средне-крупнозернистые. Структура песчаника псаммитовая, текстура несовершенная микрослоистая, обусловленная ориентировкой обломочного материала. Последний составляет около 92 % породы; он хорошо отсортирован, имеет полуугловатые, слабо окатанные формы. Гранулометрический состав песчаника (0,1–0,25мм) = 2 %;

(0,25–0,5 мм) = 38 %; (0,5–1,0 мм) = 60 %; а петрографический: кварц – 55 %, полевошпатовый – 35 %, обломки пород – 10 %.

Кварц встречается в виде зерен вытянутой, неправильной и изометричной формы, с простым и волнистым погасанием, часто с хорошо выраженной регенерационной оторочкой. Полевые шпаты в зернах таблитчатой и неправильной формы со слабым развитием по ним серицит-пелита. Обломки пород овально-вытянутой, неправильной формы. Представлены, в основном, метаморфическими разностями (сланцами), реже эффузивами.

Из аксессуарных минералов встречены циркон и сфен; из аутигенных – в небольших количествах присутствуют округлые, неправильные образования, глобулы и сыпь пирита; единичные зерна кальцита, титанистых минералов.

Эпигенетические преобразования в породе выражены в растворении контуров зерен, припае и вдавлении зерен друг в друга, в хорошо выраженной регенерации зерен кварца, реже полевых шпатов. Тип цементации песчаника – поровый и пленочный; состав цемента – каолиновый с примесью лейкоксена. В небольшом количестве в породе отмечен битум – пленочки, капельки. Иногда встречаются свободные поры [1].

Следует отметить, что коллекторские свойства данного песчаника, судя по слабой его цементации, наличию свободных пор, хорошей раскристаллизации каолинита в цементе, высокие. В целом же судить о составе и свойствах песчаников пласта Ю<sub>1</sub> по скважинам, расположенным на изучаемой площади, не представляется возможным из-за плохой охарактеризованности его керном.

#### Литература

1. Белозеров В.Б., Даненберг Е.Е., Огарков А.М. Особенности строения васюганской свиты в связи с поисками залежей нефти и газа в ловушках неантиклинального типа // Сб. научных трудов СНИИГГиМС. – Новосибирск, 1980. – Вып 275. – С. 101–103.
2. Белозеров В.Б., Брылина Н.А. Перспективы поиска ловушек неантиклинального типа в отложениях верхней юры Средневасюганского мегавала // Геологическое строение и нефтегазоносность юго-востока Западной Сибири: Сб. научных трудов СНИИГГиМС. – Новосибирск, 1989. – С. 107–115.
3. Брылина Н.А., Даненберг Е.Е. Палеогеоморфологические предпосылки поисков залежей нефти и газа в ловушках неантиклинального типа в отложениях васюганской свиты на юго-востоке Западно-Сибирской плиты // Геологическое строение и нефтегазоносность юго-востока Западной Сибири: Сб. научных трудов СНИИГГиМС. – Новосибирск, 1989. – С. 115–123.
4. Брылина Н.А. Условия формирования резервуаров нефти и газа в отложениях васюганской свиты на севере Томской области: Автореф. дисс.... канд. геол.-минер. наук. – Томск, 1986. – 17 с.
5. Конибер Ч.Э.Б. Палеогеоморфология нефтегазоносных песчаных тел. – М.: Недра, 1979. – 255 с.
6. Маркова Л.Г., Даненберг Е.Е., Скуратенко А.В. Палеонтологическое обоснование корреляции верхнеюрских отложений и наличие в них зон выклинивания на юго-востоке Западно-Сибирской плиты // Спорово-пыльцевой метод при реконструкции палеорастительности и определении биофаций: Сб. научных трудов ЗапСибНИГНИ. – Тюмень, 1984. – С.28.
7. Татянин Г.М. Строение и фораминиферы верхней юры юго-востока Западной Сибири: Автореф. дисс.... канд. геол.-минер. наук. – Томск, 1985. – 19 с.

### ОБ ЭНДОГЕННОЙ ТРЕЩИНОВАТОСТИ АРГИЛЛИТОВ УГЛЕНОСНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ДОНБАССА

**А.Р. Безпалов, К.А. Гордовенко, И.К. Андриянов**

Научный руководитель доцент В.В. Ишков

*Национальный горный университет, г. Днепрпетровск, Украина*

Аргиллиты являются наиболее распространенными породами угленосных отложений Донбасса. В подавляющем большинстве случаев этими породами сложены непосредственные почвы и кровли угольных пластов. В угленосных отложениях они образуют линзы, отдельные прослои и пласты различной мощности.

В естественных обнажениях и карьерах трещины в аргиллитах, в основном, раскрыты с величиной зияния до 3–4 см. Вдоль трещин аргиллит обычно интенсивно выветрен.

В шахтах эндогенная трещиноватость хорошо проявляется, как в подготовительных, так и в очистных выработках. Отделение породы от массива с последующим обрушением ее в выработанное пространство часто происходит при раскрытии именно первичных систем трещин.

Связь густоты трещиноватости с морфологическими и структурными особенностями аргиллитов состоит в том, что усложнение строения и резкое изменение мощности пластов, смена текстурного типа и изменение содержания конкреций сопровождаются увеличением трещиноватости.

Значение трещиноватости углистых аргиллитов, сидеритизированных аргиллитов и собственно аргиллитов статистически значимо отличаются друг от друга.

Максимальные расстояния между эндогенными трещинами зафиксированы в сидеритизированных аргиллитах, находящихся на стадии катагенеза соответствующей марке углей Т (среднее расстояние между трещинами 94 см), а минимальные – в аргиллитах, вмещающих пласты углей марки Д (среднее расстояние между трещинами 9 см).

Трещиноватость аргиллитов и углистых аргиллитов под воздействием катагенеза изменяется в одном режиме, а известковистых и сидеритизированных – в другом. Расстояние между трещинами в породах, находящихся на одной стадии катагенеза и при всех прочих равных условиях закономерно возрастает в ряду – углистые аргиллиты, аргиллиты, известковые аргиллиты, сидеритизированные аргиллиты.

Расстояния между трещинами в углистых аргиллитах и аргиллитах увеличиваются с ростом степени катагенеза, соответствующему изменению марочного состава углей от марки Д до марки Ж и в дальнейшем уменьшаются. Эндогенная трещиноватость известковистых и сидеритизированных аргиллитов монотонно уменьшается с ростом катагенеза.

## ЛИТОЛОГО-МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПОРОД УРЖУМСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ КАЗАНСКО-ЧЕБОКСАРСКОГО ТИПА РАЗРЕЗА ПО ДАННЫМ ИССЛЕДОВАНИЙ ШЛИФОВ И СПЕКТРОВ ЭПР

Р.Р. Габдрахманов

Научный руководитель доцент Н.Г. Нургалиева

*Казанский государственный университет им. В.И. Ульянова-Ленина, г. Казань, Россия*

Уржумские отложения слагают одноименный горизонт нижнего подъяруса татарского яруса [1].

На территории Татарстана отложения татарского яруса слагают водораздельные пространства и чаще представлены лишь своей нижней частью. Наиболее полные разрезы татарского яруса развиты в Предволжье. В западном направлении татарские аллювиальные и озерные образования ложатся на все более древние морские слои казанского яруса. Верхняя граница татарского яруса является поверхностью размыва, перекрывающей четвертичными отложениями, а на юго-западе территории – отложениями юры и мела.

В строении татарского яруса основную роль играют преимущественно континентальные красноцветные песчано-глинистые образования и пестроцветные карбонатно-глинистые отложения. Фауна наземных позвоночных, остракод и пеллеципод служит основой обоснования выделения самого яруса и составляющих его горизонтов.

В составе татарского яруса выделяются нижний и верхний подъярусы. Нижний подъярус рассматривается в объеме уржумского, верхний – в составе северодвинского и вятского горизонтов.

Предметом изучения в настоящей работе являются отложения Казанско-Чебоксарского типа разреза уржумского горизонта.

Опорный тип данного разреза представлен в овраге Черемушка в Приказанском районе. Он является также стратотипическим для слагающих горизонт свит – сулицкой и ишеевской. На размытой поверхности серых мергелей и глин переходной пачки казанского яруса залегают:

**сулицкая свита:** пачка уржумских плитняков (буровато-коричневые песчаники, участками с кремниевым гравием (сл. 2–6; 3,15 м); серые, зеленоватые и розоватые кавернозные мергели (сл. 7, 8; 2,05 м); переслаивание коричневых аргиллитов и алевролитов с тонкими прослоями зеленовато-серых песчаников и серых мергелей и чешуйками ганоидных рыб (сл. 9–18; 4,6 м); серые, розоватые и зеленоватые мергели и доломиты с прослоями коричневых аргиллитов и алевролитов и чешуйками ганоидных рыб (сл. 19–36; 5,05 м); коричневатые аргиллиты и алевролиты с маломощными прослоями зеленоватых песчаников, остатками филлопод и чешуйками ганоидных рыб (сл. 37–39; 2,55 м); зеленовато-серые, прослоями кавернозные и брекчиевидные, мергели с прослоями красновато-коричневых аргиллитов и алевролитов (сл. 40–52; 5,85 м)) пачка кварцевых песчаников (светло-серые кварцевые песчаники, выше – желтовато-коричневые пятнистые аргиллиты и алевролиты с прослоем зеленоватого песчаного мергеля в кровле (сл. 53–64; 5,55 м),

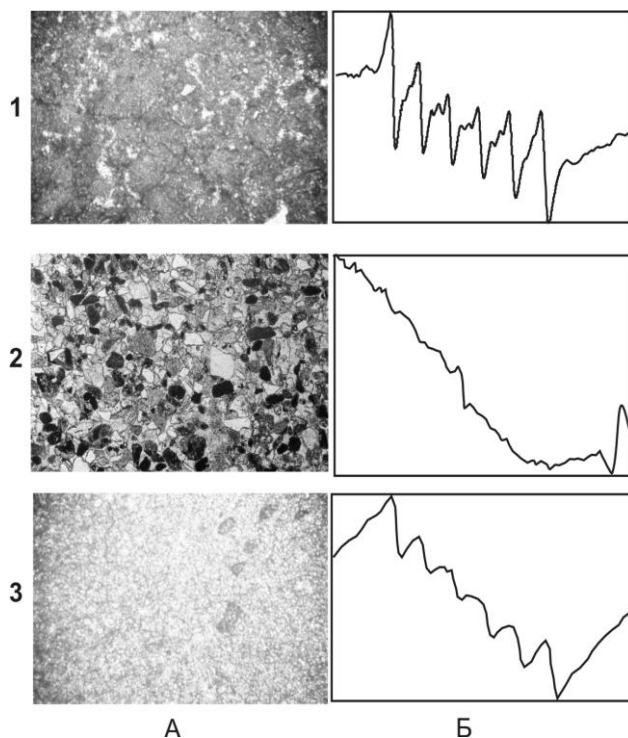
**ишеевская свита:** пачка зеленых глин (в основании – невыдержанная (0,2–0,6 м) по простиранию пачка переслаивания коричневато-красных алевролитов и зеленовато-серых песчаников с гравием кремнистых, карбонатных и глинистых пород, выше – слой (0,6–1,0 м) зеленой глины с многочисленными остатками остракод, филлопод, двустворчатых моллюсков и ганоидных рыб, перекрывающийся пачкой красновато-коричневых аргиллитов с маломощными прослоями зеленоватых песчаников и зеленых аргиллитоподобных глин, с линзами мергеля в верхней части (сл. 65–87; 7,3 м); пачка "черемушка" (переслаивание серых глинистых строматолитовых известняков и серых, зеленоватых и розоватых мергелей с прослойками красновато-коричневых аргиллитов и алевролитов и остатками остракод, двустворчатых моллюсков, чешуйками ганоидных рыб и косточками амфибий (сл. 88–100; 5,6–6,25 м); пачка ленточных мергелей (желтоватые и красновато-коричневые аргиллиты с прослойками зеленовато-серых песчаников и коричневых алевролитов, с прослоем (1,7–2,7 м) пестрого мергеля в средней части пачки, с остатками остракод, филлопод, двустворчатых моллюсков, чешуйками ганоидных рыб (сл. 101–109; 6,25–7,1 м); пачка "воробьевка" (переслаивание серых глинистых известняков, серых мергелей и красных алевролитов и аргиллитов с остатками остракод, двустворчатых моллюсков, костей рептилий (сл. 110–126; 6,3–6,9 м)); пачка "табачных" песчаников (переслаивание коричневых ("шоколадных") аргиллитов и зеленовато-серых ("табачных") косослоистых песчаников, в кровле – тонкое переслаивание пестрых аргиллитов, мергелей и известняков с трещинами усыхания; встречены остатки остракод, филлопод, двустворчатых моллюсков, чешуйки ганоидных рыб (сл. 127–137; 7,3–7,9 м); пачка "крутоовражная" (переслаивание серых глинистых строматолитовых известняков, серых, розовых и сиреневых мергелей, малиновых, коричневых и серых алевролитов с известковыми конкрециями; встречены остатки харофитов, остракод и двустворчатых моллюсков (сл. 138–147; 3,5–8,4 м).

Поверхность "крутоовражной" пачки на отдельных участках глубоко размыта и на ней залегают красноцветные песчано-глинистые породы северодвинского горизонта верхнетатарского подъяруса. Суммарная мощность отложений сулицкой свиты в разрезе составляет до 30 м, ишеевской свиты – до 41 м.

Пестроцветные отложения уржумского горизонта резко отличаются от морских и лагунных белых и серых карбонатов казанского яруса с темно-серыми терригенными прослоями, а также от монотонных красноцветов белебеевской свиты и верхнетатарского подъяруса.

Наиболее распространенными карбонатными породами являются мергели (рис.1). Доминируют коричневые и серые окраски мергелей. Цвет мергелей в татарских отложениях меняется снизу вверх от коричневых через красно-коричневых к серым. Пласты мергелей мощностью 0.4–25.5 м переслаиваются часто с алевролитами и известняками. Реже в ассоциации с мергелями встречаются песчаники. Состав мергелей представлен кальцитом, участками доломитом, скрытокристаллическим гематитом в доминирующей глинистой массе.

Песчаники значительно уступают по своей распространенности глинам, алевролитам и мергелям. Пре-



**Рис. 1:** Мергель неоднородный комковатый: мелкие зерна карбонатов неравномерно распределены в доминирующей глинистой массе (пачка уржумских плитняков): А – фото при N+, длина поля 2 мм. Б – характерный спектр ЭПР (кальцит+доломит+ферромагнетики); 2 – Песчаник олигомиктовый, разнозернистый. Зерна кварца и полевых шпатов угловатые, полуокатанные, окатанные. Преобладает песчаная фракция с размерами зерен 0.1–0.15 мм (50–60 % обломочного материала). Алевролитовой фракция с размерностью 0.04–0.08 мм (30 % обломочной массы). Наблюдаются также зерна гематита, кремнистых и глинистых пород, обломки карбонатных пород. Цемент карбонатный, глинистый (пачка «табачных» песчаников): А – фото при N-, длина поля 2 мм. Б – характерный спектр ЭПР (кварц+ферромагнетики). 3 – Доломит коллоидно-тонкозернистый с ихнитолитами (пачка «крутоовражная»): А – фото при N-, длина поля 2 мм. Б – характерный спектр ЭПР (доломит+анкерит)

обладают олигомиктовые разности песчаников (рис. 1) и алевролитов, которые характеризуются неоднородным распределением в них обломочного материала, в основном кварца, составляющего от 52 до 93 % (мономиктовые разности) обломочной массы. Полевые шпаты представлены плагиоклазом, отвечающим по составу олигоклазу с содержанием анортита 17–20 %, а также реже микроклином. Зерна кварца и полевых шпатов угловатые, полуокатанные, нередко неокатанные. Преобладающая фракция в песчаниках 0.1–0.15 мм (50–70 % обломочной массы), меньше алевролитовой фракции с размерностью 0.04–0.08 мм (25–40 % обломочной массы). В алевролитах преобладает размер 0.07–0.1 мм (60–65 % обломочной массы). Помимо обломков кварца и полевых шпатов наблюдаются зерна кремнистых и глинистых пород, а также обломки карбонатных пород. Цемент карбонатный, глинистый, гипс-ангидритовый. Песчаники окрашены в голубовато- и желтовато-серые цвета и имеют мощность от 0.4 до 4 м. Алевролиты коричневые и красно-коричневые и имеют мощность от 1.5 до 16 м.

Глины в татарских отложениях широко распространены, уступая только алевролитам. В нижнетатарских отложениях преимущественно распространены карбонатные глины коричневого цвета со ступчатой текстурой, обусловленной скоплениями карбонатного вещества.

Карбонатные породы имеют подчиненное значение в строении уржумского горизонта и представлены в основном в пачке «уржумских плитняков» и пачке «крутоовражной». Известняки представлены тонкозернистыми разностями с участками развития крупнокристаллического кальцита. Доломиты, как правило, коллоидно-тонкозернистые представлены маломощными прослоями мощностью 0.2–1.5 м.

Минералогический состав по спектрам электронного парамагнитного резонанса (ЭПР) выражен в виде следующих композиций: кальцит; кальцит и ферромагнетики; кальцит и доломит; кальцит, доломит и ферромаг-

нетики; кальцит и ферромагнетики; доломит и анкерит; кварц и ферромагнетики (примеры показаны на рис.1). Комплексование данных по описанию разреза, исследованиям шлифов и спектров ЭПР [2] позволяет реконструировать седиментационную историю уржумского горизонта, определяемую трендом доминирования континентальных обстановок над переходными и морскими.

#### Литература

1. Игнатьев В.И. Татарский ярус центральных и восточных областей Русской платформы. – Казань: Изд-во Казанск. ун-та, 1962. – 334 с.
2. Нургулиева Н.Г., Галеев А.А. Исследование пород методом ЭПР // В кн.: Стратотипический разрез татарского яруса на реке Вятке. – М: ГЕОС, 2001 – С.56–68.

### ПАЛЕОФАЦИАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РАЗРЕЗА ВАЛАНЖИНА В СКВ. ЮРХАРОВСКАЯ-310 (СЕВЕР ЗАПАДНОЙ СИБИРИ) ПО ПАЛИНОЛОГИЧЕСКИМ ДАННЫМ

А. В. Гноева<sup>1</sup>

Научный руководитель старший научный сотрудник Е.Б. Пещевицкая<sup>2</sup>  
<sup>1</sup> *Новосибирский государственный университет, г. Новосибирск, Россия*

<sup>2</sup> *Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН, г. Новосибирск, Россия*

Палинологическим методом изучен разрез валанжина в скв. Юрхаровская-310, представленный сероцветными глинами и песчаниками сортымской свиты. Выделено 3 палиностратона (слои с СПК3, СПК4 и СПК5), которые привязаны к зональному бореальному стандарту и соответствуют зонам по аммонитам *quadrifidus-gamulicosta* (средняя часть нижнего валанжина), *gamulicosta-bidichotomus* (верхняя часть нижнего валанжина – нижняя часть верхнего валанжина) и *bidichotomus* (верхняя часть верхнего валанжина) [1]. Это позволило проанализировать палеообстановки в течение достаточно коротких интервалов времени.

Палеофациальный анализ основан на количественных данных по спорам и пыльце наземных растений. Изучение литературы по палеопалинологии, палеоботанике и экологии современных растений позволило установить ботаническую принадлежность палинологических таксонов и определить экологические потребности растений-продуцентов. Выделено 2 экологические группы: 1) влаголюбивые – споры папоротников (*Syathidites* spp., *Leiotriletes* spp., *Deltoidospora* spp., *Osmundacidites* spp., *Todisporites* sp.), мхов (*Cooksonites* spp., *Rouseisporites* spp., *Foraminisporis* spp., *Hepatica* gen. sp. indet.), плауновидных (*Aequitriradites* spp., *Densoisporites* sp., *Lycopodiumsporites* spp., *Leptolepidites* spp., *Ceratosporites* sp., *Neoraistrickia* spp.), а также пыльца еловых (*Piceapollenites* spp.) и семенных папоротников (*Alisporites* sp.); 2) влагоумеренные – пыльца гинкговых (*Ginkgocycadophytus* spp.), сосновых (*Pinuspollenites* spp.), цикадовых (*Cycadopites* spp.).

Было проанализировано изменение их процентного соотношения по разрезу. В верхней части слоев с СПК3 наблюдается большое количество пыльцы влагоумеренных растений (~40 %). Ниже и выше по разрезу (в нижней части СПК3 и СПК4) количество их пыльцы сокращается до 20 %, а в СПК5 до 9 %. Количество влаголюбивых, напротив, увеличивается. Это дает возможность предполагать существование в это время обширных низин, заселенных влаголюбивыми растениями. Изменение ландшафтов, по-видимому, было связано с трансгрессивно-регрессивными событиями. Возможно, при регрессии обнажались значительные участки низин, которые в основном были заселены влаголюбивыми растениями. При повышении уровня моря низинные участки затоплялись, в результате количество спор и пыльцы влаголюбивых растений в палиносpectрах уменьшается.

Полученные данные подтверждают результаты по скв. Северо-Вологодчанская-18 (Усть-Енисейский район), где трансгрессивно-регрессивные циклы детально восстановлены по фораминиферам, диноцистам и пазинофитам [3]. Анализ процентных соотношений групп наземных палиноморф показал, что здесь количество влаголюбивых растений также увеличивается в периоды регрессии моря. Кроме того, тренды в изменении экологических групп растений в обоих разрезах совпадают во времени. Однако доминирующие таксоны в экогруппах отличаются, что можно объяснить палеогеографическими факторами и направлением сноса. По данным А.С. Грязевой и Н.Д. Мчедлишвили [2], на территории Сибири выделяются три ботанико-географические провинции: особенностью Уральской является большое количество глейхениевых папоротников. Таймыро-Хатангская отличается большим количеством циетейных и осмундовых, а Западно-Сибирская – значительным количеством гинкговых и хейролепидиевых. Особенности таксономического состава изученных палинологических ассоциаций позволяют предположить области сноса: для скв. Северо-Вологодчанская-18 – Таймыро-Хатангская провинция, а для скв. Юрхаровской-310 – Западно-Сибирская. Грант РФФИ № 09-05-00210 и программы РАН № 15, 17.

#### Литература

1. Гноева А.В. Палиностратиграфия валанжинских отложений Тазовского района (север Западной Сибири) на примере скв. Юрхаровская-310 // *Материалы XLVII международной научной студенческой конференции «Студент и научно-технический прогресс»*. 2009. С. 10–11.
2. Грязева А.С., Мчедлишвили Н.Д. Растительность севера Сибири и северо-востока европейской части СССР в валанжине // *Палинология в нефтяной геологии*. Ленинград: ВНИГРИ, 1971. С. 43-55. (Труды ВНИГРИ. Вып. 296).

3. Пещевицкая Е.Б., Хафаева С.Н. Палеофациальный анализ нижнемелового разреза скв. Северо-Волгочанская-18 (Западная Сибирь) по фораминиферам и палиноморфам // *Новости палеонтологии и стратиграфии. Приложение к журналу «Геология и геофизика»*. 2008. Т. 49. С. 273–278.

### НОВЫЕ ДАННЫЕ О ГЕОЛОГИЧЕСКОМ СТРОЕНИИ УЧАСТКА КОДАЦКОГО ПОРОГА (Р. ДНЕПР)

**Е.А. Головки, А.О. Дехтярь, О.Я. Стрелец**

Научный руководитель доцент В.В. Ишков.

*Национальный горный университет, г. Днепропетровск, Украина*

Координаты центра Кодацкого (Кайдацкого, Кайдакского, Кодакского) порога 48°23'12"N, 35°8'51"E. На правом берегу р. Днепр у границ порога расположен затопленный Старокойдацкий гранитный карьер, на левом берегу – Любимовский гранитный карьер. Ниже по течению Днепра от затопленного порога на правом берегу наблюдается скала, а на левом – перпендикулярно расположенная к р. Днепр система частично затопленных оврагов.

Участок расположения порога соответствует краевым частям локальных аномалий силы тяжести линейной формы высокой и средней интенсивности (до 2–3 мгл), которые сопровождаются магнитным полем мозаичной структуры интенсивностью до 1,0–2,0 тыс. нТл. Участок порога приурочен к зонам разрывных нарушений, фиксируемых по линейным структурам гравитационного поля (интенсивность – 1,0 мгл) и магнитного (интенсивность до 500 нТл) с простиранием линеаментов в азимутах 0° и 347°.

В обнажениях у порога наблюдаются гранитоиды Днепропетровского комплекса (AR<sub>1</sub>dn) палеоархейского возраста, сформировавшиеся 3,2–3,4 миллиардов лет назад. Среди них макроскопически по минеральному составу и структурно-текстурным признакам выделяется три типа пород.

К первому типу относятся биотитовые граниты с преимущественно массивной и равномерно зернистой структурой. Микроскопически порода имеет гипидиоморфную, гранитную структуру. В состав породы входят минералы: кварц (25 %), ортоклаз (13 %), микроклин (40 %), биотит (5 %), рудный минерал (2 %), эпидот и сфен – единичные зерна. Биотит часто развит по зальбандам микротрещин.

Ко второму типу относятся биотит-роговообманковые гранитоиды с гнейсовидной, полосчатой текстурой и неравномерно зернистой структурой. В этом типе гранитоидов изредка наблюдаются ксенолиты амфиболитов, в которых роговая обманка практически полностью замещена биотитом, причем кристаллы биотита ориентированы субпараллельно вдоль направления порога.

Как по первому, так и по второму типу пород развиты зоны микроклинизации, образованные субпараллельно ориентированными вдоль направления порога жилами существенно микроклинового состава.

Третий тип представлен сильно измененными и выветрелыми гранитоидами с многочисленными полихронными прожилками, формирующими ортогональные наложенные друг на друга зоны микроклинизации, окварцевания и эпидотизации, причем относительно друг друга вначале формировались зоны микроклинизации, затем по зонам дробления происходила эпидотизация породы, а на заключительном этапе ортогонально относительно предыдущих зон происходило окварцевание. Сформированные таким образом кварцевые жилы имеют сложное строение. В их центральной части наблюдается преимущественно кварцевый состав, который в зальбандах постепенно переходит в кварц-эпидотовый. Когда такие участки сливаются и занимают значительный объем – породу можно классифицировать как «эпидозит».

### НОВЫЕ ДАННЫЕ О ГЕОЛОГИЧЕСКОМ СТРОЕНИИ ТЕРРИТОРИИ СУРСКОГО ПОРОГА (Р. ДНЕПР)

**О.В. Гудым, М.Ю. Дюбо, М.И. Полтавец**

Научный руководитель доцент В.В. Ишков.

*Национальный горный университет, г. Днепропетровск, Украина*

Координаты Сурского порога 48°19'6"N, 35°9'26"E. На правом берегу р. Днепр северная граница порога находится ниже на 400–450 м по течению Днепра от устья р. Мокрой Суры, еще южнее на 150–200 м расположена околица с. Ракишивка, на левом берегу – с. Перше Травня. Между с. Ракишивка и порогом расположен субпараллельно простиранию порога частично затопленный овраг. Ниже на 500 м по течению р. Днепр по его левому берегу от южной границы порога находится Первомайский гранитный карьер.

Участок расположения порога соответствует полям отрицательных и прилегающим к ним участкам положительных мозаичных слабо интенсивных (до 0,2–0,4 мгл) аномалий силы тяжести больших размеров, которые совпадают с развитием положительных мозаичных магнитных аномалий интенсивностью до 1,5 тыс. нТл. Порог находится в зоне пересечения разломов трех направлений: 0°, 270° и 45°. Все три направления уверенно выражены линеаментами в гравитационном поле; разлом диагонального простирания фиксируется и в магнитном поле (интенсивность модуля вектора напряженности в линейной аномалии геомагнитного поля достигает 700 нТл).

В обнажениях у порога наблюдаются гранитоиды Днепропетровского комплекса (AR<sub>1</sub>dn) Палеоархейского возраста. Макроскопически по минеральному составу и структурно-текстурным признакам порода относится к гранодиориту светло-серого цвета с массивной, полосчатой, гнейсовидной текстурой и неравномерно-зернистой структурой. На фоне светло-розовой массы полевых шпатов выделяются темно-серые пятна – скопления хлорита, биотита и эпидота. Эти же минералы также развиваются вдоль микротрещин.



Микроскопически структура породы, изучаемой в шлифах – аллотриоморфнозернистая, порфириовидная, структура основной массы – гранитная. В состав породы входят минералы: кварц (5 %), микроклин (10 %), плагиоклаз (33 %), ортоклаз (45 %), биотит (3 %), хлорит (1 %), эпидот (2 %), рудный минерал (1 %). Кварц образует основную массу породы, располагаясь между крупными зернами микроклина, ортоклаза и плагиоклаза. Вдоль двойников и трещин спайности плагиоклаза и ортоклаза развиваются агрегаты соссюрита. Кристаллы плагиоклаза иногда содержат ксенокристаллы микроклина и кварца.

В породе наблюдаются две системы микротрещин, по которым развиваются эпидот и рудный минерал.

## ПЕРСПЕКТИВЫ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ ЮЖНОЙ ЧАСТИ ТУРГАЙСКОГО ПРОГИБА Ю.А. Дьяконова

Научный руководитель доцент В.В. Дьяконов  
Российский университет дружбы народов, г. Москва, Россия

Рассматриваемая территория находится в пределах Туранской плиты, в южной части Тургайского прогиба [2]. В геологическом строении принимают участие три структурных комплекса – палеозойский фундамент, переходный юрский комплекс и платформенный чехол (мезокайнозойский). Глубина погружения фундамента изменяется от 4км в грабен-синклиналиях до 200м на горст-антиклиналях. Мезокайнозойский комплекс включает в себя юрскую, меловую и палеогеновую системы (рис. 1). Юрские отложения являются главным нефтегазогенерирующим комплексом всей впадины. Меловые отложения сопоставимы по своему составу с юрскими отложениями и представлены песчаниками, глинами, алевролитами, гравелитами. Их мощность изменяется от 500м до 1850м.

Наибольшей геолого-геофизической изученностью характеризуется восточная часть рассматриваемой территории, где располагается Южно-Тургайский нефтегазоносный бассейн. Поисково-детальная сейсморазведка и бурение показали дифференцированность внутренних частей Жиланчикского и Арыскупского прогибов, к которым приурочен нефтегазоносный бассейн, на относительно приподнятые и опущенные участки, соответствующие современным горст-антиклиналям и грабен-синклиналиям. Последние характеризуются более сложным строением юрских отложений. Их внутренние участки под воздействием разнонаправленных движений подверглись дифференциации на приподнятые и опущенные блоки, что отразилось на процессах осадконакопления. В Жиланчикском прогибе, где мощность осадочного чехла несколько меньше, чем в Арыскупском, в структуре основания отмечается чередование линейно вытянутых горст-антиклинальных и грабен-синклиналиальных зон [3]. Грабен-синклиналии заполнены преимущественно юрскими отложениями. Подобная картина наблюдается и в Арыскупском прогибе, где в фундаменте прослеживаются относительно узкие грабены, выполненные триасовыми и юрскими породами, а меловые и палеогеновые отложения полностью перекрывают прогиб. Именно с дифференцированными зонами связаны пространственно-временные изменения литологического состава. К этим зонам приурочены месторождения Кумколь, Арыскуп и другие. Такие изменения существенно влияют на характер и динамику волнового поля, а также на количество и контрастность отражающих поверхностей (рис. 2).

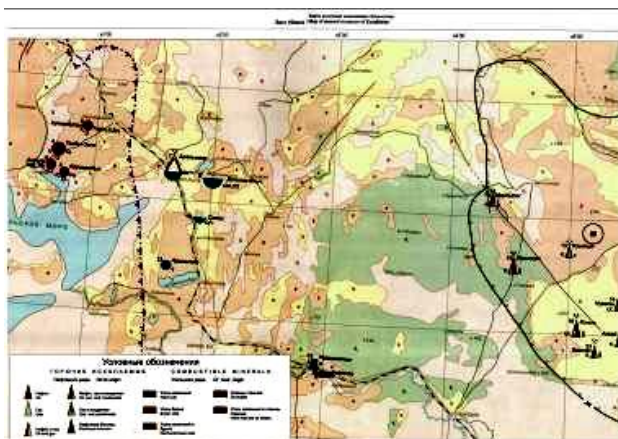


Рис. 1. Фрагмент карты полезных ископаемых республики Казахстан

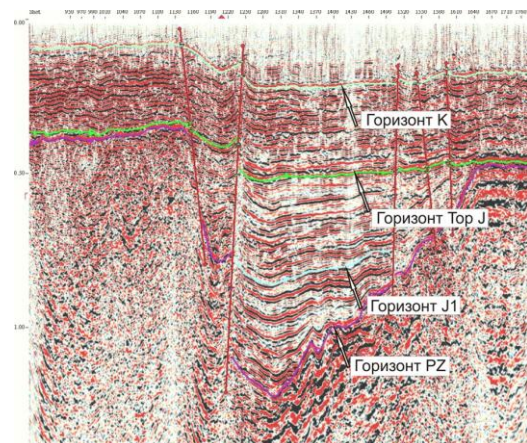


Рис. 2. Сейсмопрофиль по линии 3-3

Анализ сейсмопрофилей на основе метода тектоностратиграфии позволяет выделить следующие этапы: ранне-среднеюрский синрифтовый – образование грабен-синклиналией и горст-антиклиналей, в первых происходило накопление озерных, русловых и пойменных фаций, обильно содержащих гумусовое и гумусово-сапропелевое органическое вещество, позднеюрский – этап позднего рифтогенеза, характеризующийся более спокойной тектонической обстановкой и сопровождавшийся выравниванием рельефа, меловой и палеогеновый этапы – структурообразующие, с формированием локальных структур (Арыскуп, Кумколь и др.) и замыканием неантиклинальных ловушек нефти и газа в бортовых частях грабен-синклиналией и на склонах горст-антиклиналей [1].

Юрский нефтегазоносный комплекс наиболее полно представлен в прогнутых зонах, где развиты отложения всех трех отделов системы. Юрским отложениям свойственны высокие концентрации органических веществ (1–3,72 %) сапропелево-гумусового состава, содержание битумоидов 0,01–0,46 %, что позволяет выделить их в качестве нефтематеринских пород. Коллекторские горизонты обладают высоким емкостно-фильтрационным потенциалом (открытая пористость до 30 %, проницаемость в отдельных случаях до 6 мкм<sup>2</sup>). Наличие глинистых пластов в разрезе обеспечивает условия для сохранения залежей. Нижнемеловой нефтегазоносный комплекс представлен континентальными отложениями неокомского надъяруса и выделяется в даульскую свиту, которая расчленяется на две подсвиты: нижнюю – песчаную и верхнюю – глинистую. Песчаная формация мощностью 140 м выделена как арысский горизонт. Она обладает высокими коллекторскими свойствами (открытая пористость 20–30 %, проницаемость 0,5 мкм<sup>2</sup> и более). Верхняя глинистая формация служит региональным флюидоупором. Залежи углеводородов в нижнемеловых отложениях формировались в результате вертикальной миграции из материнских, глубокозалегающих юрских пород [4].

В северной части Тургайского прогиба нефтегазопроисхождение работы проводились в незначительных объемах. Здесь были пробурены структурно-поисковые и структурно-картировочные скважины, в которых встречены проявления нефти, газа и битума.

Площадь Нижнесырдарьинского свода размером 210×150 км, где из нижнекаменноугольных трещиновато-кавернозных известняков получены прямые признаки нефтегазоносности, выделена в качестве перспективной зоны нефтегазонакопления по отложениям палеозоя. Повышенная кавернозность и пористость известняков позволяют прогнозировать в его пределах развитие зон трещиноватости, приуроченных к глубинным разломам.

В рамках данной работы было проведено дешифрирование космоснимка масштаба 1:5000000 южной части Тургайского прогиба, которое дало следующие результаты (рис. 3):

- основным структурным элементом является мощная полукольцевая структура радиусом в западном направлении до 800 км от центрального ядра. Центральное ядро (I) диаметром ~ 150 км выполнено сокращенными до 800 м мезокайнозойскими отложениями на выступе палеозойского фундамента и соотносится с Нижнесырдарьинским поднятием. Во всех направлениях от выступа происходит погружение фундамента. Достигнув глубины ~ 1500 м, в разрезе чехла появляются юрские нефтегазоносные отложения;

- область до границы второго кольца (II) представляет собой наиболее погруженную часть структуры. Максимальная глубина достигает ~2000 м. В восточной части располагается Южно-Тургайский нефтегазоносный бассейн;

- с внешней стороны области интенсивного прогибания примыкает относительно узкая (до ~ 100 км) область воздымания – вал (III). В восточной части эти выходы палеозойских отложений практически на поверхности. В западной части эта структура, по-видимому, может быть отнесена к Арало-Кызылкумской гряде. К западу от гряды располагается область (IV), в пределах которой выделяются с юга на север Судочий прогиб, Барсакельмесская и Кабулакская впадины, Челкарский прогиб.

В классическом представлении в структурном отношении Тургайский прогиб заключен между антиклинорием Улутау и его южным погребенным продолжением – Нижнесырдарьинским сводом на востоке и Приуральской моноклиналию на западе. При дешифрировании космоснимка и анализе полученных результатов изучаемая территория в структурном отношении является четко выраженной кольцевой структурой, что меняет представление об истории развития изучаемой территории и позволяет соотнести её хорошо изученную восточную часть, выделяемую как нефтегазоносный бассейн с доказанной промышленной нефтегазоносностью с малоизученными северной и западной частями, являющимися перспективными зонами нефтегазонакопления.

Таким образом, Южно-Тургайский нефтегазоносный бассейн является частью погруженного кольца выявленной структуры. Большая мощность отложений осадочного чехла, присутствие юрского и мелового комплексов в разрезах западной и северной (схематический геологический разрез по линии 2–2 представлен на рис. 4) частей данного кольца, а также выявленные промышленные запасы в его восточной части говорят о перспективности поисково-разведочных работ на данной территории.

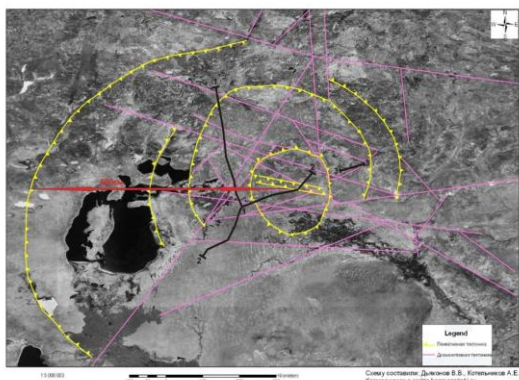


Рис. 3. Дешифрированный космоснимок

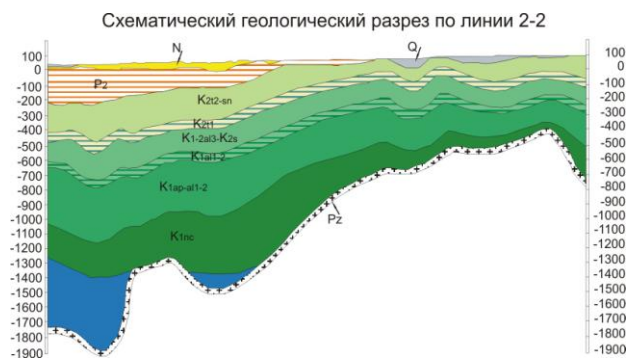


Рис. 4. Схематический геологический профиль по линии 2-2

Комплексный анализ и история геологического развития Южно-Тургайского прогиба приводят к выводу о пространственном совпадении или близости зон генерации и аккумуляции УВ в ниже-среднеюрских нефтегазоматеринских отложениях, о минимальных потерях УВ при миграции и в итоге позволяют высоко оценить перспективы нефтегазоносности рассматриваемой области.

Все выделенные перспективные зоны нефтегазонакопления при дальнейшем изучении их глубинного геологического строения и подготовке объектов для нефтегазопроисловых работ нуждаются в целенаправленных исследованиях по прослеживанию зон выклинивания пластов высокоразрешающей сейсморазведкой в комплексе со структурным и опережающим поисково-разведочным бурением. Сложное геологическое строение, обилие пликтивных и дизъюнктивных нарушений дают основания полагать, что в Южно-Тургайском прогибе основными объектами геологоразведочных работ на нефть и газ будут ловушки неантиклинального и комбинированного типов.

#### Литература

1. Геология и геодинамика нефтегазоносных территорий юга СССР / Под ред. С.П. Максимова, К.А. Клещева, В. С. Шеина. – Труды ВНИГНИ, 1986. – Вып. 255.
2. Клещев К.А., Альпаев А.А., Кошелев Н.И. и др. // Условия формирования нефтяных и газовых месторождений и критерии прогноза нефтегазоносности юга СССР. – М., 1986. – С. 107–117.
3. Лазыко Е.М., Региональная геология СССР. – М., Недра, 1975г., т.2. – С. 208.
4. Парагульгов Х.Х., Ли А.Б., Парагульгов Т.Х., Филиппов Г.П. Нефтегазоносные комплексы Южно-Тургайской впадины // Вестник АН КазССР, 1990. – № 1. – С. 49–59.

### КОНОДОНТЫ НА РУБЕЖЕ БАШКИРСКОГО И МОСКОВСКОГО ВЕКОВ ВОСТОКА РУССКОЙ ПЛИТЫ

А.В. Зверева

Научный руководитель доцент Г.М. Сунгатуллина

Казанский государственный университет им. В.И. Ульянова Ленина, г. Казань, Россия

Выбор глобального конодонтового биомаркера нижней границы московского яруса является одной из актуальных задач стратиграфии карбона [1, 2]. Сложность решения данной задачи заключается в том, что зональное расчленение башкирского яруса по конодонтам произведено на Южном Урале, а московского – в Подмосковье, где последний с большим перерывом залегает на образованиях нижнего карбона и его нижняя граница точно не установлена. На востоке Русской плиты располагаются непрерывные разрезы башкирского и московского ярусов, в которых можно проследить характер изменения конодонтовых комплексов. Однако данная группа фауны из пограничного интервала исследуемой территории относительно слабо изучена, поэтому выполнение данной работы представляется своевременным. Фактическим материалом послужила коллекция конодонтов из керна четырех скважин (рис. 1). Поэтому целью проведенного исследования явилось изучение конодонтов из пограничных башкирско-московских отложений востока Русской плиты, установление на их основе границы между ярусами и выявление возможного претендента на роль глобального корреляционного репера нижней границы московского яруса. Для достижения поставленной цели решались следующие задачи: изучение микрокульптуры, химического состава и внутреннего строения конодонтов; установление их систематического состава и стратиграфического распространения отдельных видов; проведение биостратиграфического анализа конодонтов и обнаружение широко распространенных видов, которые возможно использовать для обоснования нижней границы московского яруса.

В результате удалось установить, что комплекс конодонтов московского века сохраняет унаследованность от башкирского комплекса: на границе транзитные виды составляют половину всех имеющихся форм, вымершие – 10% и вновь появившиеся – около 40% (рис. 2).



Рис.1 Местоположение изученных скважин

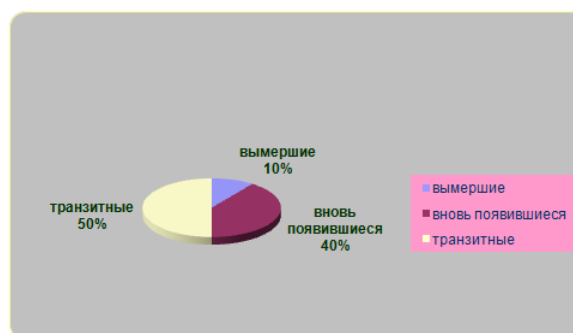


Рис. 2 Соотношение вымерших, транзитных и вновь появившихся видов конодонтов на границе башкирского и московского ярусов

В начале московского века появляются первые диплогнатодусы, представленные видами: *Diplognathodus coloradoensis* и *D. ellesmerensis* Bender. Среди деклиногнатодусов возникает *Declinognathodus donetzianus* Nemirovskaya с расширенной базальной полостью, несущей бугорки на внешней поверхности. Он имеет широкое распространение и позволяет четко зафиксировать нижнюю границу московского яруса. Также в начале московского века наблюдается существенное увеличение количества экземпляров вида *Declinognathodus marginodosus*, появившегося в конце башкирского века.

На основе полученных данных в качестве глобального конодонтового маркера нижней границы московского яруса предлагаются 3 варианта [1, 2].

1. Первое появление вида *Idiognathoides postsulcatus* Nemirovskaya. Ранее данный вариант рассматривался, как предпочтительный (Горева, 2009). Однако от него пришлось отказаться по ряду причин: вид встречается редко, критерии его диагностики весьма расплывчаты, диапазон распространения иногда расширяется до начала башкирского века (например, в Японии). В изученных разрезах на востоке Русской плиты также не обнаружен.

2. Возникновение *Declinognathodus ellesmerensis* Bender. Эта версия предложена китайскими учеными, обнаружившими его в разрезах Китая. Однако вид обладает рядом недостатков, не позволяющих присвоить ему статус глобального: практически не изучены филогенетические связи внутри рода, даже предок *Declinognathodus ellesmerensis* Bender неизвестен; кроме того, он имеет большой интервал стратиграфического распространения, охватывающий весь московский ярус.

3. Появление *Declinognathodus donetzianus* Nemirovskaya, который широко распространен в нижней части московского яруса Подмосквья, Донбасса, Южного Урала, Среднего Поволжья, встречен и в изученных разрезах скважин Кукмор-20010, Кузнечиха-34, Черемшан-33. Форма является предком вида *Declinognathodus marginodosus* (Grayson), от которого отличается появлением бугорков на внешней стороне базальной полости. Появление данного морфологического признака у деклиногнатодусов в начале московского века носит почти глобальный характер. Благодаря подобным признакам, *Declinognathodus donetzianus* Nemirovskaya вполне мог бы претендовать на роль корреляционного конодонтового репера нижней границы московского яруса. Однако есть регионы, где данный вид также не встречается (например, в Китае).

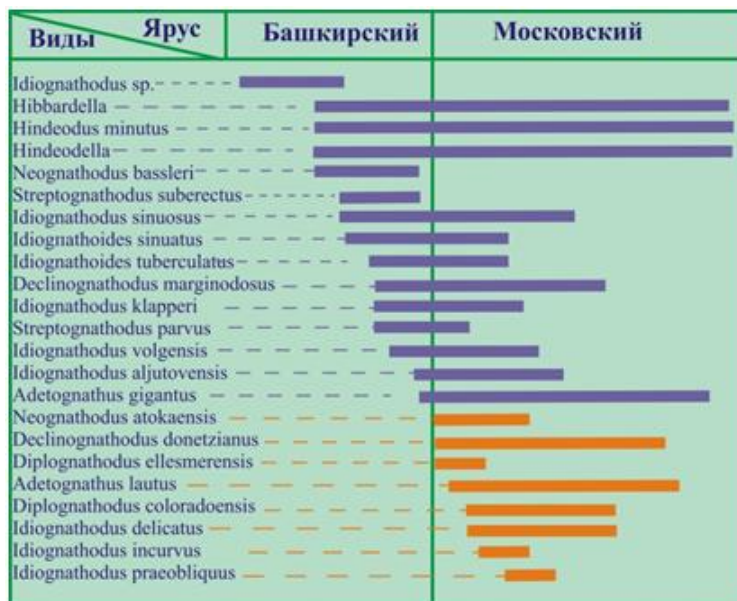


Рис. 3. Распространение видов конодонтов в отложениях среднего карбона востока Русской плиты

Поэтому в виде исключения можно использовать в качестве маркера сразу два вида: *Declinognathodus donetzianus* Nemirovskaya и *Declinognathodus ellesmerensis* Bender. Они появляются в изученных разрезах у основания московского яруса и дают возможность коррелировать отложения востока Русской плиты с другими регионами. Совместное использование двух видов-биомаркеров позволит выполнить глобальную корреляцию нижней границы московского яруса по конодонтам.

#### Литература

1. Горева Н.В. Каменноугольные конодонты и их значение для определения ярусных границ // Верхний палеозой России: стратиграфия и фаціальний анализ: материалы Второй Всероссийской конференции – Казань: КГУ, 2009. – С. 128–129.
2. Кулагина Е.Н., Пазухин В.Н., Горева Н.В. Корреляция пограничных отложений башкирского и московского ярусов Урала и Русской платформы // Верхний палеозой России: стратиграфия и фаціальний анализ: материалы Второй Всероссийской конференции – Казань: КГУ, 2009. – С. 137–140.

**ПРОГНОЗ ВЕРХНЕДЕВОНСКИХ ОРГАНОГЕННО-КАРБОНАТНЫХ ПОСТРОЕК В СВЯЗИ С НЕФТЕГАЗОНОСНОСТЬЮ СЕВЕРО-ВОСТОКА РУССКОЙ ПЛИТЫ****М.Г. Иванькова**Научный руководитель профессор Т.В. Карасева  
*Пермский государственный университет, г. Пермь, Россия*

Постоянно возрастающий рост мирового производства и потребления энергии, истощение имеющейся минерально-сырьевой базы рождает необходимость поиска новых месторождений углеводородов. С этой целью вовлекаются в изучение слабо изученные территории. К таким территориям можно отнести северо-восточную часть Русской плиты. Перспективность её на поиски нефти и газа обусловлена такими факторами, как наличие мощного осадочного чехла и расположение между двумя крупными нефтегазоносными провинциями: Волго-Уральской и Тимано-Печорской.

В тектоническом отношении исследуемая территория расположена на границе Русской и Тимано-Печорской плит. По фундаменту здесь выделяются следующие структурные элементы 3 порядка: Казанско-Кажимский авлакоген на западе и Коми-Пермяцкий свод в центральной части, Камский свод на юго-востоке и Предтима́нский прогиб на северо-востоке. По фундаменту Камский и Коми-Пермяцкий беломорские блоки разделяются Гайнско-Кудымкарской зоной разломов карелид. По поверхности осадочного чехла Казанско-Кажимский авлакоген испытывает инверсию и выражается в виде Вятской зоны валов, а Коми-Пермяцкий свод погребен мезозоидами Верхнекамской впадины.

В геологическом строении территории участвуют отложения протерозоя, палеозоя, мезозоя и кайнозоя. Осадочный чехол Восточно-Европейской платформы залегает на породах кристаллического фундамента беломорско-карельского заложения (ранний протерозой), а в Предтима́нском прогибе – на породах сланцевого фундамента байкальского заложения. Общая мощность осадочного чехла на данной территории изменяется от 1,75 на Коми-Пермяцком своде до 8–10 км в Предтима́нском прогибе.

Для исследований были взяты материалы по верхнедевонским отложениям изучаемой территории. Выбор был обусловлен тем, что в Волго-Уральской и Тимано-Печорской нефтегазоносных провинциях отложения верхнего девона являются одними из главных нефтегазоносных отложений.

По результатам проведенного ранее литолого-фациального анализа верхнедевонских отложений в пределах северо-востока Русской плиты были выявлены особенности геологического строения исследуемой территории и определены объекты, перспективные на поиски нефти и газа. Одним из таких объектов являются прогнозируемые верхнедевонские органогенно-карбонатные постройки [2], приуроченные к верхнедевонско-турнейскому карбонатному комплексу. На изучаемой площади комплекс включает в себя отложения от подошвы саргаевского горизонта до кровли среднефаменского подъяруса.

В литологическом отношении верхнедевонско-турнейский карбонатный комплекс на большей части территории сложен карбонатными породами, представленными известняками и доломитами. Наличие в разрезах скважин массивных известняков и доломитов, большое содержание в них рифостроящей фауны, указывает на существование рифогенных построек в отложениях верхнего девона. Региональными сейсмическими работами намечено свыше 60 рифогенных построек внутри мелководного шельфа на Камском своде и вдоль предполагаемого юго-восточного борта Пономаревской впадины. Аэромагнитной съемкой также намечается целый ряд магнитных аномалий рифогенного генезиса севернее широты с. Гайны. Амплитуда этих рифогенных построек (биостромов и биогермов) составляет 5–40 м. Рифогенные отложения обладают повышенными емкостными свойствами, так как сложены пористо-кавернозными, иногда закарстованными карбонатными породами. Об этом свидетельствуют значительные поглощения промывочной жидкости при бурении и высокие дебиты (до 500 м куб/с) подземных вод, полученные при испытании этих отложений. Гидрохимический состав вод указывает на благоприятные условия для сохранения залежей нефти в отложениях карбонатного девона. Геохимические исследования свидетельствуют о наличии продуктивных нефтематеринских пород и развитии процессов миграции и аккумуляции углеводородов за счет генерирующих толщ малоизученных депрессионных зон Камско-Вятской системы. Покрышкой для комплекса служат глинистые породы тульского горизонта.[4].

Важным моментом, позволяющим предполагать широкое развитие верхнедевонских органогенно-карбонатных построек на рассматриваемой территории, является наличие фаций некомпенсированной впадины и фаций мелководных, представленных рифовыми образованиями.

В саргаевское время франского века на исследуемой территории образуется Пономаревская впадина Камско-Вятской системы, где накапливались относительно-глубоководные отложения. В подошвенной части образовались известняки зеленовато-серые, тонкослоистые с зернами глауконита и включениями пирита с прослоями аргиллитов и битуминозно-глинистых сланцев. В кровельной части известняки сменяются доломитами с прослоями темно-серых, почти-черных битуминозных известняков и сланцев с разнообразной фауной брахиопод (Пономаревская скв. 26, Пятигорская скв. 3) [4]. На севере данной территории в условиях мелководного открытого морского бассейна образуются органогенно-карбонатные постройки. В Сторожевской скв. 1 и на Аныбской площади отложения представлены известняками светло-серыми и зеленовато-серыми, органогенными, с фауной брахиопод, криноидей, червей и с водорослями.

В семилукское время в целом формирование осадков происходило в унаследованных от предыдущего времени условиях.

В речичское время более резко дифференцировалось дно морского бассейна, в результате рельефно обозначились границы Пономаревской впадины и мелкого моря. В это время произошло значительное обмеление

впадины за счет привноса терригенного материала с Сысольско-Коми-Пермяцкой суши. Вдоль восточного борта Пономаревской впадины начинают развиваться органогенные постройки [4].

В воронежско-ливенское время относительно-глубоководные фации все еще сохранялись в Пономаревской впадине. Вдоль восточного борта впадины продолжается активный рост рифовых образований, сложенных известняками и доломитами. Пестрая окраска пород указывает на близость дневной поверхности [4].

В фаменский век в результате положительных тектонических движений фундамента закрылась Пономаревская палеовпадина, так и не получившая своего полного развития. Коми-Пермяцкая суша увеличила свое влияние на восток [4].

По результатам литолого-фациального анализа верхнедевонские органогенно-карбонатные образования выявлены на следующих участках территории:

1) В разрезе саргаевского и семилукского горизонтов – в северной части рассматриваемой площади (Сторожевская скв. 1, на Аныбская площадь).

2) В разрезе позднефранского подъяруса – вдоль восточного борта Пономаревской впадины.

Так как исследуемая территория расположена на стыке двух крупных нефтегазоносных провинций (Волго-Уральской и Тимано-Печорской), которые с девонского периода начали развиваться как единое целое, то можно предположить, что принципы геологического развития данной площади в какой-то степени совпадают с соседними площадями.

В позднедевонскую эпоху произошло погружение восточной части Восточно-Европейской платформы под влиянием трансгрессии моря со стороны Уральского палеоокеана, начали закладываться некомпенсированные депрессионные зоны, по бортам которых стали развиваться барьерные рифы. Внутри некомпенсированных впадин происходил рост одиночных рифов и рифовых атоллов.

В Тимано-Печорской НГП зафиксировано наличие не менее 6 зон барьерных рифов, омолаживающихся по мере смещения с запада на восток от семилукских до евланово-ливенских [1], что говорит о непостоянстве дна морского бассейна во франское время. В пределах Волго-Уральской НГП позднедевонские морские условия были более постоянными, о чем свидетельствует возраст и расположение органогенно-карбонатных построек – рифовые отложения развивались в унаследованных условиях (площадях).

В Тимано-Печорской НГП основные зоны нефтегазоаккумуляции (ЗНГ) приурочены преимущественно к районам распространения франских барьерных рифов (Сотчемью-Аресская, Командиршорская, Низевая-Макарельская ЗНН и др.). На территории распространения верхнефранских депрессионных отложений основные ЗНГ приурочены к рифовым банкам и пластам их облекания (Сандивейская, Ваякская, Южно-Баганская, Зверинецкая ЗНН и др.), а также группам одиночных верхнедевонских рифов и пластам их облекания (Сурхаратинская, Чикшинская ЗНН и др.) [3].

В Тимано-Печорской провинции в отложениях доманиково-турнейского карбонатного комплекса выявлено более 70 залежей и месторождений, приуроченных к ловушкам в органогенных постройках и структурах их облекания [3]. Верхнедевонские рифы в пределах Тимано-Печорской НГП остаются основным направлением поисково-разведочных работ на нефть и газ в доманиково-турнейском комплексе [3].

В Волго-Уральской НГП большое количество месторождений нефти и газа также приурочено к органогенно-карбонатным постройкам, зонам их развития и структурам облекания. Например, к ним можно отнести месторождения Майкорско-Васильевской валлообразной зоны (Майкорское, Тукачевское, Кыштымское и др.), приуроченной к западному рифовому борту Камско-Кинельской системы впадин. Во внутренней части депрессионной зоны выделяются карбонатные банки (Мысьинская и др.), атолловидные постройки (Березниковская, Краснокамская и др.), одиночные рифы (Гежский, Цепельский и др.), к которым также приурочены нефтяные месторождения.

Учитывая общность геологического развития исследуемой территории и соседних Волго-Уральской и Тимано-Печорской нефтегазоносных провинций в позднедевонскую эпоху, можно говорить о перспективах нефтегазоносности рифогенных образований и структур их облекания на изучаемой площади.

Таким образом, развитие дальнейших геолого-разведочных работ исследуемой территории связано, прежде всего, с более глубоким изучением верхнедевонских рифогенных структур.

#### Литература

1. Богданов Б. П., Грунис Е. Б., Чепикова И. К. Рифы Восточно-Европейской платформы: проблемы выделения и перспективы нефтегазоносности. // Литология и нефтегазоносность карбонатных отложений: Материалы Второго Всероссийского литологического совещания и Восьмого Всероссийского симпозиума по ископаемым кораллам и рифам. Сыктывкар: Геопринт, 2001. – 262 с.
2. Иванькова М. Г. Нефтегазоносность девонских отложений на границе Русской и Тимано-Печорской плит. // Молодые в геологии нефти и газа. Материалы Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых и специалистов. М.: ВНИГНИ, 2009. – 117 с.
3. Никонов Н. И., Пименов Б. А. Рифовые объекты Тимано-Печорской провинции и их нефтегазоносность. // Геология рифов: Материалы Международного совещания. Сыктывкар: Геопринт, 2005. – 238 с.
4. Проворов В. М., Вилесова Л. А., Проворов М. В., Александрова Т. В. Геологическое строение и нефтегазоносность Коми-Пермяцкого округа Пермского края. – Пермь: ОАО «КамНИИКИГС», 2008. – 132 с.

## НИЖНИЙ ДЕВОН СОХОЧУЛЬСКОЙ ОСТРОВНОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ (СЕВЕРНАЯ ХАКАСИЯ)

О.Н. Ильина

Научный руководитель доцент Б.Д. Васильев

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

Сохочульская островная возвышенность расположена в Северной Хакасии, на южной окраине райцентра Ширы, в левобережье реки Туим и её левого притока – речки Сохочул. Она имеет абсолютную отметку 532.1 м и возвышается над аллювиально-пролювиальной равниной на 50 метров. Западный и южный склоны возвышенности сравнительно хорошо обнажены и несут слабо выраженные куэстовые гребни, подчёркивающие синклинальную структуру участка. Синклиналь косая, с крутым северо-западным крылом (50–60°) и пологим юго-восточным (10–15°). Ось складки погружается на северо-восток под углом 10°.

Несоразмерно широкая на этом участке долина рч. Сохочул (более 1 км) сформировалась над зоной глубинного разлома, разделяющего Батенёвский кряж (салаириды) и Северо-Минусинскую котловину (герцинский межгорный прогиб) [2]. К югу от долины Сохочула, на северной ступени Батенёвского кряжа шириной до 2 км сохранилась от размыва нижняя часть быскарской вулканогенно-осадочной серии (600–700 м мощности), залегающая здесь на размытой поверхности гранитоидного батолита. К северу от долины Сохочула, в относительно опущенной зоне Северо-Минусинской котловины быскарская серия обнажается верхней своей частью на расстоянии до 5 км (до озера Круглого). В зоне разлома «теряется» средняя часть быскарской серии, фрагменты которой просматриваются на островных возвышенностях. Таким образом, геологическое картирование островных возвышенностей в Сохочульской зоне позволяет получить дополнительные материалы по стратиграфии и тектонике нижнего подэтажа герцинского переходного структурного комплекса района.

Геологическое картирование масштаба 1:5000 проводилось методом маршрутных пересечений вкрест простирания синклинали и методом прослеживания геологических границ по их простиранию. Последний наиболее точен и позволяет выявить дизъюнктивные нарушения и амплитуды смещения.

В ходе учебной геолого-съёмочной практики была составлена геологическая карта участка масштаба 1:5000, по маршрутам составлены 10 разрезов и стратиграфических колонок, корреляционная схема и сводная стратиграфическая колонка (рис. 1), охватывающая интервал разреза мощностью 400 метров.

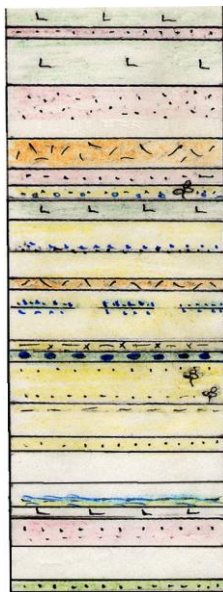


Рис. 1. Сводная колонка (пояснения в тексте)

В основании разреза на западном крыле синклинали залегают глауконитовые зеленые песчаники и алевролиты. Мощность пачки 30 м. Вверх по разрезу они сменяются красноцветными песчаниками мощностью 20 метров, над которыми залегают пачка (20 м) аргиллитов кофейных и желтых с тонкими (5–10 см) горизонтами и линзами известняков. На северном фланге под аргиллитами залегают маломощный силл базальтов.

Стратиграфически выше пачки аргиллитов залегают мощная (55 м) пачка светло-желтых песчаников и алевролитов с горизонтом известковистых алевролитов с псилофитами в кровле.

Выше (30 м) песчаники и алевролиты с псилофитами. Наиболее резкой куэстовой грядой фиксируется пачка окремнённых аргиллитов (15 м) с горизонтом известковых желваковых строматолитов в основании. Разрез наращивается пачкой (35 м) песчаников известковистых, которые перекрыты пачкой (8 м) туфов трахиандезитов (I-й маркирующий горизонт).

Выше залегают песчаники кварцевые (40 м) с горизонтом известковистых песчаников, затем силл базальтов (15 м) и снова пачка (10 м) желтых алевролитов с псилофитами, в основании – горизонт желваковых строматолитов. Выше – песчаники красноцветные (10 м) сменяются мощной (20 м) пачкой туфов трахиандезитов (II-ой маркирующий горизонт). В основании туфы пепловые (~5 м), выше агломератовые, грубообломочные образуют куэстовый гребень. Выше красноцветные песчаники, алевролиты, аргиллиты (35 м), перекрытые мощным (30 м) базальтовым силлом, распадающимся севернее на два. Выше силла на горе с отметкой 532.1 м залегают красноцветные песчаники и алевролиты (10 м) с псилофитами. Вершину горы слагают базальты (силл).

Таким образом, разрез в основе своей терригенный с двумя пачками туфов трахиандезитов, что позволяет сопоставить его с верхнематаракской подсвитой D<sub>1</sub> опорного матарак-шунетского разреза. В терригенной толще – четыре горизонта с псилофитами. Известняки в разрезе появляются в форме линз и тонких (5–10 см) пластов среди светло-желтых разностей аргиллитов, часто окремненных, содержат пластовые и желваковые формы строматолитов.

С разрезом Спириной островной возвышенности, где ранее были описаны кораллы позднего силура [1], разрез Сохочульский во многом сходен, но в нем меньше известняков и фауна кораллов пока не обнаружена.

### Литература

1. Васильев Б.Д., Гумерова Н.В., Мельник К.С. Находка силурийских рогов в быскарской серии Минусинского прогиба // Центр учебных геологических практик ТПУ в Хакасии и его основатель Г.А.Иванкин / Сб. научных статей

- и воспоминаний. Под ред. Васильева Б.Д. и Гудымовича С.С.. Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. – С. 49–56.
2. Геология и минерагения Северной Хакасии. / Путеводитель по учебному геологическому полигону вузов Сибири. Под ред. В.П. Парначева и Б.Д. Васильева, изд. 3-е. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2007. – 236 с.

## ЛИТОЛОГО-ФАЦИАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ НИЖНЕМЕЛОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ВАНКОРСКОГО ГАЗОНЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (ЗАПАДНАЯ СИБИРЬ)

С.К. Квачко

Научный руководитель доцент Г.М. Татьянин  
*Томский государственный университет, г. Томск, Россия*

Ванкорское газонефтяное месторождение административно расположено на территории Туруханского района Красноярского края в 130 км к западу от г. Игарка. Согласно нефтегеологическому районированию Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции (НГП) Ванкорское месторождение расположено в Большехетском нефтегазоносном районе Пур-Тазовской нефтегазоносной области.

Ванкорское месторождение по ряду показателей выделяется среди открытых месторождений Пур-Тазовской НГО: залежи УВ открыты на трех стратиграфических уровнях, по запасам является самым крупным (125,2 млн. т нефти), продуктивные резервуары обладают хорошими емкостно-фильтрационными свойствами. Наибольшие перспективы нефтегазоносности изучаемой территории связывают с нижнемеловыми отложениями нижнехетской, суходудинской и яковлевской, долганской свит.

Задачей исследований является корреляция отложений яковлевской и нижнехетской свит скважин Ванкорская-9, Ванкорская-10 на основе гранулометрического анализа и интерпретации геофизических данных, выявление влияния литолого-петрографических особенностей на фильтрационно – емкостные свойства пород, выделение фаций осадконакопления.

Литолого-фациальный анализ включает в себя комплексное применение результатов литологических методов (гранулометрического и текстурного анализов) и электрометрических данных по методике В.С. Муромцева, и проводится с использованием всех материалов, полученных на предыдущих этапах исследований [1].

В лабораторных условиях с помощью петрографо-литологических методов изучались состав пород и включений, степень окатанности обломков, гранулометрический состав, коэффициент сортировки пород ( $S_o$ ).

По остаткам флоры и фауны, литологическим исследованиям породы, включающим определение текстуры, состава, окраски интересующий интервал относился к определенной фациальной группе.

В рамках выделенной фациальной группы в соответствии с типом диаграмм ПС и ГК, формой их пространственного развития, литологическими и структурно-текстурными особенностями пород разрабатывались (по методу В.С. Муромцева) электрометрические модели фаций, с прогнозом гидродинамических режимов и обстановок седиментации.

Микроскопическое изучение песчаной обломочной породы в шлифах проводилось в соответствии с общепринятой схемой описания породы. При определении литолого-петрографического состава породы автор работы придерживается классификации Л.Б. Рухина [2]. Для определения вещественного состава осадочной обломочной породы применяется треугольная диаграмма В.Д. Шутова [3]. При описании шлифов определяется и учитывается такой важный признак сцементированной обломочной породы, как состав и тип цемента.

При описании зерна исследовался состав породы, размерность зерен, текстура, различные включения. Также образцы проверялись на наличие карбонатности при помощи соляной кислоты.

Изучение гранулометрического состава пород проводилось в шлифах с помощью поляризационного микроскопа.

Яковлевская свита представлена, в основном, обломочными породами. В целом, свита сложена переслаивающимися мелко-среднезернистыми песчаниками, алевролитами и аргиллитами с прослоями угля. Обломочные породы характеризуются средне-мелкозернистым составом, горизонтальной, косой и волнистой слоистостью и содержат большое количество обуглившихся растительных остатков. Для пачки характерно тонкое (сезонная слоистость) переслаивание песчаников и аргиллитов, причем аргиллиты переполнены углефицированным материалом.

Нижнехетская свита сложена, в основном, алевролитами и аргиллитами с редкими пластами песчаников в верхней и средней части разреза. В нижней части разреза доминируют сцементированные песчаники, где в качестве цемента выступают кальцит, доломит, большое количество глинистого материала и даже кремнистое вещество. Песчаники серые, мелкозернистые, иногда глинистые, кварц-полевошпатовые, карбонатные, слабокарбонатные, некарбонатные, крепко-сцементированные, неслоистые, горизонтально- и волнистослоистые. Сортировка обломочных зерен хорошая. Цемент кальцит-доломит-глинистый, неполнопоровый, поровый, иногда базальный.

Описание шлифов, изготовленных из песчаников и алевролитов нижнехетской свиты, показывает, что они, в целом, характеризуются более низкими коллекторскими свойствами. В них содержится большее количество глинистого цемента. На рассматриваемой территории осадконакопление нижнехетской свиты шло в условиях прибрежной зоны бассейна. В берриасский век отложения формировали ритмично построенные терригенные толщи. Большинство слоев толщи не содержат остатков головоногих моллюсков. В ряде слоев песчаников при укрупнении зернистости, как правило, наблюдается уменьшение количества окаменелостей.



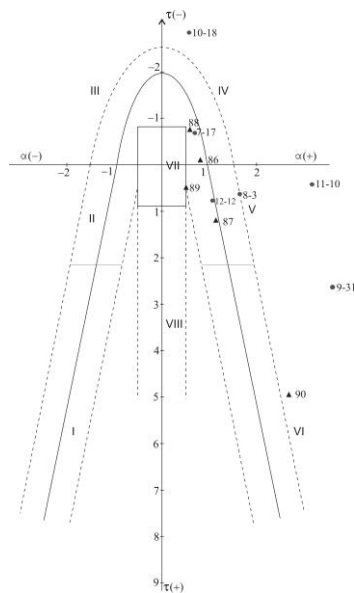
Гранулометрический анализ и форма кривой ПС говорит о очень высоком гидродинамическом уровне для яковлевской и среднем и высоком гидродинамических уровнях для нижнехетской свиты.

Процесс осадконакопления по скважине Ванкорская-9 немного отличен от условий по скважине Ванкорская-10. Корреляция фаций по скважинам показывает, что отложения скважины Ванкорская-10 формировались на относительно больших глубинах, чем вскрытые скважиной Ванкорская-9. К сожалению, керн поднят из небольших интервалов разреза. Скучность фактического материала не позволяет уверенно говорить об условиях осадконакопления на всей площади исследований.

Согласно классификации В.Д. Шутова в целом обломочные породы как нижнехетской, так и яковлевской свит скважины Ванкорская-9 представлены граувакковыми аркозами, кварц-полевошпатовыми, полевошпатово-кварцевыми песчаниками. Обломочные породы скважины Ванкорская-10 представлены песчаниками мезомиктово-кварцевыми, кварц-полевошпатовыми (рис. 1).

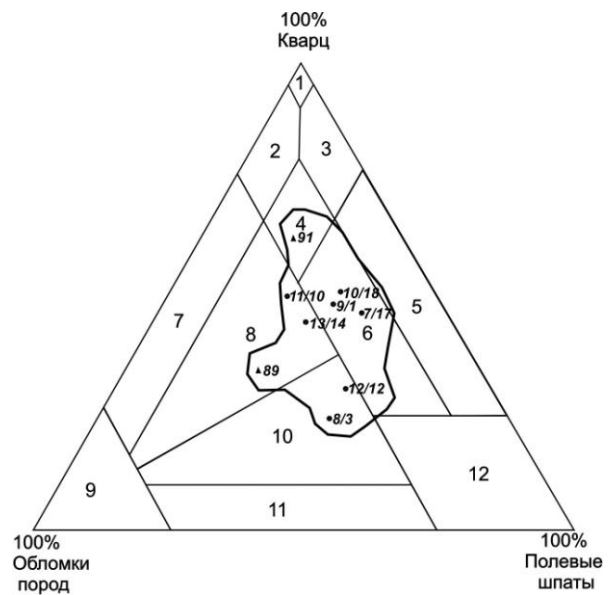
На динамогенетической диаграмме альфа-гамма Г.Ф. Рожкова [4. с. 97], построенной для отложений, вскрытых Ванкорская-9, Ванкорская-10, фигуративные точки нижнехетской свиты сконцентрировались в правой части диаграммы в полях IV, V, VI, которые могут характеризоваться как прибрежно-морские, так и прибрежно-континентальные условия осадконакопления.

Аналогичное распределение фигуративных точек наблюдается и для яковлевской свиты (рис.2).



**Рис. 1. Минерально-петрографический состав описанных образцов по классификации обломочных пород В.Д.Шутова**

- - Образцы скважины Ванкорская-9
- ▲ - Образцы скважины Ванкорская-10



**Рис. 2. Динамогенетическая диаграмма Г.Ф. Рожкова для отложений яковлевской и нижнехетской свит скважин Ванкорская-9, Ванкорская-10)**

- - Образцы скважины Ванкорская-9
- ▲ - Образцы скважины Ванкорская-10

В результате проведенного анализа по реконструкции палеогеографических обстановок продуктивных пластов Ванкорского месторождения можно сделать следующие выводы.

В течение берриаса–раннего валанжина на исследуемой территории терригенные осадки формировали гряды барьерных островов юго-восточного простирания. По мере роста барьерных островов широкие участки бассейна отсекались от моря, формируя лагуны и заливы. На лагунных условиях осадконакопления указывают структурно-текстурные признаки пород (темная окраска, включения одного типа пород в другой – линзы мелкозернистого песка в глинах, прослойки глин в песках, плохая сортировка материала) отсутствие головоногих, небольшое количество остатков бентоса как в качественном, так и в количественном отношении, наличие многочисленных следов илоедов, а также низкий гидродинамический режим.

Формирование яковлевской свиты происходило в континентальных условиях. В точках Ванкорская-10 осадконакопление шло в припойменных участках, пойменных озерах и болотах (форма кривой ПС, низкий и высокий гидродинамический режим, обилие углистых остатков). По всей видимости, эта часть исследуемого участка была длительное время заболочена. В точках скважины 9 можно предположить, что осадконакопление шло в речных обстановках. О таких условиях формирования говорит резкая смена гидродинамического режима, крупный размер обломков, не выдержанный гранулометрический состав по данным автора, а также остатки растительности. Можно предположить на этом участке исследуемой площади существование палеоруслу крупной реки с высоким гидродинамическим уровнем.

Показано, что в пределах изучаемой территории в берриас–ранневаланжинское время формирование отложений нижнехетской свиты происходило в прибрежно-морской обстановке в различных фациальных условиях от мелководного морского залива, с формированием преимущественно глинисто-алевритовых пород и литорали, с образованием алевропелитовых осадков с линзообразными пластами песчаников. В районе современных прибортовых валов и моноклиналей в это время образовались преимущественно алевроглинистые осадки литорали с пластами и линзами песчаных осадков баров, валов и отмелей (нижнехетская свита).

Было выявлено влияние литолого-петрографических особенностей на фильтрационно-емкостные свойства пород. Описание шлифов нижнехетской свиты показывает, что они, в целом, характеризуются более низкими коллекторскими свойствами. Снижение пористости и нефтенасыщения связано, по всей видимости, с уменьшением содержания среднезернистой и мелкозернистой фракции. Наиболее «благоприятные песчаники», с точки зрения коллекторских свойств, наблюдаются в интервале разреза 2788,00–2804,00 м. В верхней части яковлевской свиты (1660,00–1680,30 м) присутствуют песчано-алевролитовые породы с пониженными фильтрационно-емкостными свойствами. С глубины 1684,40 м до 1720,47 м залегают песчаники среднезернистой и крупнозернистой песчаной фракции с улучшенными коллекторскими свойствами.

Сравнивая полученные результаты гранулометрического анализа и данные предыдущих исследований по условиям осадконакопления нижнемеловых отложений Ванкорского месторождения, следует признать, что наиболее эффективная и более подробная фациальная диагностика наблюдается при совмещении гранулометрического анализа с детальными литолого-фациальными исследованиями.

#### Литература

1. Муромцев В.С. Электрометрическая геология песчаных тел. – Л.: Недра, 1984. – 230 с.
2. Рухин Л.Б. Основы литологии. – Л.: Гостоптехиздат, 1969. – 703 с.
3. Рожков Г.Ф., Копалиани З.Д. Дифференциация обломочного материала и гранулометрическая диаграмма  $\alpha$ -т по косвенному счету частиц. Механическая дифференциация твердого вещества на континенте и шельфе. – М.: Наука, 1978. – 367 с.
4. Шутов В.Д. Классификация песчаников // Литология и полезные ископаемые. – 1967. № 5. – С. 86–103.

### ПАЛЕОВУЛКАНЫ ПОЛЯРНОГО УРАЛА

**А.Е. Котельников, Н.В. Жорж**

Научный руководитель доцент В.В. Дьяконов

*Российский университет дружбы народов, г. Москва, Россия*

Под палеовулканами авторы понимают крупную вулканическую структуру, сложенную продуктами единого вулcano-плутогенно-осадочного комплекса [3]. Вулканы формируются в пределах «складчатых» поясов в областях активного магматизма. К ним приурочены многие полезные ископаемые.

Многолетние геологические исследования Полярного Урала позволили нам предложить вашему вниманию нижеизложенную концепцию строения территории от Бойдарацкой губы – на севере, до реки Войкар – на юге (см. рис.). Помимо собственных данных нами анализировались материалы многочисленных предшественников [2] и проведено дешифрирование космоснимков LandSat. В целом, территория представляет собой западный фрагмент крупного вулканического нагорья, значительная часть которого перекрыта мезозой-кайнозойскими отложениями Западно-Сибирской низменности.

Вдоль границы с Восточно-Европейской платформой широким развитием пользуются вулканопольные структуры, сложенные продуктами верхнепротерозой ( $R_3-V$ )–нижнепалеозойского ( $C-O$ ) возраста. К наиболее изученным можно отнести Лекын-Тальбейскую (III) и Себутатскую (IV) вулканические структуры. Центр первой из них приурочен к Лекын-Тальбейской антиклинали. Продукты жерловой фации [1] отнесены к бедамельской свите ( $R_3bd$ ), представлены брекчиями, потоками лав и субвулканическими телами от основного до кислого состава. Широко представлены силициты или гидротермалиты, относимые к хойдышорской свите ( $Vhd$ ). Продукты склоновой фации, также от основных до кислых, выделены в объеме оченьртской ( $R_3o\epsilon$ ) и лядгейской ( $R_3ld$ ) свит. Продукты удаленной фации развития сложены существенно осадочными  $S-D$  отложениями, отнесенные к хоротской, оюсской и ливановской свитам, в пределах которых подчиненное значение имеют трахиандезибазальты, развитые в среднем течении Нярямаха. В поле развития удаленной фации фиксируется «паразитический» вулкан г. Едуней. Радиус структуры в северо-западном направлении порядка 100 км. К северу от центральной кальдеры, диаметром  $\sim 20$  км, Лекын-Тальбейской структуры фиксируется жерло сопряженного с ним вулкана Себутата, жерловая фация которого представлена отложениями, отнесенными к манитаньрдской серии ( $C_3-O_{1mt}$ ). Склоновые отложения отнесены к сянгурской свите ( $O_{1,2sn}$ ) и представлены лавами от андезибазальтов до дацитов и их туфами. Продукты удаленной фации аналогичны Лекын-Тальбейскому вулкану. Жерла рассмотренных вулканов фиксируются относительными магнитными максимумами и относительными гравитационными минимумами.

К юго-востоку от Лекын-Тальбейского стратовулкана, и частично перекрывая его, располагается Щучинский палеовулкан. Внешний радиус структуры составляет примерно 80 км. Область развития жерловых фаций располагается между средним течением р. Щучья и верховьями р. Ензараяха, представлена отложениями  $O-S-D$

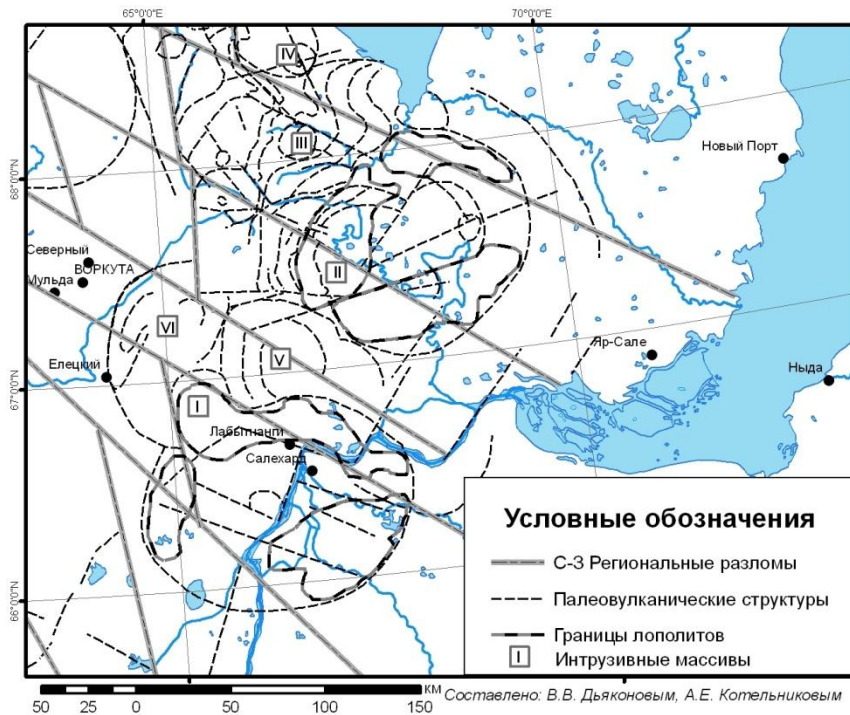


Рисунок. Схема палеовулканической реконструкции

возраста. Склонные отложения проявлены фрагментарно и в центральной части представлены микродиабазы, туфами, риалитами, базальтами и кристаллическими сланцами O-S-D возраста. Удаленные фации представлены кристаллическими сланцами, гнейсовидными туфо-песчаниками, кварцито-песчаниками с линзами мраморов и кварцитов няровейской  $R_{3nr}$ , а также вулканогенно осадочными отложениями ордовикского возраста в объеме орангской  $O_{1-2or}$ , шугорской свит  $O_{2-3scg}$ , а также силурийскими вулканогенно-осадочными отложениями. Область развития удаленной фации картируется лишь в западной части структуры, а восточная часть, включая область развития жерловой фации, перекрыта мезозой-кайнозойскими отложениями (J-K). Значительную часть структуры (современный уровень эрозионного среза) занимают интрузивные дифференциаты от ультраосновных пород до гранитов, рассматриваемых нами в качестве плутогенной составляющей Щучинского палеовулкана. Два из этих массивов вскрываются в западной (Сьум-Кеу – цифра II на рис.) и юго-западной части структуры, а третий – в северо-восточной части структуры – выявляется по геофизическим данным. Сама структура хорошо выявляется в геофизических полях. В магнитном поле ей соответствует ярко выраженная кольцевая структура с контрастной амплитудой значений, диаметр которой совпадает с границами вулкана. Гравиметрическое поле образует мощную область повышенных значений в границах развития склоновой фации, а прижерловой фации отвечает локальный овальный гравитационный минимум, диаметром чуть более 10 км.

К югу от Щучинского палеовулкана располагаются Харбейская кольцевая структура (V) и примыкающая к ней с запада Ачаньртская (VI), ассоциируемые нами с фрагментами двух крупных палеовулканов, одна из которых – Харбейская – интенсивно эродирована. Еще южнее располагается крупный Сосьский палеовулкан. Его внешний диаметр порядка 130 км. Область жерла вулкана предположительно располагается в устье реки Сось и диаметр его не превышает 20 км. К сожалению, 4/5 структуры перекрыто отложениями юры и мела. Доступным для изучения остается лишь северо-западная часть. Здесь располагается комплекс интрузивных пород Рай-Изского массива (I). К западу от него картируются фрагменты склоновых фаций, в объемах изьякрьюзской свиты и нерасчлененных O-S вулканогенных отложений, мощность полосы не превышает 5 км. И еще западнее располагаются терригенные отложения нижнепалеозойского возраста, относимые нами к фациям удаленной зоны палеовулкана. В геофизических полях структура проявлена: в магнитном поле ей соответствует крупная кольцевая зона аномальных значений, совпадающая с внешними кольцевыми границами выявленными по космоснимкам; в гравитационном поле ей соответствует кольцеобразная область существенно положительных аномалий. В пределах палеовулкана располагаются три крупных интрузивных массив – Рай-Изский (I), вытянутый в субмеридиальном направлении, представленный дифференциатами от ультраосновного состава до кислого; на западе – это комплекс габбро-гранитного состава; и третий массив в юго-восточной части, предполагаемой структуры, вытянутый в северо-восточном направлении. Значительная часть границ массивов устанавливается лишь геофизическими методами. Им соответствуют положительные гравитационные и магнитные аномалии.

#### Литература

1. Авдонин В.В., Гончарова Т.Я. Фации колчеданоносных вулканогенных комплексов. – М.: Изд-во МГУ, 1986. – 163 с.

2. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:1000000. Листы Q-41,42, R-41,42. Санкт-Петербург, 1996, 2001.
3. Котельников А.Е., Дьяконов В.В., Жорж Н.В. Палеовулканы и эндогенное оруденение (на примере Урала)// Международная научно-практическая конференция молодых ученых и студ. – Екатеринбург, 2009. – С.45–47.

## СТРАТИГРАФИЯ УГЛЕНОСНЫХ ПЕРМСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ПЕЧОРСКОГО БАССЕЙНА

**Е.А. Кузнецова**

Научный руководитель профессор Т.В. Карасева  
Пермский государственный университет, г. Пермь, Россия

В 2006 году С.В. Наугольных и С.К. Пухонто передали Музею палеонтологии и исторической геологии им. Б.К. Поленова часть коллекции пермской флоры Печорского угольного бассейна, в том числе папоротников.

Печорский угольный бассейн расположен на крайнем северо-востоке Европейской части России и представляет собой северную часть Предуральяского краевого прогиба.

Угленосная формация Печорского бассейна имеет пермский возраст, представлена как морскими, так и континентальными осадками и содержит большое количество органических остатков. Состав флоры определяется положением бассейна в северо-западной части Ангарской палеофлористической области.

В геологическом строении этой угленосной площади принимают участие пермские отложения в объеме воркутской и печорской серий (табл.).

Таблица

Стратиграфия угленосных отложений пермской системы [4,6]

Стратиграфические подразделения										
Уральский регион				Печорский регион						
Отдел	Ярус	Подъярус	Горизонт	Серия	Свита	Подсвита	Пакеты			
ВЕРХНИЙ (ГАТАРСКИЙ)	Вятский	Верхний		ПЕЧОРСКАЯ	Тальбейская	Верхняя				
		Нижний					А			
	Северодвинский	Верхний					Б			
		Нижний					В			
СРЕДНИЙ (БИАРМИЙСКИЙ)	Уржумский							Нижняя	Г	
	Казанский	Верхний							Д	
		Нижний						Сейдинская	Верхняя	Е
									Ж	
НИЖНИЙ	Уфимский		Шешминский	ВОРКУТСКАЯ	Интинская	Верхняя	З			
			Соликамский				Верхняя	И		
								Иренинский	Средняя	е
						Филипповский				Нижняя
			Лекворкутская				Рудницкая			
								Аячъягинская		
				К						
					Л					
							М			
							О			
							Р			
							Т			

### Воркутская серия

Отложения воркутской серии имеют широкое распространение на территории Печорского угольного бассейна и названы по реке Воркута, где и находится стратотип серии, наблюдаемый в естественных обнажениях и буровых скважинах в районе г. Воркута.

Это мощная угленосная толща, имеющая циклическое строение и сложенная переслаивающимися песчаниками, алевролитами, аргиллитами, углистыми аргиллитами и углями с частыми включениями железокarbonатных, анкеритовых и сидеритовых конкреций. В отдельных разрезах юго-западного Пай-Хоя и северо-востока Коротайхинской впадины встречаются маломощные прослои конгломератов, хотя для серии они не характерны.

В нижней части разреза циклы включают в себя морские, лагунно-морские и континентальные образования, количество которых и мощность слоев уменьшаются вверх по разрезу. Верхняя часть серии слагается в основном континентальными отложениями. Угленосность серии высокая. Многочисленные остатки представлены флорой, морской и пресноводной фауной.

Отложения воркутской серии залегают согласно на морских отложениях юнъягинской серии и согласно перекрываются (с местным эрозионным несогласием) отложениями печорской серии. Граница проводится по смене литолого-фациальных условий, что сопровождается изменением комплексов флоры и фауны. Мощность серии варьирует в пределах 400–2400 м, достигая максимума в северо-восточной части бассейна.

На территории бассейна серия отчетливо подразделена на две свиты – нижнюю леворкутскую и верхнюю – интинскую и их аналоги в Карском прогибе и на гряде Чернышева.

В свою очередь, свиты расчленены на более мелкие стратиграфические единицы. По характеру угленосности и особенностям лито-фациального состава отложения леворкутской свиты подразделяются на две подсвиты – аячягинскую (нижнюю) и рудницкую (верхнюю).

Аячягинская подсвита характеризуется большим количеством слоев с морской фауной, низкой угленосностью, значительным количеством растительных остатков.

Рудницкая подсвита характеризуется наличием выдержанных по площади угольных пластов рабочей мощности, уменьшением, по сравнению с нижней подсвитой, количества слоев с морской фауной; возрастанием содержания в разрезе осадков опресненных водоемов; появлением мелких сидеритовых конкреций. Отмечается большое количество разнообразных растений

#### Печорская серия

Отложения печорской серии, мощностью 2000–3500 м, широко развиты на территории Печорского угольного бассейна. Сформировавшиеся в континентальных условиях, они характеризуются быстрой фациальной изменчивостью, ясным чередованием мелкой цикличности с крупными и более крупнозернистыми циклами, распространением сидеритовых и каолинито-сидеритовых, а в верхней части – известковистых конкреций, повсеместной угленосностью. В отложениях серии содержится большое количество ископаемых растительных остатков, по которым, в основном, и проводится стратификация разреза. Фауна представлена редкими пресноводными двустворчатými моллюсками, остракодами, конхостраками, насекомыми.

По особенностям фациально-литологического состава, характеру угленосности, составу органических остатков выделяется два типа разрезов: западный – глинистый, с повышенной угленосностью и наличием мощных (от 4–5 до 25–32 м) угольных пластов и восточный – конгломератовый, менее углистый.

Отложения печорской серии подразделяются на две свиты: сейдинскую (нижнюю) и тальбейскую (верхнюю).

Отложения печорской серии разновозрастны (верхнеуфимско-казанско-татарские).

Остатки пермских папоротников Приуралья практически не использовались для стратиграфических целей. В лучшем случае, виды папоротников отмечались вместе с другими ископаемыми растениями при общей характеристике флористических комплексов. Однако достаточно высокие темпы эволюции этой группы растений, а также их широкое и относительно быстрое расселение в пределах данного региона, позволяют использовать виды папоротников (или, по меньшей мере, некоторые из них) для стратиграфии [3,4,6].

Так при систематизации переданной коллекции, предварительный возраст которой был оценен как среднепермский (по современной геохронологической шкале), были определены следующие виды: *Pecopteris borealis* Zal., *P. compta* Rad. и *P. hyperborea* Zal., что позволило выяснить принадлежность уфимскому ярусу (воркутская серия) части коллекции [1,2,7].

#### Литература

1. Кузнецова Е.А. Морфология папоротников Печорского угольного бассейна // Конференция студентов, аспирантов и молодых ученых геологического факультета Пермского государственного университета "Вестник молодых ученых": материалы конф. – Пермь: Перм. гос. ун-т, 2008. – С. 68–73.
2. Наугольных С.В. Флора кунгурского яруса Среднего Приуралья. М.: ГЕОС, 1998. 201 с. (Тр. ГИН РАН; Вып. 509).
3. Наугольных С.В. Пермские папоротники Приуралья: старые проблемы и новые подходы // Стратиграфия и региональная геология востока Русской платформы и Западного Урала. К 110-летию со дня рождения профессора Н.П. Герасимова: Сборник научных трудов. – Пермь: Перм. гос. ун-т, 2009. – С. 15–30.
4. Пухонто С.К. Стратиграфия и флористическая характеристика пермских отложений угольных месторождений Печорского бассейна. М.: Научный мир, 1998. – 312 с.
5. Пухонто С.К. Уфимский ярус в Печорском Приуралье // Верхний палеозой России: стратиграфия и палеогеография: Материалы Всероссийской конференции 25–27 сентября 2007 г. – Казань: Казанский государственный университет, 2007. – С. 263–267.
6. Стратиграфический кодекс России. Издание третье. СПб.: Издательство ВСЕГЕИ, 2006. 96 с. (Межведомственный стратиграфический комитет России, ВСЕГЕИ). Кодекс утвержден Научно-редакционным советом Роснедра 27.10.2005 (протокол № 241-1). Ответственный редактор Жамойда А.И.
7. Фефилова Л.А. Папоротниковидные перми севера Предуральяского прогиба. – Л.: Наука, 1973. – 192 с.

## КОПКОВСКОЕ МЕСТОНАХОЖДЕНИЕ ПАЛЕОФАУНЫ

Д.В. Кученов, В.М. Ермаков

Научный руководитель старший преподаватель В.М. Ермаков  
*Хакасский государственный университет им. Н. Ф. Катанова, г. Абакан, Россия*

Местонахождение расположено в 3 км севернее п. Советская Хакасия Богградского района Республики Хакасия (в 67 км от г. Абакана по трассе М-54) в береговом уступе Красноярского водохранилища (91°26'55" с.ш., 54°09'05" в.д.). Обнаружено местонахождение в мае 2009 года. В скальном уступе высотой 4,5 м (рис 1), у подошвы г. Копковская (422,0) обнажается фрагмент палеорифогенной постройки, целиком сложенный кораллами-ругозами вида *Minusiella beljakovii Ivania* (определение Н.В. Гумеровой, Томский политехнический университет, 2009).

Подошва фрагмента палеорифогенной постройки совпадает со слоистостью вмещающих терригенных пород сарагашской свиты D<sub>2gv</sub> sr (около 392 млн. лет). Наибольшая видимая мощность фрагмента палеорифа 1,1 м. Азимут падения подошвы 170°, угол падения 10°. Видимая длина фрагмента палеорифа по падению 19 м. Септальные образования достигают длины 0,4 м, а диаметр чашек до 2,5 см, сноповидной формы и ориентированы как вертикально, так и субгоризонтально. Южнее (в 100 м), в обломочном материале обнаружены мелкие брахиоподы (до 1,5 см). В обнажениях встречаются кальцитовые конкреции (до 10 см) и прослой массивного и кристаллического кальцита. В сентябре 2009 года, при детальном обследовании, на продолжении слоистой пачки терригено-осадочной толщи, в береговом уступе верхнего подпорного уровня авторами обнаружены щебень и глыбы еще одной рифогенной постройки в 200 м севернее фрагмента этого палеорифа.



**Рис 1. Обнажение кораллов-ругоз (фото Ермакова В.М.)**

Кораллы-ругозы, вероятно, возникли от аулопороидных табулят в начале среднего ордовика (около 480 млн. лет), а вымерли в начале перми (около 285 млн. лет). Представители класса кораллы известны из силурийских отложений, встречаются в более или менее значительном

количестве, а в осадках всех систем: до четвертичной включительно и местами среди морских отложений образуют значительные рифообразные скопления. Не исключено, что ругозы своими предками имели каких-то мягких кишечнополостных, которые в конце раннего – начале среднего ордовика приобрели способность продуцировать твердый известковый скелет. К. Скраттон предполагает, что такими предками ругоз могли быть одиночные мягкие зоантарии, вероятно имевшие общих кембрийских *Cothonion* прародителей (Scrutton C.T. Early Fossil Cnidarians: Syst. Assoc. Spec. Vol. N 12. "The Origin of Major Invertebrate Groups". 1979, p. 161–207.) [1].

Чтобы коралловые полипы могли нормально расти и возводить рифы, им необходимы определенные условия. Современные кораллы, в том числе и рифообразующие, распространены довольно широко, проникая далеко за пределы тропиков. Рифы, как правило, формируются только в пределах пояса, ограниченного температурой +18°C. В мелких, хорошо прогреваемых лагунах они выдерживают прогрев воды до +35°C. Однако охлаждение воды ниже +18°C сказываются на них отрицательно. Внезапные падения температуры ниже +16 °C приводят к массовой гибели кораллов.

Обнаружение и исследование палеорифов имеет большое значение для изучения палеогеографических условий этого региона, а также может быть использовано как объект туризма, учебных практик вузов, экскурсий школьников и других категорий населений. Сами же палеокораллы являются руководящей формой для определения возраста вмещающих горных пород. Копковское местонахождение палеофауны относится к геологическим памятникам природы и требуются дальнейшие научные исследования для паспортизации и придания статуса этому объекту Правительством РХ. Первые исследования проведены Ермаковым В.М. и Гумеровой Н. В.

## Литература

1. Латыпов Ю. Я. Древнейшие одиночные кораллы и принципы их систематики.- Москва. : Наука, 1984. – 95 с.

## МЕСТО НАХОЖДЕНИЯ СРЕДНЕДЕВОНСКОЙ ПАЛЕОФЛОРЫ У ПОСЁЛКА СОВЕТСКАЯ ХАКАСИЯ

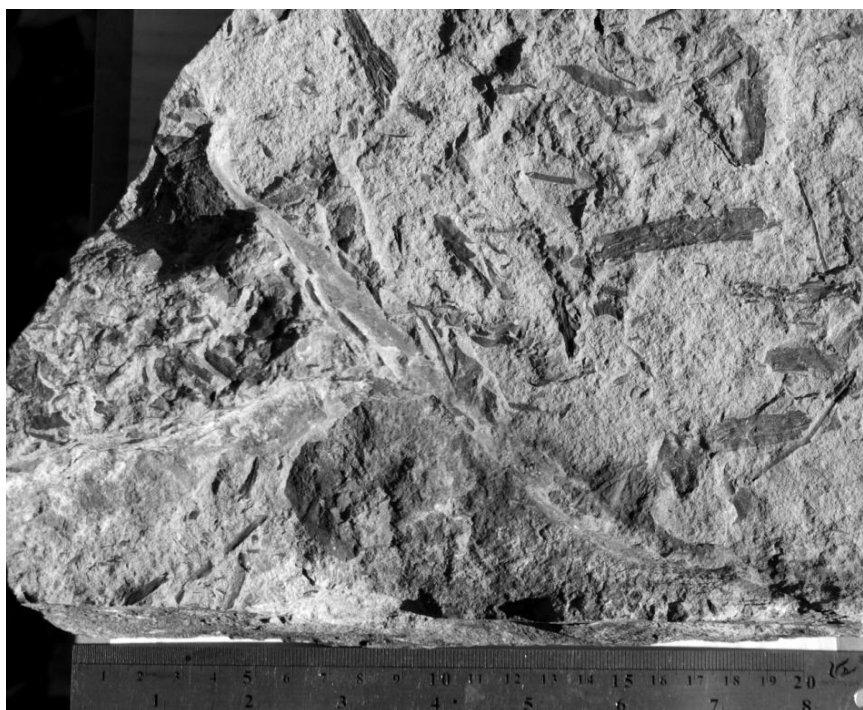
Д.Г. Маликов

Научный руководитель старший преподаватель В.М. Ермаков  
*Хакасский государственный университет им. Н.Ф. Катанова, г. Абакан, Россия*

Местонахождение находится в 3,5 км. севернее п. Советская Хакасия Богградского района РХ(54010°30' с.ш., 91025°15' в.д.) в зоне откола утёса Копковского обвала. Местонахождение представлено щебнем, глыбами песчаников и аргилитов толтаковской свиты D<sub>2gv</sub> tl с отпечатками палеофлоры. В обломочном материале также содержатся прослойкой углефицированного детрита (рис 1).

Образцы направлены на анализ в Томский государственный университет, но в связи с очень мелким размером детритовых частиц, их определение не возможно. Однако углефицированный детрит обычно расположен выше и ниже по разрезу угольных пластов. Это является предпосылкой для изучения структурных особенностей, благоприятных для угленакопления.

В 2003 году на правом берегу Красноярского водохранилища (дер. Моисеевка), в отложениях сарской свиты  $S_{1-2}$  sg на глубине 108 м был вскрыт пласт каменного угля мощностью 3 м. Установлено блоковое строение угленосной структуры. Подобное блоковое строение наблюдается и в месте нахождения палеофлоры (Копковский надвиг). В отложениях сарагашской свиты девона ( $D_2$  gv sg) в 12 км к востоку от села Тесь Красноярского края известно углепроявление Убрусское. Падение пласта ( $8-12^\circ$ ) каменного угля мощностью 0,7 м, протяженностью около 100 м. В 3,5 км севернее п. Советская Хакасия в сентябре 2009 года в открытой 12-метровой вертикальной трещине, протягивающейся на 150 м между скальным останцем г. Копковская и утесом, переместившимся к Красноярскому водохранилищу (Копковский обвал), обнаружена глыба 0,5 м с отпечатками палеофауны и прослойками растительного детрита углефицированного, который обычно сопровождает угленосные толщи. На противоположном правом берегу водохранилища, в 5 км севернее п. Лебяжье Краснотуранского района Красноярского края, в скальном береговом уступе ниже нормального подпорного уровня в 2000 году Ермаковым В. М. обнаружены коренные выходы углистых сланцев в отложениях среднего девона ( $D_{2as+bs}$ ).



*Рис. 1. Отпечатки палеофлоры с Копковского обвала*

Образование угленосных формаций происходит при влажном гумидном климате, благоприятном для растительности, и при наличии плоских мелких заболоченных побережий бассейнов (морей и озёр), возникающих в областях опускания земной коры, где создаются условия и для захоронения торфяников в ископаемом состоянии. Таким образом, помимо благоприятных палеогеографических условий (климата, растительности, рельефа, фациальной обстановки) при образовании угленосных формаций ведущее значение имеют геотектонические факторы (движения земной коры). Последние в основном, определяют и палеогеографическую (ландшафтно-фациальную) обстановку образования угленосных формаций.

В большинстве случаев растительные остатки представлены листьями. Возможны два случая: 1) сохраняется часть обугленного вещества листа, имеющего коричневый, тёмно-серый или даже чёрный цвет; 2) вещество листа полностью утрачено, сохраняется только его отпечаток. Находки первого типа более ценны, так как в этом случае чаще можно обнаружить детали структуры и установить характер эпидермиса, это необходимо для определения и систематизации находки [1]. Образец, обнаруженный в районе п. Советская Хакасия, относится к первому типу, однако в связи с не большим размером остатков (до 5 см) их идентификация не возможна. Данный образец хоть и не подлежит определению, но он свидетельствует о возможном угленакоплении, поэтому требуется дальнейшее изучение этого участка, тем более что он находится в контуре Минусинского угленосного района.

#### Литература

1. Методика палеонтологических исследований // Под ред. Д.П. Найдина. – Москва: Изд-во «МИР», 1973 – 392 с.

## ПЕРВЫЕ НАХОДКИ ФАУНЫ В ПОРОДАХ ОЛЬХОНСКОГО КРИСТАЛЛИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА

С.Е. Мезенцев

Научный руководитель профессор А.П. Кочнев

Иркутский государственный технический университет, г. Иркутск, Россия

Одним из наиболее сложных и дискуссионных вопросов геологии Прибайкалья является проблема стратификации ольхонской серии, сложенной интенсивно метаморфизованными и сложно дислоцированными породами. Возрастные соотношения ее со смежными стратифицированными толщами неясны из-за тектонического характера ее контактов. Возраст серии до сих пор достоверно не установлен.

В ранних схемах в конце XIX - начале XX столетий (И.Д. Черский, В.А. Обручев, Е.В. Павловский, А.С. Кульчицкий, Л.И. Салоп) метаморфиты ольхонской серии считались архейскими образованиями (рис. 1, б).

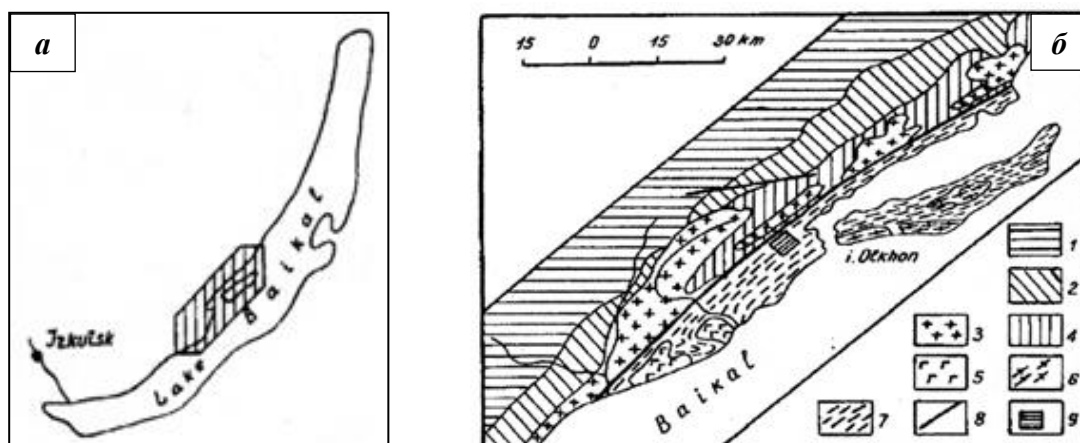


Рис. 1. Географическая позиция и схематическая геологическая карта Приольхонья (по Л.И. Салопу, 1964, с упрощениями)

1 – кембрийский чехол Сибирской платформы; 2 – байкальская серия рифея; 3–4 раннепротерозойские образования; 3 – граниты приморского комплекса, 4 – метаморфиты сарминской серии; 5–7 – архейские образования; 5 – габброиды, 6 – граниты и гранито-гнейсы, 7 – кристаллические сланцы ольхонской серии; 8 – Приморский разлом, 9 – Чернорудский полигон практики

В 70-х гг. XX столетия А.С. Ескин, В.В. Эз и др. расчленили ольхонский комплекс на три разновозрастные серии – позднеархейскую ольхонскую, раннепротерозойскую ангинскую и позднепротерозойскую цаганзабинскую.

Однако Б.Н. Артемьев еще в 1926 г. высказал мнение об условно палеозойском возрасте метаморфических пород Приольхонья на основе сообщения А.В. Львова о находке в 1924 г. остатков криноидей в мраморах мыса Улан-Нур. Эта точка зрения нашла поддержку в работах В.С. Федоровского, привлечшего к обоснованию возраста толщи изотопные датировки.

При дальнейших исследованиях находок палеозойской фауны или флоры здесь не было обнаружено, в связи с чем дискуссия о возрасте ольхонской серии продолжается до сих пор.

В 2008 г. в процессе учебной геолого-съёмочной практики студентов Иркутского Государственного Технического Университета проведена детальная съёмка (масштаб 1:5000) водораздела падей Барун-Хал и Доньша (рис. 2, а). При отборе образцов и проб в мраморах пачки Б были обнаружены остатки фауны (рис. 2, б).

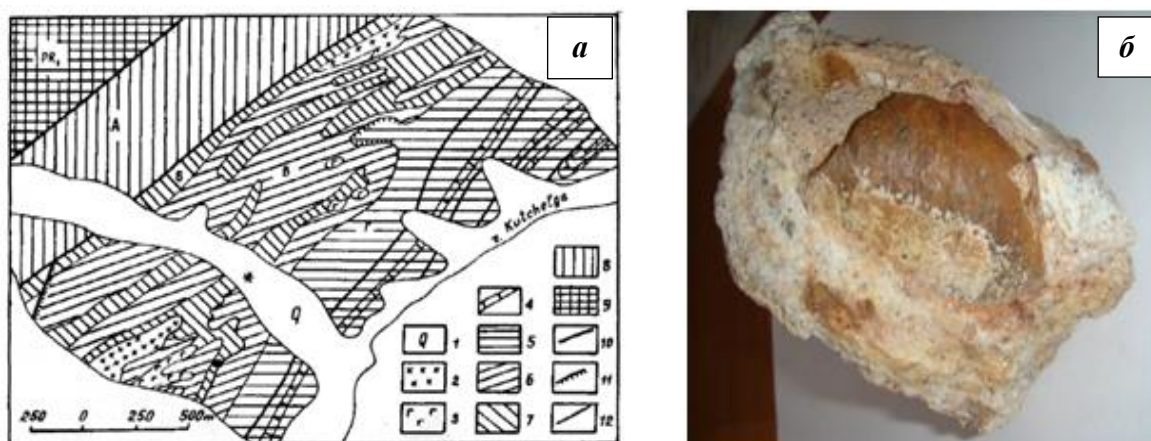
Находка представляет собой полуцилиндрический сегмент окаменевшей «раковины», полностью заключенной в мраморе толщи Б. Длина сегмента около 6–7 см, ширина около 2 см. Мрамор светло-серый, среднекристаллический с редкими включениями графита.

В Иркутске в институте геохимии СО РАН был проведен вещественный анализ остатков фауны, он показал что наша находка на 90 % состоит из кварца. Отсюда можно предполагать, что изначально скелет имел хитиновый состав.

Визуально оценив находку, доцент Иркутского Государственного Университета Титаренко Т.Н. предположила, что это остатки ископаемых погонофор. Это червеобразные морские животные. Начало их существования ученые относят к кембрийскому периоду. Но они продолжают жить и до сих пор в современных морях.

В Новосибирском Институте Геологии, в лаборатории члена-корреспондента РАН А.В. Каныгина было высказано предположение о близости находки к фауне ордовикского возраста, хотя тип и род фауны пока установить не удалось.





**Рис. 2.** Схематическая геологическая карта (а) Чернорудского участка (по А.П.Кочневу, 1990), фотографии образца с фауной (б)  
 1 – четвертичные отложения; 2 – гранит-пегматиты; 3 – габброиды; 4 – маркирующие пласты мраморов в метаморфитах ольхонской серии; 5–8 – толици Г (5), В (6), Б (7) и А (8) ольхонской серии; 9 – сарминская серия раннего протерозоя; 10 – Приморский глубинный разлом; 11 – локальные надвиги; 12 – локальные разломы неясного типа. Звездочкой показано положение базы практики ИргТУ, жирной точкой – местонахождение фауны в мраморах.

Официального заключения о возрасте и названии нет до сих пор, но уже сегодня на основании имеющихся данных можно предполагать, что возраст мраморов ольхонской серии не архейский, значительно более молодой – протерозойский, а возможно и нижнепалеозойский. Требуется детальное исследование местонахождения фауны специалистами-палеонтологами.

### НАХОДКА РУГОЗ В БЫСКАРСКОЙ СЕРИИ СЕВЕРО-МИНУСИНСКОЙ КОТЛОВИНЫ К.С. Мельник

Научные руководители доценты Б.Д. Васильев, Н.В. Гумерова  
 Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Быскарская осадочно-вулканогенная серия Минусинского прогиба, отвечающая начальному этапу формирования герцинского межгорного прогиба, залегает с резко выраженным региональным угловым несогласием на салаиро-каледонском складчатом основании и, в свою очередь, с региональным угловым несогласием перекрыта отложениями позднеживетской трансгрессии. Серия фациально изменчива, слагается преимущественно базальтами, трахиандезитами и их туфами [1]. Терригенные и карбонатные породы залегают среди вулканитов отдельными пачками, мощность которых с запада на восток увеличивается. Палеонтологически серия охарактеризована в основном риниофитами и датируется ранним девонем [4]. Находки фауны в быскарской серии Северо-Минусинской котловины единичны, сделаны студентами ТПУ и принадлежат филлоподам и максиллоподам [3], кораллам и мшанкам. В 2002 г. у пос. Малый Спириин Б.Д. Васильевым были впервые найдены образцы морской фауны, коллекция которой более тщательно отбиралась в 2008 году. В 1,5 км от этого местонахождения Ю.С. Ананьевым в течение полевого периода 2007–2008 годов были сделаны находки фауны плохой сохранности, а также строматолитов, предположительно раннедевонского возраста. Автор статьи принимал участие в сборах фауны во время летней практики 2008 года.

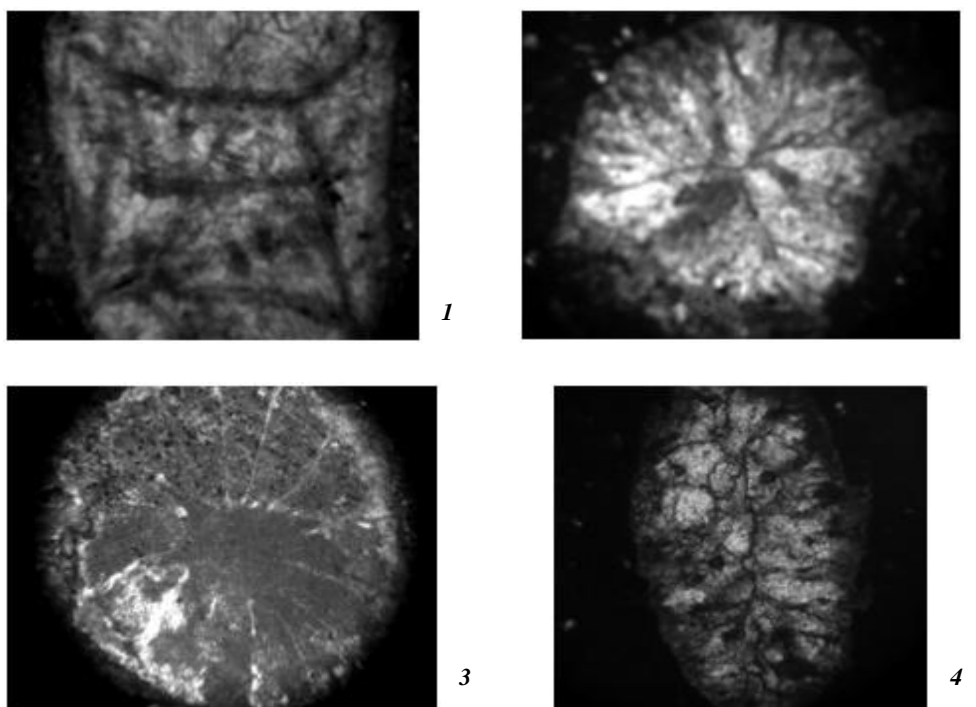
Малоспириинское местонахождение фауны расположено в пределах учебного геологического полигона вузов Сибири, в южном борту Северо-Минусинской котловины, в правобережье р. Туим, между озерами Березовое и Камышовое на островной возвышенности с отметкой 528,6 м, где находится кладбище пос. Малый Спириин. Разрез находится на возвышенности, южный склон которой хорошо обнажен и представляет собой центриклинальное замыкание синклинали, ось которой полого, под углом 6–10° погружается на северо-запад. Суммарная мощность разреза около 70 м (рис. 1).

Подстилает толщу горизонт мелкозернистых терригенных пород с глауконитом, который содержит отпечатки псилофитов хорошей сохранности. Стратиграфически выше залегает пачка аргиллитов мощностью 10 м, в основании которой фрагментами прослеживается горизонт темно-серых известняков мощностью 5–6 см с остатками ругоз (т. 201А, т. 603) и (В-02-2, В-02-25). Выше по разрезу залегает пачка вулканогенных пород, переслаивающихся с терригенными красноцветами, суммарная мощность которой равна 18 м. В основании пачки песчаников прослеживается второй горизонт известняков мощностью 2–5 см с примесью пеплового материала.

Вверх по разрезу красноцветные песчаники сменяются алевролитами, аргиллитами и массивными известняками. Этот горизонт известняков наиболее мощный (до 0,5–0,6 м). Известняки окремнены, имеют розовую неравномерную окраску.



Рис. 1. Геологическая карта и разрез участка Малый Спирин



*Distinctus super micrus Melnik subspecies nov.*

Фото 1. Экз. 603. Продольное сечение X 11, отчетливо видны простые днища.

Фото 2. Экз. 603. Поперечное сечение X 11, параседальное почкование (4 почки).

Фото 3. Экз. 603/1. Поперечное сечение X 13, строение септ на взрослой стадии.

Фото 4. Экз. 603/5. Поперечное сечение X 13, перистое расположение септ на юных стадиях развития.

Над горизонтом известняков залегают аргиллиты, алевролиты, переходящие в песчаники вверх по разрезу. В пачке обнаружены два горизонта псилофитов плохой сохранности. В кровле пачки (т. 206) обнаружены отпечатки псилофитов, створки филопод с концентрической скульптурой, сетчатые фрагменты мшанок.

На гребне куэстовой гряды обнажены долериты сложного, ветвящегося на флангах, сила мощностью до 15 м. У вершины с отметкой 528 м в замке синклинали, на кладбище вскрыты аргиллиты с фрагментами псилофитов.

Таким образом, на изученном участке выявлено не менее 4-х горизонтов с псилофитами и 4 горизонта известняков с морской фауной. Наибольший интерес представляет самый нижний горизонт с ругозами, которые были впервые определены и описаны автором статьи под руководством Н.В. Гумеровой.

Судя по литологии этого горизонта известняков, они накапливались в периодически исчезающем мелководном бассейне, мутном от терригенно-пеплового материала. Для ругоз такие условия крайне неблагоприятны, что должно было привести к приспособлению популяции и неизбежному изменению ее фенотипических признаков (появлению карликовых форм). Комплекс ругоз крайне примитивен и представлен одним подвидом вида *Distinctus micrus* Gum. [2]. Нами был выделен новый подвид *Distinctus super micrus* Melnik вида *Distinctus micrus* на основании аномально мелких размеров форм, не соответствующих нормальному размеру ругоз (максимальный диаметр аморалла – 5 мм, преобладающий диаметр – 1.5–2 мм, максимальная длина кораллита – 20 мм). Внутреннее строение кораллов в достаточной степени примитивно, что характерно для силурийских форм (септы простые; полностью отсутствуют диссепименты; утолщения ободка за счет расширений септ).

Впервые данный вид был найден и описан Н.В. Гумеровой в центральной части Горного Алтая в суркобинских слоях лудлов-пржидольского яруса. Ругозы вида *Distinctus micrus* встречаются там вместе с мшанками *Heterotrpa enormis* Astrova. Возраст суркобинских слоев был уточнен в последний раз в 2008 году по мшанкам О.П. Мезенцевой [5]. Таким образом, возраст нижнего горизонта известняков малоспиринского разреза быскарской серии может быть определен по ругозам вида *Distinctus micrus* как лудлов-пржидольский век силурийского периода.

#### Литература

1. Геология и минерагения Северной Хакасии. Путеводитель по учебному геологическому полигону вузов Сибири / под ред. В.П. Парначева и Б.Д. Васильева – изд. 3, дополн. и перераб. – Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2007. – 236 с.
2. Гумерова Н.В. Новый представитель семейства протозафрентид (ругозы) в пражских отложениях Горного Алтая. // Расчленение и корреляция фанерозоя по данным микропалеонтологии. – Томск: Изд-во Томского ун-та, 1995. С. 46.
3. Ермошкина Св.С., Ермошкина С.С. Находка ракообразных в шунетском опорном разрезе нижнего девона (Минусинский прогиб). // Проблемы геологии и освоения недр: Материалы докладов II Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых имени академика М.А. Усова. – Томск: изд-во НТЛ, 1998. – с. 29
4. Захарова Т.В., Ананьев А.Р. О стратиграфическом положении быскарской серии девона Минусинского прогиба // Бюлл. Моск. об-ва испытателей природы, отд. геол. – 1990. – Т.65 – вып. 2 – с. 44–50
5. Mesentseva O.P. New data on the Age of the Glyaden' Mountain Strata // International conference «Development of Early Paleozoic Biodiversity: Role of Biotic and Abiotic Factors and Event Correlation». – М.: KMK Scientific Press, 2008. – P. 64–67.

### НАХОДКА РУГОЗ В ЛУГИНЕЦКОЙ СВИТЕ ФУНДАМЕНТА ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ ПЛИТЫ

К.С. Мельник

Научный руководитель доцент Н.В. Гумерова

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

В связи с приближением сроков работы Межведомственного стратиграфического совещания по девону Западной Сибири встал вопрос об уточнении объема и стратиграфического положения границ лугинецкой свиты Западно-Сибирской геосинеклизы Ханты-Мансийского автономного округа. Лугинецкая свита установлена В.И. Красновым и др. в 1988 году [3] в Томской области, в Нюрольском структурно - фациальном районе [4]. Стратотип свиты находится в разрезе скважины Лугинецкая-170. Название дано по одноименной разведочной площади. Свита подразделяется на две подсвиты нижнюю – франского и верхнюю – фаменского возрастов. Детальное описание разреза приведено Бугуш и др. [1]. В стратотипе свита, представлена однородными кремовыми, серыми, темно-серыми, массивными, глобидными, водорослево-фораминиферовыми известняками с пелспаритом в основной массе. В нижней части, относимой к франскому ярусу редкие линзы, прослой туфолов базальтового состава. Нижняя граница с верхнегерасимовской подсвитой позднеживетского возраста приуроченная к прослою дезинтегрированных известняков [1], принята согласной [3, 4]. Кровля в стратотипе и других разрезах свиты не вскрыта. Видимая мощность в стратотипе 491 м. Возраст свиты, определен в пределах всего позднего девона на основании изучения большого комплекса ископаемых организмов, как из стратотипа, так и из разрезов других скважин. Основу комплекса составляют фораминиферы. В подчиненном количестве присутствуют конодонты и строматопороидеи.

На Котыгь-Еганской площади были пробурены следующие скважины: № 21, 22, 23, 26, 28. В двух скважинах (23 и 26) в органогенных известняках были найдены ругозы. Ранее ругоз, характеризующих данный возрастной интервал, известно не было. Автором статьи было проведено всестороннее изучение палеонтологических шлифов поперечных и продольных сечений кораллов ругоз, которые были получены от Новосибирского отделения СНИИГиМС. Кроме того, они были монографически описаны и уточнен возраст вмещающих фауну пород. По ругозам возраст определен как ранне-франский.

В Котыгь-Еганской скважине №26 ругозы приурочены к следующим породам:

Интервал 3145 – 3150 м.

Илистые массивные известняки с фауной массивных и ветвистых строматопорат а также массивных табулят. Много раковинного детрита средней и мелкой размерности. В карбонатном илу встречаются терригенные

частицы до 1 мм в поперечнике. Сортировка отсутствует. Хаотично ориентированные тонкие нитевидные трещинки выполнены аморфным или кристаллическим кальцитом. Цвет пород темно-серый с коричневатым оттенком. Единичные зоны интенсивно-сульфидной минерализации в виде заполнения трещинок пиритом.

Интервал 3027,5 – 3034,0 м

Известняк илистый светло и темно-серый. Участками брекчиевидный, трещиноватый – тонко, без определенной ориентировки, хаотично. Частично в разной степени мраморизованный, с ругозами средней сохранности.

Интервал 3015-3021,0 м Интервал 3010-3015 м

В целом аналогичный известняк илистый, карбонатного состава. Частичная мраморизация и перекристаллизация. Незакономерное изменение цвета от светло-серого до серого светло-коричневатого. Варьирует степень брекчиевидности и ее размерность. Меняется интенсивность микротрещиноватости. Далее породы аналогичны описанным.

Скважина 23

Интервал 3025-3030 м

Интенсивно измененная порода серого, светло-коричневого, бежевого цветов, Аргиллитоглиноподобная. Порода плотная, достаточно однородная, выдержанная с единичными прослоями мраморизованных известняков. В известняках найдены остатки ругоз.

Ниже наблюдаются серовато-коричневые немые массивные известняки.

При исследовании фауны были получены следующие результаты.

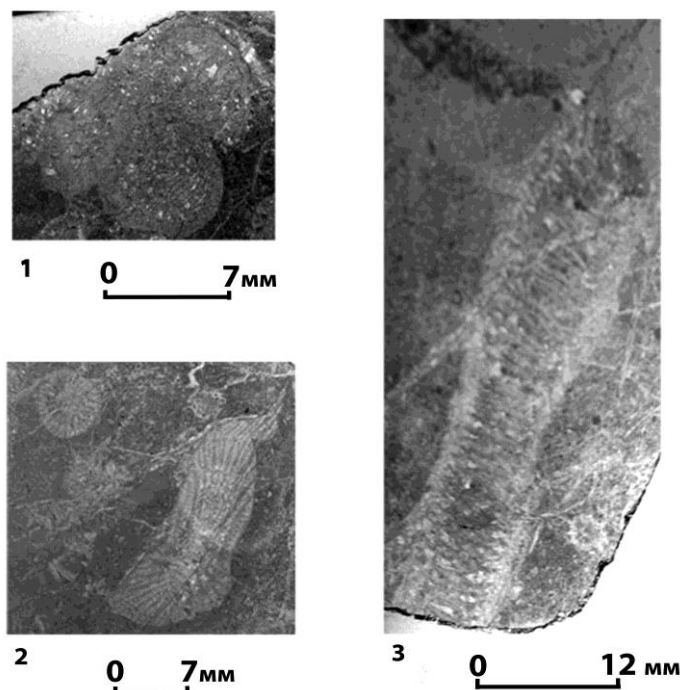
Ругозы, описанные нами, представляют собой одиночные кораллы, изредка почкующиеся.

#### ОПИСАНИЕ РУГОЗ

#### Вид *Tabulophyllum gorskii* Bulvanker

Табл.1, фиг. 1, 2, 3

Таблица 1



Фиг.1, 2, 3 *Tabulophyllum gorskii* Bulvanker.

Экз.17408-4. Поперечное сечение: парасидальное деление коралла на 4 почки,

Экз.18408-2. Продольное и поперечное сечения коралла,

Экз.18408-2. Продольное сечение коралла.

**Диагноз вида.** Коралл одиночный, кустистый. Максимальный диаметр кораллита 12 мм, минимальный - 6 мм. Количество септ двух порядков - 44. Большие септы длинные, оставляют в центре очень малое пустое пространство. Септы каринированы на периферии. Наблюдается их утолщение у ободка. Длина малых септ на разных стадиях развития составляет от  $\frac{1}{4}$  до  $\frac{1}{3}$  длины больших септ. На более зрелых стадиях длина малых септ увеличивается. Септальный аппарат состоит из разобщенных шипов. Септы расположены слабо перисто. На

ранних стадиях развития коралла это выражено ярче. Ободок тонкий. Диссеппименты лансдалеонидные, косые в 1 ряд на зрелых стадиях (крупные, почти вертикально стоящие, иногда отрывающиеся концы септ на периферии от стенок). Днища полные прямые горизонтальные (слабовыпуклые). Количество днищ - 6 на 5 мм.

**Онтогенез.** Размножение парасидальное, изучено на примере 4 почек, разрывающих материнский коралл. В процессе онтогенеза увеличивается длина малых септ: на юных стадиях их длина составляет 1/4 - 1/5 от длины больших, а на зрелых 1/2. На ранних стадиях слабо выражена фосула и перистое строение септ прослеживается более четко, чем на зрелых.

**Распространение.** Кораллы описаны из вассинских слоев западной части Алтае-Саянской области и из николаевских слоев района Николаевского месторождения.

**Возраст.** Возраст ранне-франский век позднедевонской эпохи

Кустистая форма кораллов характерна для взмученных (возможно из-за подводных течений) вод водоема.

Данные ругозы принадлежат к роду *Tabulophyllum* Fenton and Fenton и виду *Tabulophyllum gorskii* Bulvanker. Возраст вида датируется ранне-франским веком. Подобные кораллы описаны из вассинских слоев западной части Алтае-Саянской области (Салаира и Кузбасса) и из николаевских слоев Рудного Алтая (района Николаевского месторождения).

Полученные нами биостратиграфические данные будут включены в новый вариант Региональной стратиграфической схемы девонских образований Западно-Сибирской геосинеклизы (ЗСГ), представление которой на Межведомственном стратиграфическом совещании состоится в ближайшее время. Результаты наших исследований расширяют фундаментальные знания о геологическом строении девонских образований ЗСГ и будут использованы при палеонтологическом – стратиграфическом сопровождении поискового и разведочного бурения на углеводородное сырье.

#### Литература

1. Богуш О.И., Биджаков В.П., Дубатов В.Н. и др. О составе и возрасте отложений палеозоя скважины Лугинецкая -170 (Томская область). – Палеозой Западно-Сибирской низменности и ее горного обрамления. Новосибирск, Наука, 1981. – С. 3-35.
2. Елкин Е.А., Краснов В.И., Бахарев Н.К. и др. Стратиграфия нефтегазоносных бассейнов Сибири. Палеозой Западной Сибири. Новосибирск, Изд-во СО РАН, филиал «Гео», 2001. – 155 с.
3. Краснов В.И., Исаев Г.Д., Саев В.П. Новые данные по литостратиграфии палеозойских отложений юго-востока Западно-Сибирской плиты. – Региональная стратиграфия нефтегазоносных районов Сибири. Новосибирск: СНИИГиМС, 1988. – С. 9-13.
4. Решения межведомственного совещания по рассмотрению и принятию региональной стратиграфической схемы палеозойских образований Западно-Сибирской равнины. – Новосибирск: СНИИГиМС, 1999. – 79 с.
5. Хромых В.Г. Строматопораты и их распределение в отложениях, вскрытых скважиной Лугинецкая 170 –
6. Палеозой Западно-Сибирской низменности и ее горного обрамления. Новосибирск, Наука, 1981. – С. 60-63.

### ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАЗВИТИЯ ЭНДОГЕННЫХ ТРЕЩИН В АЛЕВРОЛИТАХ УГЛЕННОЙ ТОЛЩИ ДОНБАССА

**А.Р. Меус, А.А. Рекунович, В.А. Терентьев**

Научный руководитель доцент В.В. Ишков.

*Национальный горный университет, г. Днепрпетровск, Украина*

Алевролиты угленосной толщи Донбасса слагают прослои и пласты небольшой мощности, которые, сливаясь, образуют довольно значительные тела пластообразной формы. Кроме того, маломощные прослои и линзы алевролитов, которые не имеют самостоятельного значения, часто встречаются в песчаниках и аргиллитах. Промежуточное положение алевролитов в ряду терригенных пород определяет особенности их текстурно-структурных признаков.

Расстояния между эндогенными трещинами глинистых и известковых алевролитов статистически значительно отличаются друг от друга.

Максимальные расстояния между эндогенными трещинами наблюдаются в известковых алевролитах, слагающих кровлю и почву угольных пластов марки Т (среднее расстояние между трещинами – 83 см), минимальные – в глинистых алевролитах, перекрывающих пласты угля марки Д (среднее расстояние между трещинами – 12 см).

При всех прочих равных условиях глинистые алевролиты более трещиноваты, чем известковые; аллювиальные, чем прибрежно-морские; со слоистой текстурой, чем массивные; слагающие линзы и прослои в аргиллитах, чем переслаивающиеся с песчаниками и известняками; плохо отсортированные, чем равномернозернистые.

Увеличение степени катагенеза оказывает различное воздействие на трещиноватость глинистых и известковых алевролитов, что свидетельствует о существовании двух отличных друг от друга режимов изменения трещиноватости этих пород в процессе катагенеза. Расстояние между трещинами в глинистых алевролитах увеличивается с ростом степени катагенеза, соответствующему изменению степени метаморфизма углей от марки Д до марки Ж (среднее расстояние между трещинами 16 см). Установленная закономерность обусловлена катагенетическими преобразованиями глинистого вещества и структурно-минералогическими особенностями данного типа алевролитов.

Расстояние между эндогенными трещинами в известковых алевролитах монотонно возрастает с увеличением степени катагенеза от стадии соответствующей марке углей Д (среднее расстояние между трещинами 31 см) до – марки углей Т (среднее расстояние между трещинами 83 см). Аналогия в изменении трещиноватости известковых алевролитов, прибрежно-морских песчаников и известняков в процессе катагенеза связана со сходством аутигенного минералообразования и структурных изменений при преобразовании исходного вещества этих пород.

## ЛИТОЛОГО-ФАЦИАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ И БИТУМИНОЗНОСТЬ ЮРСКО – МЕЛОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ СКВАЖИНЫ ВОСТОЧНО-ЛОДОЧНАЯ-1

С.Е. Мишуков

Научный руководитель доцент М.И. Шамина.

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

Скважина Восточно-Лодочная-1 находится на южном фланге Ванкорского газонефтяного месторождения.

При оценке перспектив нефтегазоносности большое значение имеет изучение литолого-фациальных особенностей и битуминозности отложений.

В процессе исследований изучено 190 образцов керна, 150 проб шлама литологическими и люминесцентно-микроскопическими методами. Скважиной Восточно-Лодочная-1 вскрыты отложения нижневерхнемелового возраста, представленные породами нижнехетской, суходудинской, малохетской, яковлевской, дорожковской, насоновской, салпадаяхинской свит.

Для определения фациальных обстановок в лабораторных условиях петрографо-литологическими методами изучались текстурно-структурные особенности пород, состав и окраска.

Породы нижнехетской свиты вскрыты в интервале 2657,0–3000,0 м и представлены пачками глинистых, алевро-глинистых, алевро-псаммитовых пород: аргиллитов, алевролитов, редко прослоями песчаников и переходных разностей толщиной от десяти до пятидесяти метров.

Для формирования отложений нижнехетской свиты характерны переходные фациальные обстановки, особенно в участках развития песчаных пород. На участках распространения алевро-глинистых пород (инт. 2815,0–2841,0 м) они сменяются мелководно-морскими и содержат морскую фауну (гл. 2838,0м). В участках тонкого переслаивания глинистых и алевролитовых пород (в самой нижней части разрезы свиты) возможно присутствие фаций заливов (береговых валов и баров).

Отложения суходудинской (инт. 2128–2657 м) и малохетской свит (инт. 1984–2128 м) изучены по шламу и представлены переслаиванием алевролитов, аргиллитов, песчаников в прибрежном мелководье. Толщина пластов песчаника 15–20 метров, песчаники светлосерые мелкозернистые кварцевые, интенсивно карбонатизированные на отдельных участках.

Отложения яковлевской свиты изучены в интервале 1408,0–1984,0 м и представлены переслаиванием пластов аргиллитов, алевролитов и песчаников.

Для отложений яковлевской свиты характерны переходно-континентальные условия осадконакопления с развитием песчаных и алевро-глинистых пород. Породы значительно обогащены углефицированным растительным детритом и содержат тонкие прослои угля, обуславливающие тонкогоризонтальнослоистые и линзовидно-слоистые текстуры пород. Осадконакопление их происходило в континентальных, близких к пойменным обстановкам, сменяющихся на переходные (дельтовые) обстановки.

Отложения дорожковской свиты изучены в интервале 952,0–1408,0 м по шламу. Породы представлены неравномерным переслаиванием слаболитифицированных алевролитов, аргиллитов, песчаников.

Формирование алевро-глинистых пород свиты происходило в мелководно-морских условиях, сменяющихся на лагунные скорее всего в период образования алевро-песчаных пород. Аргиллиты представлены осветленными серыми тонкогоризонтальнослоистыми разностями, содержащими морскую фауну. Песчаники имеют однородные линзовидно-слоистые текстуры, окрашены в серые, иногда зеленовато-серые цвета, за счет присутствия в них глауконита.

Отложения насоновской (инт. 639,0–552,0 м) и салпадаяхинской свит (инт. 600,0–639,0 м) изучались по шламу.

Породы насоновской свиты представлены неравномерным переслаиванием песков, слаболитифицированных песчаников, алевролитов и аргиллитов, а салпадаяхинской свиты – глинами и слаболитифицированными аргиллитами с прослоями алевролитов.

Таким образом, юрско–меловые отложения изученного разреза (от нижнехетской до дорожковской свит) формировались в условиях трансгрессивно-регрессивной направленности седиментогенеза. Породы формировались преимущественно в континентальных и переходных условиях (фаии валов и баров) со сменой на морские и прибрежморские.

Для изучения битуминозности пород использовался метод люминесцентной микроскопии, который позволяет в короткий срок определить тип, состав и распределение битумоидов, выявить горизонты эпигенетичной битуминозности и уточнить интервалы для опробывания в скважинах.

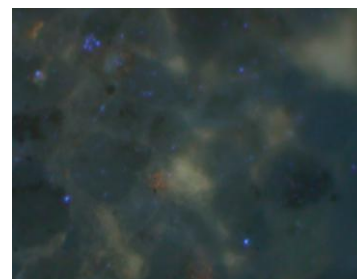
В большинстве изученных образцов отмечаются следы миграции битумоидов, что свидетельствует о широком развитии процессов миграции и битумообразования в разрезе.



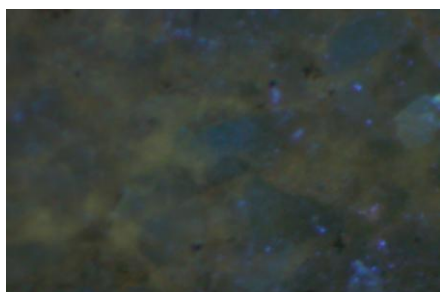
**Рис. 1. Песчаник тонкозернистый алевритистый.**  
Содержание эпитуминозов 0,03 %.  
Гл. 2998 м Ув.×126.  
Нижнехетская свита.



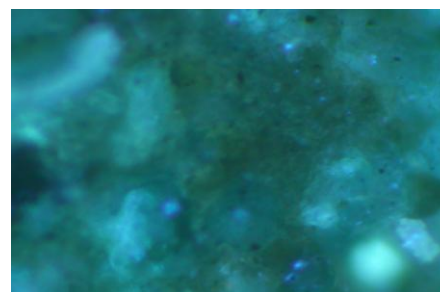
**Рис. 2. Песчаник мелкозернистый рыхловатый с запахом УВ.**  
Содержание эпитуминоидов 0,06 %.  
Гл. 2854 м Ув.×126.



**Рис. 3. Песчаник тонкозернистый алевритистый с глинисто-карбонатным цементом.**  
Содержание эпитуминоидов 0,03 %.  
Гл. 2836 м Ув.×126.  
Нижнехетская свита



**Рис. 4. Алевролит известковистый**  
Содержание эпитуминоидов 0,04 %.  
Гл. 1733,9 м. Ув.×126.  
Нижняя яковлевская свита



**Рис. 5. Песчаник тонкозернистый Рыхловатый с глинистым цементом.**  
Содержание эпитуминоидов 0,04 %.  
Гл. 960 м. Ув.×126.  
Дорожковская свита.

Наибольшее содержание эпитуминоидов (до 0,08 %) маслянистого и маслянисто-смолистого состава фиксируется в песчаниках нижнехетской свиты (инт. 2864,5–2867,2 м, 2835–2885 м, инт. 2731–2733 м и гл. 2710,4м), которые могут рассматриваться как перспективные на нефтегазоносность коллекторы (Рис. 1–3). Высокие содержания эпитуминоидов (до 0,06 %) отмечены также в пределах яковлевской свиты ( гл. 1760 м, инт. 1705–1720 м и 1540–1570 м)

В пределах разреза не выявлено типичных нефтегазоматеринских пород, хотя в отложениях малохетской и яковлевской свит, выявлены прослои аргиллитов и алевролитов, содержащие битумоиды смешанного типа, но их концентрации не превышают 0,01–0,03 %.(Рис. 4).

В целом, в разрезе скв. Восточно-Лодочная-1 процессы миграции и генерации битумоидов выразились менее значительно, чем в скважине Ванкорская-11. В отношении нефтегазоносности перспективны, по-видимому, только отложения нижнехетской и яковлевской свит.

По результатам изучения шлама процессы флюидомиграции в разрезах изученных скважин проявились достаточно интенсивно, это подтверждается присутствием следов миграции битумоидов практически во всех пробах.

В целом, по результатам исследований потенциально нефтегазоносными могут быть породы из следующих интервалов, которые характеризуются не только повышенным содержанием ХБА, но и интенсивной разуплотненностью:

- инт. 2728,4–2740,6 м и 2843–2876 м нижнехетской свиты;
- инт. 1700–1708 м, 1715,6–1721,4 м, 1737,5–1740 м, 1752–1758 м яковлевской свиты;
- инт. 963–988 м дорожковской свиты (рис. 5).

В разрезе Восточно-Лодочной скважины процессы флюидомиграции и эпигенетических преобразований пород более ярко проявились в инт. 1090–2300 м, хотя и с интервалами менее значительных преобразований пород (инт. 1000–1070 м, 1870–1980 м и 2090–2230 м). Флюидоупорами в разрезе являются прослои аргиллитов, карбонатизированных алевролитов. По литогеохимическим данным они лучше фиксируются по результатам опробований керна.

**ЭНДОГЕННАЯ ТРЕЩИНОВАТОСТЬ ПЕСЧАНИКОВ ДОНБАССА****А.О. Нестеренко, В.В. Титов, Е.А. Шкатула**

Научный руководитель доцент В.В. Ишков.

*Национальный горный университет, г. Днепропетровск, Украина*

Значения трещиноватости крупнозернистых, среднезернистых, мелкозернистых, а также промежуточные типы аллювиальных и прибрежно-морских песчаников угленосных отложений Донбасса статистически значимо отличаются между собой. При всех прочих равных условиях аллювиальные песчаники более трещиноваты, чем прибрежно-морские.

С увеличением степени катагенеза, трещиноватость аллювиальных и прибрежно-морских песчаников вне зависимости от их гранулометрии изменяется по-разному. Расстояние между трещинами в аллювиальных песчаниках возрастает с увеличением степени катагенеза, соответствующим изменению степени метаморфизма углей от марки Д до марки Г, затем уменьшается, достигая второго минимума на стадии Ж. Последующее изменение степени эндогенной трещиноватости аллювиальных песчаников происходит в направлении закономерного увеличения расстояния между трещинами. Выявленная закономерность объясняется катагенетическими изменениями вещественного состава и структурных особенностей аллювиальных песчаников.

Суммарный эффект этих преобразований выражается с одной стороны в общем уменьшении прочностных свойств породы, а с другой – в увеличении их пространственной анизотропии. Следствием упомянутых процессов является общее повышение степени трещиноватости. При дальнейшем увеличении катагенеза (стадии, соответствующей маркам углей К, ОС и Т) появляются выделения вторичного кварца, халцедона и других аутигенных минералов, которые цементируют ранее существовавшие эндогенные трещины.

Трещиноватость прибрежно-морских песчаников с увеличением степени катагенеза монотонно уменьшается. Основной причиной уменьшения количества первичных трещин является перекристаллизация карбонатного цемента с одновременной цементацией трещин переотложенным веществом.

На стадии катагенеза, соответствующей марке угля Т, текстурно-структурные особенности, изменчивость минерального состава и условий залегания прибрежно-морских песчаников служат причиной их разделения на три выборки, которые статистически значимо различаются по степени трещиноватости. Средние расстояния между трещинами в этих выборках для крупнозернистых песчаников составляют 58 и 128 см, для среднезернистых – 83 и 154 см, для мелкозернистых – 51 и 112 см.

**ПРОБЛЕМАТИЧНЫЕ МЕЛКОРАКОВИННЫЕ ОРГАНИЗМЫ И БИОСТРАТИГРАФИЯ НИЖНЕГО КЕМБРИЯ ЛЕНО-АЛДАНСКОГО РАЙОНА СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ****Н.В. Новожилова***Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН, г. Новосибирск, Россия*

Общеизвестно, что в раннем кембрии на территории Сибирской платформы существовало три основных типа обстановок осадконакопления [3, 6, 7, 8], которые были развиты в соответствующих фациальных регионах: Туруханско-Иркутско-Олекминский с отложениями лагунного типа; Анабаро-Синский, содержащий рифовые породы, и Юдомо-Оленекский с доманиковыми отложениями шельфа открытого моря. Ранее уже было предложено несколько вариантов схем биостратиграфического расчленения нижнего кембрия Лено-Алданского района (Анабаро-Синский фациальный регион) [1, 2, 4] по мелко раковиной фауне, или сокращенно SSF (от англ. small shelly fossils). За основу была взята схема Ю.Е. Демиденко и П.Ю. Пархаева (2008), в которую были внесены некоторые корректировки (табл.). Границы ярусов и биостратиграфических стандартных зон (по археоциатам и трилобитам) проводятся нами согласно Постановлению МСК, 2008 [5].

В основании нижнего кембрия выделены слои с *Tommotia admiranda*, нижняя граница которых совпадает с основанием томмотского яруса (подошва археоциатовой зоны *N. sunnuginicus*), и легко распознается благодаря многочисленности и разнообразию SSF: *Hyolithellus tortuosus* Cobbold, *H. vladimirovae* Miss., *H. grandis* Miss., *H. vitricus* Mamb., *Hyolithellus* sp., *Cancelloria* sp., *Tiksitheca licis* Miss., *Jacutiochrea tristicha* (Miss.), *Sunnaginia imbricata* Miss., *Coleolus trigonus* Sys., *Tumulduria incomperta* Miss., *Tommotitubulus savitzkii* Fed., *Lopochites meshkovae* (Fed.), *Marcuella secunda* Valk., *Palaeosulcachites* sp., *Coleolella billingsi* Miss., *Coleoloides trigeminus* Miss., *Tommotia admiranda* (Miss.), *T. kozlowskii* (Miss.), *Sachites proboscideus* Mesh., *Camenella garbowskae* Miss., а также проходящие из нижележащих отложений виды *Hyolithellus tenuis* Miss., *Torelrella curva* Miss., *Halkieria sacciformis* Mesh., *Cambrotubulus decurvatus* Miss. В верхней части появляются *Hyolithellus insolitus* Grig., *Tommotia plana* (Miss.).

Нижнюю границу слоев с *Lapworthella tortuosa* следует проводить по первому появлению руководящей формы (первое появление *L. tortuosa* отмечено в 15 слое пестроцветной свиты разреза «Дворцы», середина археоциатовой зоны *N. sunnuginicus*). Комплекс характеризуется: *Archiasterella tetraspina* Vas. et Saut., *Cancelloria symmetrica* Vas., *Tiksitheca korobkovi* (Miss.), *Anabarites* sp., *A. tristichus* Miss., *Cancelloria* ex gr. *lenaica* Zhur. et Kor., *Hyolithellus isiticus* Miss., *Torelrella biconvexa* Miss., *T. lentiformis* Miss., *Torelrella* sp. Среди проходящих видов: *Hyolithellus vladimirovae* Miss., *H. grandis* Miss., *H. tenuis* Miss., *Halkieria sacciformis* Mesh., *Cambrotubulus decurvatus* Miss., *Coleolella billingsi* Miss., *Coleoloides trigeminus* Miss., *Tommotia plana* (Miss.), *T. admiranda* (Miss.), *T. kozlowskii* (Miss.), *Sachites proboscideus* Mesh., *Camenella garbowskae* Miss., *Torelrella curva* Miss., *Hyolithellus tortuosus* Cob., *H. insolitus* Grig., *H. vitricus* Mamb., *Tiksitheca licis* Miss., *Sunnaginia imbricata* Miss.



Слои с *Lapworthella bella* устанавливаются по первому появлению в разрезе томмотид L. bella. Комплекс представлен в основном проходящими видами *H. vladimirovae* Miss., *Hyolithellus* sp., *H. tenuis* Miss., *Torelrella biconvexa* Miss., *T. lentiformis* Miss., *Torelrella* sp., *Halkieria sacciformis* Mesh., *Sunnaginia imbricata* Miss., *Tommotia plana* (Miss.), *T. kozlowski* (Miss.), *Camenella garbowskae* Miss., *Chancelloria ex gr. lenaica* Zhur. et Kor., *Ch. symmetrica* Vas. Время образования слоев соответствует второй половине археоциатовой зоны *D.regularis*, с этого момента отмечается сокращение видового разнообразия мелкокораквинной фауны в два раза.

Нижняя граница слоев с *Mobergella radiolata* совпадает с основанием археоциатовой зоны *D. lenaicus*. В этом интервале отмечено появление *Rhombicorniculum insolutum* Miss., *Rushtonithes insolutum* (Miss.), *Mobergella radiolata* Beng., *Anabarites isiticus* Miss., *Sachithes* sp., *Rushtonis* sp., в верхах появляются томмотиды семейства *Kelanelledae*; среди проходящих: *Chancelloria ex gr. lenaica* Zhur. et Kor., *Ch. symmetrica* Vas., *Tommotia plana* (Miss.), *T. kozlowski* (Miss.), *Camenella garbowskae* Miss., *Torelrella biconvexa* Miss., *T. lentiformis* Miss., *Torelrella* sp., *H. vladimirovae* Miss., *Hyolithellus* sp., *H. tenuis* Miss., *H. grandis* Miss. Граница между томмотским и атдабанским ярусами находится в пределах выделенного подразделения и не распознается по мелкокораквинной фауне.

Слои с *Rhombicorniculum cancellatum* – *Eiffellia araniformis* устанавливаются по появлению протоконодонт *Rhombicorniculum cancellatum* (Cobb.) и спикул губок *Eiffellia araniformis* (Miss.), которые описаны нами из переходной свиты разреза Ачкагый-Кыбыр-Таас (атдабанский ярус, зона *P. anabarus*). Следует отметить, что *E. araniformis* обнаруживается не только на Сибирской платформе, но и за ее пределами (Австралия, Монголия, Европа, Китай и др.) в верхней части атдабанского яруса, т.е. существует возможность его использования на уровне глобальной корреляции [9]. Нижняя граница условно совпадает с основанием трилобитовой зоны *P. anabarus*. Из транзитных форм – хиолительминты *Hyolithellus* sp., *H. tenuis* Miss., *Torelrella biconvexa* Miss., *T. lentiformis* Miss., *Torelrella* sp. и томмотиды семейства *Kelanelledae*.

Слои с *Lenargyrium knappologicum* – *Microdiction effusum*. Из этого интервала описаны следующие зоопроблематики: *Microdiction effusum* Bengt., *Matth. et Miss.*, *Lenargyrium knappologicum* Bengt., а также проходящие из более древних отложений: *Rhombicorniculum cancellatum* (Cobb.), *Torelrella biconvexa* Miss., *Torelrella* sp., *Hyolithellus tenuis* Miss., *Hyolithellus* sp. Время образования слоев соответствует верхам атдабанского яруса (вторая половина археоциатовой зоны *F. Iermontovae*).

Таблица

Схема биостратиграфического расчленения нижнего кембрия юго-восточной части Сибирской платформы (Лено-Алданский район) по мелкокораквинной фауне

Система	Международная стратиграфическая шкала		Общая стратиграфическая шкала		В данной работе слои с SSF	В.В. Миссаржевский, 1989				Н.И. Васильева, 1998 Слой с мелкой раковинной фауной	Ю.Е. Демиденко, П.Ю. Пархаев, 2008 Комплексы SSF											
	Отдел	Ярус	Ярус	Ярус		Томмотиды	Целосклеритофоры	Хиолительминты	Мoberгеллиды			Протоконодонты										
						Томмотиды	Целосклеритофоры	Хиолительминты	Мoberгеллиды			Протоконодонты										
Кембрийская	Терневуан	Отдел 2	Нижний	Ботомский	Ярус по трито- ботамиде Анбаритес граноз Липовидия ленаика Луговиелла оймюраника	Ярус по трито- ботамиде Анбаритес граноз Липовидия ленаика Луговиелла оймюраника	Ярус по трито- ботамиде Анбаритес граноз Липовидия ленаика Луговиелла оймюраника	Ярус по трито- ботамиде Анбаритес граноз Липовидия ленаика Луговиелла оймюраника	Ярус по трито- ботамиде Анбаритес граноз Липовидия ленаика Луговиелла оймюраника	Ярус по трито- ботамиде Анбаритес граноз Липовидия ленаика Луговиелла оймюраника	Ярус по трито- ботамиде Анбаритес граноз Липовидия ленаика Луговиелла оймюраника	Ярус по трито- ботамиде Анбаритес граноз Липовидия ленаика Луговиелла оймюраника	Ярус по трито- ботамиде Анбаритес граноз Липовидия ленаика Луговиелла оймюраника									
														Ярус по трито- ботамиде Анбаритес граноз Липовидия ленаика Луговиелла оймюраника								
															Ярус по трито- ботамиде Анбаритес граноз Липовидия ленаика Луговиелла оймюраника							
																Ярус по трито- ботамиде Анбаритес граноз Липовидия ленаика Луговиелла оймюраника						
																	Ярус по трито- ботамиде Анбаритес граноз Липовидия ленаика Луговиелла оймюраника					
																		Ярус по трито- ботамиде Анбаритес граноз Липовидия ленаика Луговиелла оймюраника				
																			Ярус по трито- ботамиде Анбаритес граноз Липовидия ленаика Луговиелла оймюраника			
																				Ярус по трито- ботамиде Анбаритес граноз Липовидия ленаика Луговиелла оймюраника		
																					Ярус по трито- ботамиде Анбаритес граноз Липовидия ленаика Луговиелла оймюраника	
																						Ярус по трито- ботамиде Анбаритес граноз Липовидия ленаика Луговиелла оймюраника
					Ярус по трито- ботамиде Анбаритес граноз Липовидия ленаика Луговиелла оймюраника																	
						Ярус по трито- ботамиде Анбаритес граноз Липовидия ленаика Луговиелла оймюраника																
							Ярус по трито- ботамиде Анбаритес граноз Липовидия ленаика Луговиелла оймюраника															
								Ярус по трито- ботамиде Анбаритес граноз Липовидия ленаика Луговиелла оймюраника														
									Ярус по трито- ботамиде Анбаритес граноз Липовидия ленаика Луговиелла оймюраника													
										Ярус по трито- ботамиде Анбаритес граноз Липовидия ленаика Луговиелла оймюраника												
											Ярус по трито- ботамиде Анбаритес граноз Липовидия ленаика Луговиелла оймюраника											
												Ярус по трито- ботамиде Анбаритес граноз Липовидия ленаика Луговиелла оймюраника										
													Ярус по трито- ботамиде Анбаритес граноз Липовидия ленаика Луговиелла оймюраника									
														Ярус по трито- ботамиде Анбаритес граноз Липовидия ленаика Луговиелла оймюраника								
															Ярус по трито- ботамиде Анбаритес граноз Липовидия ленаика Луговиелла оймюраника							
Ярус по трито- ботамиде Анбаритес граноз Липовидия ленаика Луговиелла оймюраника																						
	Ярус по трито- ботамиде Анбаритес граноз Липовидия ленаика Луговиелла оймюраника																					
		Ярус по трито- ботамиде Анбаритес граноз Липовидия ленаика Луговиелла оймюраника																				
			Ярус по трито- ботамиде Анбаритес граноз Липовидия ленаика Луговиелла оймюраника																			
				Ярус по трито- ботамиде Анбаритес граноз Липовидия ленаика Луговиелла оймюраника																		
					Ярус по трито- ботамиде Анбаритес граноз Липовидия ленаика Луговиелла оймюраника																	

Комплекс слоев с *Lugoviella ojmurana* представлен видами: *Lugoviella ojmurana* Grig., *Hyolithellus bilingsi* Miss., *Torelrella mutila* Miss., которые появляются в основании ботомского яруса, кроме того в этом интервале отмечены *Lapworthella dentata* Miss., *Halkieria* sp., *Lopochites* sp., *Koksuja kostulifera* Miss. Время образования слоев с *Mongolitubulus squamifer* соответствует средней части ботомского яруса, нижняя граница устанавливается в основании трилобитовой зоны *V. asiaticus*, где наблюдаются характерные зоопроблематики *Mongolitubulus squamifer* Miss. Кроме того, данный вид был обнаружен нами в кутургиновой свите разреза «Тит-Ары» (верхи

трилобитовой зоны *B. ornata*), что позволило расширить границы данного биостратона. В нижней части слоев присутствуют *Rhombicoriculum cancellatum* и *Microdiction effusum*.

В верхах ботомского и тойонском ярусах в стратотипической местности отсутствуют зоопроблематики.

В процессе проделанной работы получены следующие результаты: нижняя граница слоев с *L. tortuosa* проведена нами в середине археоциатовой зоны *N. sunnuginicus*, по первому появлению руководящей формы; в названии слоев с *Rhombicoriculum cancellatum* включен вид *Eiffellia araniformis*, описанный нами из переходной свиты разреза Аччагый-Кыры-Таас (атдабанский ярус, зона *P. anabagus*), широко распространенный не только на Сибирской платформе, но и за ее пределами (Австралия, Монголия, Европа, Китай и др.) в верхней части атдабанского яруса, т.е. существует возможность использования установленных слоев на уровне глобальной корреляции [9]; верхняя граница слоев с *Mongolitubulus squamifer* устанавливается по исчезновению вида-индекса в верхах *B. ornata*, где нами был обнаружен данный вид (куторгиновая свита разреза «Тит-Ары»), что позволило расширить объем данного биостратона.

#### Литература

1. Васильева Н.И. Мелкораквинная фауна и биостратиграфия нижнего кембрия Сибирской платформы. – СПб.: ВНИГРИ, 1998. – 139 с.
2. Демиденко Ю.Е., Пархаев П.Ю. Фаунистические комплексы зоопроблематик и моллюсков нижнего кембрия Лено-Алданского района Сибири // XIII Международная полевая конференция рабочей группы по ярусному расчленению кембрия. Сибирская платформа, Западная Якутия. – Новосибирск, 2008. – С. 12 – 17.
3. Кембрий Сибири / Под ред. Л.Н. Репиной, А.Ю. Розанова. – Новосибирск: Наука, 1992. – 134 с.
4. Миссаржевский В.В. Древнейшие скелетные окаменелости и стратиграфия пограничных толщ докембрия и кембрия. – М.: Наука, 1989. – 238 с.
5. Постановления Межведомственного стратиграфического комитета и его постоянных комиссий. – СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2008. – Вып. 38. – 151 с.
6. Решения Всесоюзного стратиграфического совещания по докембрию, палеозою и четвертичной системе Средней Сибири. – Новосибирск: СНИИГГИМС, 1983. – С. 14–103.
7. Савицкий В.Е., Асташкин В.А. Роль и масштабы рифообразования в кембрийской истории Сибирской платформы // Геология рифовых систем кембрия Западной Якутии: Труды СНИИГГИМС. – Новосибирск: СНИИГГИМС, 1979. – Вып. 270. – С. 5–18.
8. Ярусное расчленение нижнего кембрия Сибири. Атлас окаменелостей / Под ред. Б.С. Соколова, И.Т. Журавлевой. – М.: Наука, 1983. – 213 с.
9. Bengtson S., Conway Morris S., Cooper B. et al. Early Cambrian fossils from South Australia // Mem. Assoc. Australas. Palaeontol, 1990. – №4. – P.1 – 364.

### СЕКВЕНС-СТРАТИГРАФИЯ «ВРЕЗОВЫХ» ЗОН (НА ПРИМЕРЕ ВИЗЕЙСКИХ ВРЕЗОВ ВОСТОЧНОГО БОРТА МЕЛЕКЕССКОЙ ВПАДИНЫ)

А.Г. Нуриев

Научный руководитель доцент Н.Г. Нургалиева

*Казанский государственный университет им. В.И. Ульянова-Ленина, г. Казань, Россия*

В настоящей работе рассмотрено строение осадочного разреза в зоне визейского вреза [1] (скважина 3 Сунчелеевского месторождения) на Восточном борту Мелекесской впадины в свете секвенс-стратиграфической концепции. Изучаемый разрез нижнего карбона представлен турнейскими карбонатами и бобриковско-тульскими терригенными породами (песчаниками, глинистыми песчаниками, алевролитами), содержащими нефтенасыщенные пласты.

Известно, что секвенс-стратиграфия в скважинных разрезах [2] осуществляется на основе кривых ГИС (при условии их привязки к стратиграфическим маркерам). Методика секвенс-стратиграфического анализа скважинного разреза заключается в реализации следующих процедур:

- 1) идентификация секвенс-стратиграфических уровней;
- 2) интерпретация вертикальной структуры секвенсов.

Кривые электрокаротажа (ПС), а также радиоактивного каротажа (ГК) по терригенным разрезам в основном отражают изменения в размере зерен, слагающих породы, поэтому удобны для выполнения указанных секвенс-стратиграфических процедур. Кривые ГИС по карбонатным разрезам интерпретируются более достоверно с учетом данных по керну, так как карбонаты испытывают более значительные по сравнению с терригенными литоматами постседиментационные изменения.

На первом этапе интерпретации ведется поиск доминантных стратиграфических поверхностей, к которым относится, в первую очередь, так называемая поверхность *mis* (maximum flooding surface) – поверхность максимального затопления и поверхность *TS* (transgressive surface) трансгрессивная поверхность.

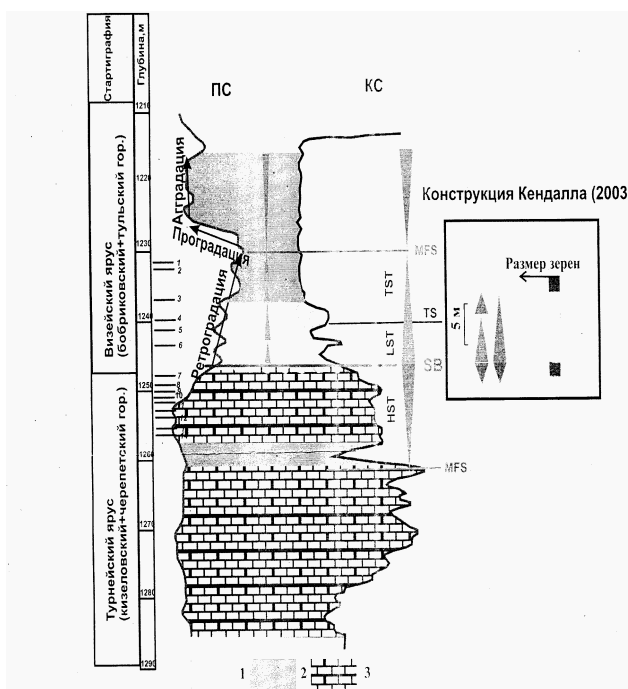
Обе эти поверхности устанавливаются после выявления границы секвенса (SB) как в кластогенных, так и карбонатных системах. Поверхность SB проводится по подошве грубозернистых песков, залегающих на размытой поверхности более древних отложений тракта высокого уровня моря предыдущего секвенса. Начиная с этих песков идет заполнение эрозионных впадин, ложбин, локальных эрозионных каналов.

Параллельно с установлением доминантных поверхностей в обеих депозитарных системах производится выстраивание парасеквенсов по циклике размерности зерен и выявление трактов низкого уровня моря (LST), трансгрессивного тракта (TST) и тракта высокого уровня моря (HST).

Секвенс-стратиграфия скважинных разрезов используется для корреляции и анализа осадочных комплексов для более детальной реконструкции палеогеографии и создания детальных секвенс-стратиграфических моделей, позволяющих предсказать распределение фациальных тел и связанных с ними продуктивных коллекторов, покрышек и материнских пород.

На рис. представлена секвенс-стратиграфическая реконструкция разреза скважины 3. Граница секвенса (SB) устанавливается по эрозионной границе между турнейским и визейским ярусами, которая характеризуется определенными типоморфными особенностями пород на данной границе (по данным описания шлифов образцов керна и снятых по ним спектров электронного парамагнитного резонанса (ЭПР)). Наибольший интерес вызывают образцы 7 и 9, которые, собственно, и характеризуют пограничную зону между турнейским и визейским ярусами. Данные образцы представляют известняки густково-детритовые глинистые, переходящие в мергели известковистые. Отмечается высокая степень неоднородности пород. Характерны микротрещиноватость и крупные кристаллы кальцита. Наблюдены фрагменты растительного детрита. Образец 7, опробованный в трех своих зонах по вертикальной составляющей керна, зафиксировал литолого-парамагнитный переход. Этот переход знаменует смену турнейских известняков (характерные спектры  $Mn^{2+}$  в кальците) бобриковскими терригенными образованиями (с сигналами от радикалов кварца и сульфатных радикалов).

Границы mfs устанавливаются по глинистым пикам, а граница TS по увеличению размера зерен (ПС) и увеличению значений КС. Мощность парасеквенса, ограниченного поверхностями mfs, составляет примерно 30 м. Стадии LST и TST соответствуют активному накоплению «врезовых» отложений и ретроградационная форма кривой ПС в этой части соответствует конструкции Кендалла, представляющей кластогенные депозитарные системы: флювиальные и (или) аллювиальные обстановки русел, дельтовых протоков, прибрежных каналов (рис.). Следующие за ретроградацией фазы относительной быстрой проградации и более долговременной агградации соответствуют накоплению глинисто-песчано-алевролитовой толщи и стабилизации обстановок, соответствующих нулевым отметкам уровня моря (обстановки болот, торфяников, небольших озер с застойным режимом), благоприятствующим угленакоплению, характерному для бобриковско-тульских отложений рассматриваемого региона.



**Рис. Секвенс-стратиграфическая реконструкция скважины «врезовой» зоны (сква.3 Сунчелеевского нефтяного месторождения, Восточный борт Мелекесской впадины). 1 – продуктивные песчаники, 2 – глинисто-песчано-алевролитовая толща, 3 – карбонатная толща**

Полученная реконструктивная модель является первой секвенс-стратиграфической моделью «врезовых» отложений визейского возраста для Восточного борта Мелекесской впадины и, таким образом, выступает отправной точкой для формирования коррелятивной базы для отложений турнейского и визейского возраста на основе секвенс-стратиграфии, которая должна быть эффективным инструментом для расчленения и корреляции отложений «врезового» типа.

## Литература

1. Ларочкина И.А. Геологические основы поисков и разведки нефтегазовых месторождений на территории Республики Татарстан. Казань: ООО «ПФ «ГАРТ». 2008.
2. Van Wagoner, J.C. Milchum, R.M., Jr., Campion, K.M. & Rahmanian, V.D. (1990) Siliciclastic
3. Sequence Stratigraphy in Well Logs. Cores and Outcrop: Concepts for High Resolution Correlation of Time and Facies. American Association of Petroleum Geologists Methods in Exploration Series, Tulsa, 7, 55 pp.

**К ПРОБЛЕМЕ ЭТАЛОНИРОВАНИЯ ВЕРХНЕТАГИЛЬСКОГО ИНТРУЗИВНОГО  
КОМПЛЕКСА НА ВОСТОЧНОМ СКЛОНЕ ПРИПОЛЯРНОГО УРАЛА  
(ОСНОВНЫЕ ИТОГИ ПЕРВОГО ЭТАПА ИССЛЕДОВАНИЯ)**

И.П. Сабия<sup>1</sup>

Научные руководители главный специалист К.Ю. Кудрин<sup>2</sup>, доцент Л.Н. Мочалкина<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Югорский государственный университет, г. Ханты-Мансийск, Россия

<sup>2</sup> ОАО «НПЦ Мониторинг», г. Ханты-Мансийск, Россия

Систематического изучения эталонных объектов интрузивных комплексов на территории Приполярного Урала не проводилось. Поэтому создание сети «местных» эталонов интрузивных комплексов (прежде всего рудоносных) – неотложная задача. Выбор верхнетагильского (северорудничного) габбро-диорит-плагиогранитного комплекса обусловлен его значительным распространением на восточном склоне Приполярного Урала, со становлением которого связаны месторождения железа и меди.

Впервые на территории восточного склона Приполярного Урала планируется обобщить фактический материал по породным ассоциациям верхнетагильского рудоносного габбро-диорит-плагиогранитного комплекса, в результате – будет выбран эталонный объект. На основании обобщения фондовых и полученных при выполнении исследований новых данных будет дана характеристика эталонного объекта, расширены представления о генетической природе породных ассоциаций, уточнены их геодинамические признаки, геологический возраст и рудная специализация. Результаты исследований будут востребованы при составлении серийных легенд Государственных геологических карт Уральской серии листов масштаба 1:200000 и 1:500000 и металлогенических исследованиях. Практические рекомендации, сформулированные по результатам научно-исследовательской работы, будут востребованы при проведении геологоразведочных работ на восточном склоне Приполярного Урала, что позволит в значительной степени оптимизировать их выполнение.

Задачами I этапа исследований по проблеме «Эталонирование верхнетагильского рудоносного комплекса на восточном склоне Приполярного Урала» являются: анализ ретроспективных материалов по изучению геологического строения и рудоносности восточного склона Приполярного Урала; выбор объекта исследований и обоснование комплекса исследований.

В основу обобщения накопленного фактического материала по восточному слону Приполярного Урала на базе геодинамической модели развития Уральской складчатой системы положены результаты тематических работ, проведенных под руководством Душина В.А. (Уральская горно-геологическая академия, 2006), в итоге которых разработана единая легенда геологических карт Приполярного Урала (в границах Ханты-Мансийского автономного округа-Югры) масштаба 1:200000 и 1:500000 и систематизирован материал по объему и номенклатуре интрузивных комплексов.

По итогам I этапа исследований нами составлена схема распространения интрузий верхнетагильского комплекса на восточном склоне Приполярного Урала масштаба 1:200000 и сформулированы общие закономерности размещения тел комплекса.

Интрузивные тела верхнетагильского интрузивного комплекса приурочены к западно-Тагильской структурно-формационной зоне, которая разделена на салатимскую и Кумбинско-Петропавловскую подзоны. Наиболее западная, Салатимская подзона, представлена плутоническими комплексами офиолитового и платиноносного поясов. Первый включает салатимский дунит-гарцбургитовый (O2) комплекс и комплекс офиолитовых габброидов (O2), которые выше по «разрезу» сменяются качканарским дунит-клинопироксенит-габбровым комплексом (O2–S1) к плутоногенным комплексам платиноносного пояса относятся тагилокытлымский габброноритовый (S1) и верхнетагильский диорит-плагиогранитовый (S2). Кумбинско-Петропавловская подзона представлена вулканогенными образованиями контрастного типа шемурской (O3–S1) базальт-риолитовой и именновской (S1-2) свит.

Структурно-геологическая позиция интрузивных массивов верхнетагильского комплекса имеет следующие особенности.

Во-первых, они расположены в восточном (висячем) блоке Главного Уральского глубинного разлома.

Во-вторых, тела верхнетагильского интрузивного комплекса образуют крупные сложные полигенные массивы совместно с интрузиями качканарского и тагилокытлымского комплексов офиолитовой и платиноносной ассоциаций соответственно – как результат эволюции магматизма активной континентальной окраины в условиях островной дуги.

В-третьих, все интрузивные тела верхнетагильского комплекса образуют линейные, конкордантные с общей тектонической структурой уралид, массивы субмеридионального простираения в южной и центральной частях изучаемой площади и северо-восточного простираения – в северной её части.

На восточном склоне Приполярного Урала верхнетагильский комплекс представлен двумя фазами становления: первая – диориты и кварцевые диориты, вторая – плагиограниты. Жильная стадия – дайки плагиогра-

нит-порфириров и диоритовых порфириров. За пределами изучаемой площади выделяется более ранняя фаза внедрения, представленная габбро. Время становления верхнетагильского интрузивного комплекса принято поздне-силурийским на основании геологических данных.

В результате анализа материалов геолого-съёмочных работ масштаба 1:50000 (Костюк, 1967; Павлов, 1990; Петенин, 1994) в качестве эталонного объекта верхнетагильского (габбро)-диорит-плагиогранитного интрузивного комплекса на восточном склоне Приполярного Урала предлагается Сертыньинско-Щекуринский массив, расположенный в 40 км к западу от с. Саранпауль, пересекая долины рек Щекурья, Ватла, Сертынья и Большая Люля в их среднем течении в меридиальном направлении. Однако в связи со значительной протяженностью массива, мы предлагаем для петротипического описания его северную часть, расположенную между реками Сертынья (на юге) и Щекурья (на севере).

Анализ изученности массива. Сертыньинско-Щекуринский массив практически полностью покрыт съёмкой масштаба 1:50000; составлены детальные опорные разрезы по долинам рек, вскрывающих Сертыньинско-Щекуринский массив вкост его простираения; аэромагнитными исследованиями масштаба 1:10000 охвачена вся территория массива; Сертыньинско-Щекуринский массив частично покрыт наземной гравиметрической съёмкой и электроразведочными работами; по результатам геологических съёмок дана детальная петрографическая характеристика пород массива.

Недостаточно изучены: метасоматические преобразования в контактовых частях; петрохимические исследования выполнены в недостаточном объеме; геохимических исследований пород массива на современном уровне не проводилось; определения времени внедрения массивов верхнетагильского комплекса на восточном склоне Приполярного Урала изотопно-геохимическими методами не проводилось (возраст определен по аналогии с соседними регионами на основании геологических данных); минералогических исследований породообразующих и акцессорных минералов пород не проводилось; требует уточнения металлогеническая специализация пород массива.

На II и III этапах исследования Сертыньинско-Щекуринского эталона верхнетагильского интрузивного комплекса на восточном склоне Приполярного Урала предполагается следующий комплекс исследований:

1. Составление комплекта карт (сводной геологической, сводной фактического материала предыдущих исследований, магнитного поля) масштаба 1:50000.
2. Составление характеристики магнитного поля над эталонным объектом.
3. Экспедиционные работы в северной части Сертыньинско-Щекуринского массива.
4. Петрографическая и петрохимическая типизация породных ассоциаций по ретроспективным данным.
5. Изучение редкоэлементного состава пород Сертыньинско-Щекуринского массива и вмещающих их габброидов Щекуринского массива и эффузивов шумурской (?) свиты атомно-эмиссионным методом на спектрометре с индуктивно связанной плазмой.
6. Минералогические микрозондовые исследования (амфибол, циркон, апатит, магнетит).
7. Изотопно-геохронологические исследования Ag-Ag методом по амфиболам и плагиоклазам.

Работа выполняется при поддержке Федеральной целевой программы «Научные и педагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 гг.

## ТАФНОМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ МИКРОФАУНИСТИЧЕСКИХ АССОЦИАЦИЙ ИЗ САРМАТСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ СЕВЕРНОГО ПРИЧЕРНОМОРЬЯ

Д.А. Сапронова

Научный руководитель профессор И.М. Барг

*Научно-исследовательский институт геологии Днепропетровского национального университета имени Олеся Гончара, г. Днепропетровск, Украина*

Тафномический анализ является необходимой составляющей палеонтологических исследований, позволяющий отделить фоссилии, захороненные *in situ* от занесенных извне и, таким образом, оценить пригодность палеоценозов для датирования вмещающих пород. Изучение материалов картировочного бурения, проводимого в последнее время в Запорожской области, показало важность тафномических наблюдений для стратификации сарматских отложений Северного Причерноморья, а также для палеоэкологических реконструкций.

Породы сарматского региояруса изучены по десяти скважинам и двум обнажениям. Большой интерес представляет толща темно-серых до черных глинистых, глинисто-алевритовых, песчано-глинистых осадков мощностью до 23,0–50,0 м, отвечающая нижнему сармату (кужорским и збручским слоям) и низам среднего (новомосковским слоям). Детальное расчленение этой литологически единой толщи, особенно проведение границы подрегиоярусов, часто осложняется недостаточностью палеонтологических критериев, неравномерным вертикальным распределением характерных организмов или их отсутствием.

Одним из фаунистически бедных интервалов сармата на площади исследований являются новомосковские слои. Об их возрасте свидетельствуют редкие раковины *Venerupis (Polititapes) ponderosa* Orb. и некоторых кардид (определение И.М. Барга, Д.А. Старина). Своеобразный ориктоценоз установлен в средней части новомосковских отложений. Здесь, в практически бескарбонатных глинистых породах, иногда значительной мощности (до 20,0 м в Присивашье), присутствуют единичные эврибионтные сарматские моллюски и фораминиферы, сопровождаемые массой переотложенных кремнистых фоссилий идеальной сохранности. Часто остатки кремнистой фауны являются единственной биогенной этой части разреза (села Соловьевка, Старобогдановка, Тимошовка, Менчикуры, Нижние Серогозы, Ивановка, Догмаровка).

Кремнистая микрофауна представлена радиоляриями и спикулами губок (рис.1).

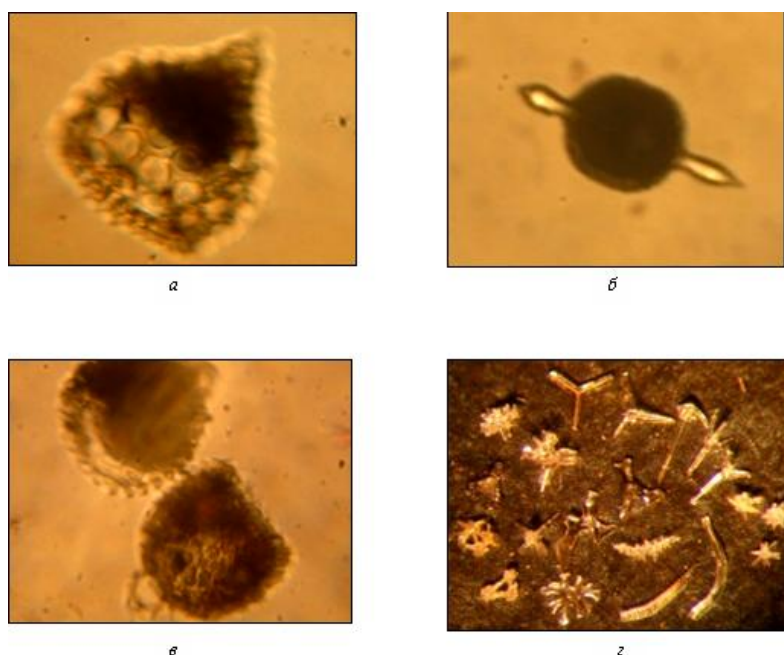


Рис. 1. Кремнистые микроорганизмы из сарматских отложений Северного Причерноморья (с. Догмаровка, скв. 8-3, инт. 70,0–78,0 м): а – *Sethocyrtis elegans* Lipm.,  $\times 265$ ; б – *Ellipsoxiphus chabakovi* Lipm.,  $\times 265$ ; в – *Lophocyrtis* cf. *aspera* Ehrenberg,  $\times 225$ ; г – спикулы губок,  $\times 70$ .

В составе радиолярий определены *Ellipsoxiphus chabakovi* Lipm., *Stylosphaera* sp., *Cenosphaera cellulosa* Moksjakova, *C. mitgarzi* Lipm., *C. sp.*, *Sethocyrtis elegans* Lipm., *S. cf. expositus* Moksjakova, *S.(?) cf. parvissimus* Moksjakova, *Cenodiscus planulatus* Moksjakova, *Spongodiscus* cf. *delenitor* Lipm., *Podocyrtis* (*Podocyrtoges*) cf. *diamesa* Riedel and Sanfilippo, *Lophocyrtis* cf. *aspera* Ehrenberg, *Hexastylus* (?) sp., *Lychnocanium* sp., *Anthocyrtidium* cf. *pupa* Clark et Campbell). Ассоциация радиолярий содержит виды, в целом характерные для среднеэоценовых отложений Украины и СНГ [1, 7, 8, 10]. Однако, сравнительное разнообразие населяющих более сближает ее с радиоляриевыми сообществами верхов среднего эоцена Воронежской антеклизы [10] и кумского горизонта Западной Туркмении [8], чем с приведенными для киевских отложений Днепровско-Донецкой впадины (ДДВ) [1] или обнаруженными нами в породах новопавловского региона Юрса с. Менчикуры.

Среди спикул встречаются *Strongyl intermedius* Ivanik, *Oxea gradato-acuteata ampla* Ivanik, *Acanthoxea grossoaculeata* Ivanik, *A. sp.*, *Ophioxea* sp., *Caltrop regulares* Ivanik, *Olimtriaena venusta* Ivanik, *Orthodiaena recta* Ivanik, *Anatriaena abbreviata* Ivanik, *Tetracrepides torosus* Ivanik, *T. laevis* Ivanik, *T. applanatus* Ivanik, *Monocrepides* sp., *Tricrepides* sp., *Phyllotrifurcata furcata* Ivanik, *Phyllotriaena simplex* T.A.Ivanova, *Ph. spp.*, *Orthomesotriaena ordinaria* Ivanik, *Orthomesodichotriaena? petaliformis* T.A.Ivanova, *Oxyhexactina ordinaria* Ivanik, *Pinulihexactina paniculiformis* Ivanik, *Spiculae irregulares*, *Skeleton confiruminatum* (fragmenta), *Sterraster orbicularis nullus* Ivanik, *Oxysphaeraster minutus* Ivanik, *Oxyster sexradiatus* Ivanik, различные про-, плагио-, ортотриены, дихотриены и др. Данный комплекс наиболее близок среднеэоценовой (киевской) спонгиофауне ДДВ [2], хотя содержит некоторые морфовиды, характерные для верхнего эоцена ДДВ [2] и Верховцевской депрессии Украинского щита (УЩ) [5]: *Pinulihexactina paniculiformis* Ivanik, *Phyllotriaena simplex* T.A.Ivanova, *Orthomesodichotriaena? petaliformis* T.A.Ivanova.

Результаты проведенных исследований позволяют сделать следующие выводы.

1. Рассмотренная ассоциация характеризуется стабильным составом спикул и радиолярий и встречается от Присивашья (с. Догмаровка) до южного побережья Каховского водохранилища (с. Соловьевка, с. Старобогдановка, с. Тимошовка); севернее подобная фауна не обнаружена. Такая выдержанность состава ориктоценозов на значительной площади предполагает единый источник размыва эоценовых отложений. Учитывая сведения о кремнистых организмах среднего эоцена территории исследований и сопредельных районов [1, 2, 4, 5, 6, 9], а также большее сходство обнаруженной микрофауны со среднеэоценовыми радиоляриями Воронежской антеклизы [10] и Западной Туркмении [8], чем с новопавловскими и киевскими комплексами, предполагаем наиболее вероятным источником переотложения кумские, «бодракские» и киевские образования Приазовья (в пределах УЩ и Восточного Причерноморья [6, 9]). Размыву данных отложений способствовала кратковременная регрессия, произошедшая в середине новомосковского времени [3].

2. Приуроченность массового переотложения к слоям, содержащим *Venerupis* (*Polititapes*) *ponderosa* Orb., позволяет, при отсутствии руководящей среднесарматской фауны, считать наличие кремнистых фоссилий одним из вспомогательных критериев определения новомосковского возраста пород, вскрытых в заведомо сарматском разрезе.

## Литература

1. Горбунов В.С. Радиоларии среднего и верхнего эоцена Днепровско-Донецкой впадины. – Киев: Наукова думка, 1979. – 164 с.
2. Иваник М.М. Палеогеновая спонгиофауна Восточно-Европейской платформы и сопредельных регионов. – Киев: ИГН НАН Украины, 2003. – 202 с.
3. Иванова Т.А., Старин Д.А., Сапронова Д.А. Экология и биоразнообразие Борисфенского залива в новомосковское время (средний сармат, Южная Украина) // Геоэкологические и биоэкологические проблемы Северного Причерноморья: Материалы III Международной научно-практической конференции. – Тирасполь, 2009. – С. 68–70.
4. Иванова Т.А., Стефанский В.Л. Динамика разнообразия спонгиофауны в эоцене Среднего Приднепровья (Украина) // Геобиосферные события и история органического мира. – СПб.: ВСЕГЕИ. – 2008. – С. 75–77.
5. Иванова Т.А., Стефанский В.Л. Новые данные по биостратиграфии верхнеэоценовых отложений Верховцевской депрессии (Среднее Приднепровье) // Биостратиграфічні основи побудови стратиграфічних схем фанерозою. – Київ: ІГН НАНУ, 2008. – С. 173–179.
6. Коненкова И.Д. Зональное расчленение миоценовых отложений Восточного Причерноморья (южный склон Украинского щита) // Стратиграфия кайнозоя Северного Причерноморья и Крыма. – Днепропетровск: ДГУ, 1987. – С. 41–50.
7. Липман Р.Х., Буртман Е.С., Хохлова И.А. Стратиграфия и фауна палеогеновых отложений Западно-Сибирской низменности / Под ред. Р.Х. Липман. – Л.: ВСЕГЕИ, 1960. – 230 с.
8. Моксякова А.М. Радиоларии кумского горизонта верхнего эоцена западной Туркмении // Труды ВНИГНИ. – 1961. – Вып. XXXV. – С. 231–249.
9. Стратиграфическая схема палеогеновых отложений Украины (унифицированная) / Д.Е. Макаренко, В.А. Зелинская, Б.Ф. Зернецкий и др. – Киев: Наукова думка, 1987. – 116 с.
10. Popova I.M., Baumgartner P.O., Guex J., Tochilina S.V., Glezer Z.I. Radiolarian biostratigraphy of Paleogene deposits of the Russian Platform (Voronezh anticline) // Geodiversitas. – 2002. – 24:7 – 59.

**ОСОБЕННОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ РОДА ERVILIA (BIVALVIA) В САРМАТСКИХ ОТЛОЖЕНИЯХ БОРИСФЕНСКОГО ЗАЛИВА (ЮЖНАЯ УКРАИНА)****Д.А. Старин**

Научный руководитель профессор И.М. Барг

**Научно-исследовательский институт геологии Днепропетровского национального университета имени Олеся Гончара, г. Днепропетровск, Украина**

Представители рода *Ervilia* являются одними из наиболее многочисленных и стратиграфически значимых ископаемых сарматских отложений Северного Причерноморья.

Разрез сармата охарактеризован эрвильями в нижней части. Согласно большинству литературных данных, в кужорских слоях широкое развитие получила *Ervilia pusilla trigonula* (Sok.), перешедшая из подстилающих пород конкского региояруса. В прибрежных фациях збручских слоев ее сменила *Ervilia dissita dissita* (Eichw.), в сравнительно глубоководных осадках – *Ervilia dissita andrussovi* (Koles.).

Сведения о времени и местообитании эрвильей, изложенные в разных источниках [1–6], часто существенно отличаются. Изучение новых материалов картировочного бурения позволило уточнить интервал развития данных организмов.

Материалом для настоящей работы послужил керн шести скважин, расположенных в пределах Запорожской области: скв. 6 (с. Соловьевка), скв. 7 (с. Старобогдановка), скв. 9 (с. Тимошовка), скв. 29 (с. Менчикуры), скв. 32 (с. Нижние Серогозы), скв. 33 (с. Ивановка). Всеми скважинами вскрыты породы сарматского возраста, при расчленении которых по фауне моллюсков были выявлены следующие закономерности распределения эрвильей.

В подстилающих песчано-глинистых отложениях конкского региояруса, обладающих голубоватым оттенком, в изобилии встречается *Ervilia pusilla trigonula* (Sok.) (рис 1), являясь постоянной составляющей ориктоценозов. Без каких-либо заметных морфологических изменений данный подвид переходит в нижний сармат, породы которого характеризуются темно-серым цветом, более глинистым составом, примесью углистого материала, хорошо выраженной слоистостью. Иногда в этом интервале раковины эрвильей становятся массовыми, образуя скопления более многочисленными, чем в нижележащих образованиях. Выше по разрезу, в литологически сходных породах *Ervilia pusilla trigonula* (Sok.) постепенно заменяется *Ervilia dissita dissita* (Eichw.) (рис 2).

Согласно имеющимся представлениям, было бы логично выделение в данном разрезе кужорских слоев с *Ervilia pusilla trigonula* (Sok.) и збручских слоев с *Ervilia dissita dissita* (Eichw.). Однако анализ всей макрофауны показывает, что совместно с эрвильями присутствуют *Obsoletiforma fisheriformis fisheriformis* (Papp.), *Plicatiforma plicata latusulca* (Munst. in Goldf.), которые не могли обитать в кужорское время. Кроме того, в соответствии с исследованиями И.М. Барга [1], для данной территории характерно почти полное отсутствие низов нижнего сармата. Наконец, в нескольких скважинах оба вида эрвильей, а также формы переходные между ними, присутствуют вместе. Исчезновение же их из разреза происходит практически одновременно. Таким образом, в районе Борисфенского залива *Ervilia pusilla trigonula* (Sok.) имеет широкое распространение в збручских слоях и характеризуется последние даже в большей степени, чем *Ervilia dissita dissita* (Eichw.).

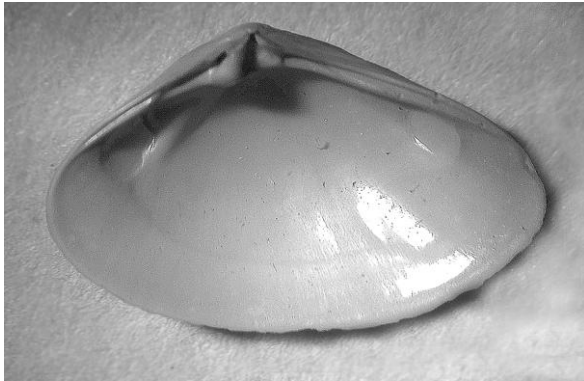


Рис. 1. *Ervilia pusilla trigonula* (Sok.), ×6

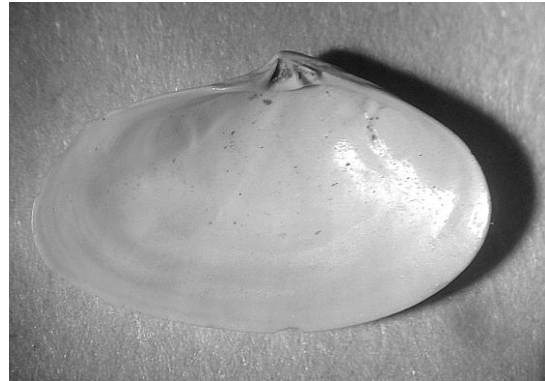


Рис. 2. *Ervilia dissita dissita* (Eichw.), ×5

Интересным является распространение вида *Ervilia dissita andrussovi* (Koles.) (рис 3). В изученных скважинах ее появление в разрезе наблюдается после исчезновения других эрвий и массового сокращения числа моллюсков при сохранении их видового состава.



Рис. 3. *Ervilia dissita andrussovi* (Koles.), ×6

Постоянные, хотя и единичные находки этих эрвий продолжают входить вплоть до песчаного слоя, содержащего среднесарматскую фауну: *Venerupis* (*Polinitapes*) *ponderosa* (Orb.), *Plicatiforma plicata plicatofittoni* (Sinz.), многочисленные *Mactra* (*Sarmatimactra*) *podolica* (Eichw.). Очевидно, что интервал существования данного подвида несколько шире, чем считалось ранее и захватывает низы новомосковских слоев среднего сармата.

Вертикальное распространение эрвий в районе исследований приведено в таблице.

Таблица

Вертикальное распределение представителей рода *Ervilia* в сарматских отложениях Борисфенского залива

Таксоны	Нижний сармат		Средний сармат
	Кужорские слои	Збручские слои	Новомосковские слои
<i>Ervilia pusilla trigonula</i> (Sok.)	██		
<i>Ervilia dissita dissita</i> (Eichw.)		██████████	
<i>Ervilia dissita andrussovi</i> (Koles.)			██████████

Таким образом, полученные результаты показали более широкий диапазон встречаемости *Ervilia pusilla trigonula* (Sok.) и *Ervilia dissita andrussovi* (Koles.). Вероятно, это связано с илистым характером осадконакопления в данном районе, что привело к более медленной эволюции эрвий.

#### Литература

1. Барг И.М. Биостратиграфия верхнего кайнозоя Южной Украины. – Днепропетровск: ДДУ, 1993. – 196 с.
2. Белокрыс Л.С. Сармат юга СССР // Стратиграфия кайнозоя Северного Причерноморья и Крыма. – Днепропетровск: ДГУ, 1976. – С. 3–21.
3. Колесников В.П. Сарматские моллюски // Палеонтология СССР. – Л.: АН СССР, 1935 – Т.1, ч. 2. – 515 с.



4. Невеская Л.А., Гончарова И.А., Парамонова Н.П. и др. Определитель миоценовых двусторчатых моллюсков Юго-Западной Евразии / Под ред. Л.А. Невеской – М.: Наука, 1993. – 412 с.
5. Стратиграфия СССР Неогеновая система / Под ред. Д.В. Наливкина, Б.С. Соколова. – М.: Недра, 1986. – Т.1. – 420 с.
6. Чекунов А.В., Веселов А.А., Гилькман А.И. Геологическое строение и история развития Причерноморского прогиба. – Київ: Наукова думка, 1976. – 162 с.

## НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ МАГНИТОСТРАТИГРАФИИ ЧЕТВЕРТИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ УЗБЕКИСТАНА

А.Г. Стельмах

Научный руководитель профессор Х.А. Тойчиев

*Национальный университет имени Мирзо Улугбека, г. Ташкент, Узбекистан*

В последние годы в работе международной комиссии по стратиграфии четвертичной системы наметилась тенденция в ревизии ранее принятых решений по границам, и в первую очередь это коснулось нижней границы антропогена. Для ряда регионов проведение нижней границы четвертичных отложений остается не решенной задачей. Диапазон называемых отрезков времени неоген-четвертичной границы от 0,7 до 3,5 млн. лет. Используя климатические, геоморфологические, биостратиграфические, литологические, палеомагнитные и другие критерии ряд исследователей приводит аргументы за и против того или иного возраста нижней границы четвертичной системы. Обзор литературных данных показывает, что можно выделить несколько точек зрения на положение границы между неогеном и четвертичной системой [4]:

1) эту границу предлагают проводить под астием итальянских разрезов, которым в континентальных фациях соответствует нижний виллафранк Западной Европы; им коррелятны акчагыльские отложения Каспия и их континентальные стратиграфические аналоги – отложения с молдавским и хавровским фаунистическими комплексами. В разрезах океанических осадков эта граница соответствует основанию зоны *Globorotalia miocenica* и границе зоны Гильберт палеомагнитной шкалы, возраст которой около 3,4 млн. лет.

2) проводить границу под средним виллафранком Западной Европы, в низах среднеакчагыльских морских отложений, в континентальных фациях – под отложениями с хавровским фаунистическим комплексом, близ границы Гаусс-Матуяма (примерно 2,5 млн. лет назад).

3) границу в морских отложениях проводить под калабрием, в континентальных отложениях – под поздним виллафранком в Западной Европе, под апшеронскими отложениями в Каспии и их континентальными стратиграфическими аналогами – отложениями с одесским фаунистическим комплексом, под основанием зоны *Globorotalia truncatulinoides* в разрезах океанических осадков, в пределах палеомагнитного эпизода Олдувей (1,87–1,67 млн. лет). Именно это положение границы рекомендовано МКК и принято большинством исследователей.

4) границу проводить в Западной Европе под кромером; им коррелятны тюркянские отложения и отложения с тираспольским фаунистическим комплексом, эта граница несколько ниже границы Матуяма-Брюнес (около 0,75 млн. лет).

5) граница совпадает с эпизодом Каема палеомагнитной эпохи Гильберт (2,8 млн. лет назад).

Проблема проведения неоген-четвертичной границы в отложениях Узбекистана также остается открытой. По схеме, разработанной в середине XX века Ю.Н. Скворцовым и Н.П. Васильковским, временной объем четвертичной системы первоначально был определен в 600–700 тысяч лет, позднее – в 1,0 млн. лет. В этой схеме к раннечетвертичным отложениям в горной части Узбекистана были отнесены отложения древней нанайской террасы, на равнине к ним условно отнесена самая верхняя часть континентальных красноцветных отложений, сложенных плотными алевrolитами, мергелями, загипсованными глинами и суглинками, именованные под названием "шоx". Несмотря на то, что эти отложения по литогенетическим признакам никак не сопоставляются между собой, отложениям нанайской террасы была придана роль как регионального стратотипа нижнечетвертичных отложений. После внедрения в практику термолюминесцентного, палеомагнитного и др. методов отложения древней нанайской террасы полностью или только её нижнюю часть стали относить к отложениям верхнего плиоцена [3,6]. К настоящему времени существенные разногласия возникли не только по выделению эоплейстоценовых, плейстоценовых и голоценовых отложений Узбекистана, но и их увязки с международной стратиграфической шкалой (МСШ, 2008 г.).

Формирование четвертичного покрова Узбекистана происходило в условиях тектонической подвижности Западного Тянь-Шаня. Эти тектонические движения имели импульсивный характер и развивались неравномерно в пространстве и во времени. Вследствие чего, разрезы четвертичных отложений отличаются значительной литолого-фациальной изменчивостью и невыдержанностью мощностей, что затрудняет их стратификацию. Литологически четвертичные образования представлены конгломератами, галечниками, песками, супесями, суглинками, лессами, лессовидными породами и каменными лессами; наибольшее распространение получили лессы и лессовидные породы. Первичная окраска пород лессов и лессовидных суглинков желтовато-серая, серая, вторичная окраска – характерная для почвенных горизонтов и каменных лессов – темно-серая, серовато-коричневая, коричневая, красновато-коричневая и кирпично-красная. По генетическим признакам четвертичные отложения подразделены на: 1) пролювиально-аллювиальные, 2) ледниковые, 3) аллювиально-дельтовые, 4) делювиально-пролювиальные, 5) эоловые, 6) озерные, 7) хемогенные, 8) элювиальные, делювиальные и элювиально-делювиальные. Эти генетические типы отложений имеют определенную географическую закономерность в распространении по территории Узбекистана. Мощность четвертичных отложений изменяется от 5–10 м до 500 м и

более в межгорных прогибах и не выдержана в пространстве; при этом максимальные мощности приходится делювиальным отложениям.

Разнообразие литологического состава и генетических типов, их локальный характер развития, отсутствие фауны и флоры, неравномерность проявления четвертичной тектоники обуславливает всесторонний комплексный подход в исследованиях четвертичных отложений Узбекистана. Учитывая большие возможности магнитостратиграфии [1,7,8], нами были проведены целенаправленные палеомагнитные исследования различных литологических и генетических типов четвертичных отложений Узбекистана. Среди изученных геологических разрезов имеются как полные, непрерывные разрезы, так и сокращённые, т.е. состоящие из отдельных, частных разрезов эоплейстоценовых, плейстоценовых и голоценовых отложений, которые в комплексе дополняют друг друга. На основе изученных разрезов были выделены основные, которые наиболее полно отражают палеомагнетизм отложений эоплейстоцена, плейстоцена и голоцена, затем проведена их корреляция и составлена сводная магнитостратиграфическая шкала четвертичной системы Узбекистана. В этой шкале временной объём четвертичной системы определен в 2,4 млн. лет, что соответствует нижней границе обратной полярности эпохи Матуяма. При этом в разрезах платформенной и предорогенной зон нижняя граница четвертичной системы проходит под обратно намагниченными озерно-аллювиальными отложениями, сложенными, главным образом, алевролитами, мергелями и конгломератами. Однако в разрезах орогенной зоны нижняя граница представлена верхней частью эоплейстоценовых отложений и проходит под толщей делювиальных лессово-почвенных отложений; в шкале геомагнитной полярности этот уровень соответствует рубежу 1,8 млн. лет. Таким образом, формирование отложений четвертичного периода в орогенной области Узбекистана запаздывает относительно к платформенной области. При межрегиональной корреляции отложения эоплейстоцена по палеомагнитным данным полностью сопоставляются с морскими отложениями эпохи обратной геомагнитной полярности среднего и верхнего акчагыльского и апшеронского ярусов Прикаспийского региона. В изучаемых разрезах эоплейстоценовых отложений были зафиксированы отпечатки пяти кратковременных эпизодов прямой полярности, которые делают эоплейстоцен на шесть обратно намагниченных зон. Эти события геомагнитного поля расчленяют разрезы эоплейстоценовых отложений на ряд разнополярно намагниченных стратиграфических горизонтов [6].

Рубеж между эоплейстоценом и плейстоценом на территории Узбекистана характеризуется началом нового этапа региональной активизации тектонических движений в четвертичное время. Это второе по счёту региональное тектоническое движение в истории четвертичного времени, которое привело к крупным перестройкам геологической среды региона. Неравномерное площадное развитие тектонических движений привело к формированию на отдельных участках мощных толщ конгломератов, а в периоды относительного тектонического покоя – лессово-почвенных отложений, имеющие зональное распространение. Во всех изученных разрезах Узбекистана отложения эоплейстоцена, в котором преобладают алевролиты, четко отличаются от отложений плейстоцена, в котором преобладают лессово-почвенные образования.

Эоплейстоцен-плейстоценовая граница на территории Узбекистана проводится в речных долинах под толщей аллювиальных конгломератов, а в предгорьях и междуречьях – в толще сложнопостроенных делювиальных и пролювиальных лессово-почвенных отложений. Рубеж от эоплейстоцена к плейстоцену соответствует началу эпохи прямой полярности геомагнитного поля – эпохи Брюнес. В исследуемых отложениях данной эпохи нами установлены два обратных и столько же аномальных кратковременных отклонений геомагнитного поля. В предгорьях и междуречьях Узбекистана граница инверсии Матуяма-Брюнес проходит внутри однородной толщи различных генетических типов четвертичных отложений [5].

Отложения голоцена намагничены по направлению современного магнитного поля Земли и относятся к верхней части эпохи Брюнес. По нашим исследованиям в этих отложениях зафиксированы три кратковременных отклонений геомагнитного поля – два обратных и один аномальный; граница между плейстоценовыми и голоценовыми отложениями (около 13 тыс. лет назад) проходит по подошве аллювиальных отложений второй надпойменной террасы, а в пролювиальных и делювиальных отложениях в толще лессовидных пород [2].

Таким образом, четвертичные отложения Узбекистана в палеомагнитном отношении достаточно информативны и установленные нами кратковременные отклонения геомагнитного поля в отложениях эоплейстоцена, плейстоцена и голоцена служат практически единственными физическими реперами для их региональной стратификации.

Работа выполнена в рамках грантов А-4-009, А-4-021 и А-4-031 прикладных исследований ГКНТ РУз.

#### Литература

1. Тонкая структура геомагнитного поля в позднем кайнозое / Третьяк А.Н., Вигилянская Л.И., Макаренко В.Н., Дудкин В.П. – Киев: Наукова думка, 1989. – 254 с.
2. Стельмах А.Г. Отображение тонкой структуры геомагнитного поля в континентальных голоценовых отложениях Узбекистана // Вестник НУУз, Ташкент, 2007. – 1. – С. 113–115.
3. Степанов И.Н., Абдуназаров У.К. Погребенные почвы в лессах Средней Азии и их палеогеографическое значение. – М., Недра, 1977. – 120 с.
4. Стратиграфия СССР. Четвертичная система. – Москва: Недра, 1982. – Т.1. – 443 с., Т.2. – 556 с.
5. Тойчиев Х.А., Стельмах А.Г. Магнитостратиграфические исследования плейстоцен-голоценовых отложений // Вестник НУУз, Ташкент, 2005. – 1. – С. 60–65.
6. Тойчиев Х.А., Стельмах А.Г. Палеомагнитные исследования эоплейстоценовых отложений орогенной области Узбекистана // Вестник НУУз, Ташкент, 2007. – 1. – С. 32–35.
7. Тойчиев Х.А., Стельмах А.Г. «Основные проблемы стратиграфии эоплейстоценовых и плейстоценовых отложений Узбекистана и пути их решения» // Вестник НУУз, Ташкент, 2009. – 4/1. – С. 81–86.
8. Харленд У.Б и др. Шкала геологического времени. – М.: Мир, 1985. – 140 с.

**СООТНОШЕНИЕ РОДОВ КОНОДОНТОВ В ПОГРАНИЧНОМ ФРАН-ФАМЕНСКОМ ИНТЕРВАЛЕ НА ПРИМЕРЕ РАЗРЕЗОВ «АККЫР» И «БАРМА» (ЮЖНЫЙ УРАЛ)**

**Р.Ч. Тагариева**

Научный руководитель доцент О.В. Артюшкова

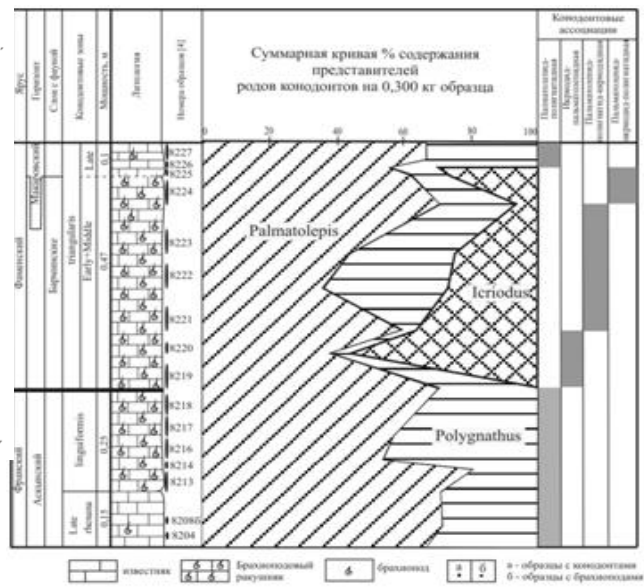
*Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия*

Изученные разрезы располагаются в Западно-Уральской зоне передовой складчатости (рис. 1) Южного Урала. Они сложены карбонатными породами, в которых пограничный F/F интервал представлен брахиоподовым ракушняком. Верхняя часть ракушняка, содержащая *Parapugnax markovskii* (Yud.) (= *Pugnoides triaequalis*), Д.В. Наливкиным [4] выделена в барминские слои, в основании которых он проводил границу между франским и фаменским ярусами. Позднее, Б.П. Марковским [2] межъярусная граница была проведена в кровле барминских слоев, и эта точка зрения отражена во всех последующих схемах стратиграфии Южного Урала.

Исследованиями А.Н. Абрамовой [1] с применением фауны конодонтов было доказано, что границей F/F в разрезах, где развиты брахиоподовые ракушняки, является подошва барминских слоев. Во всех разрезах одновременно с *Parapugnax markovskii* (Yud.) – руководящей фауной барминских слоев, появляется *Palmatolepis triangularis* Sann., вид-индекс одноименной зоны, по которому фиксируется граница F/F [5].



**Рис. 1. Обзорная карта местонахождения разрезов «Аккыр» и «Барма»**



**Рис. 2. Распределение родов *Palmatolepis*, *Polygnathus*, *Icriodus* в разрезе «Барма»**

С пограничным F/F интервалом связано глобальное биотическое событие (Кельвассерское), которое ознаменовалось массовым вымиранием многих групп франской фауны, в том числе, и конодонтов [6]. В разрезах Южного Урала оно также фиксируется [5]. Однако в [5] не проведен анализ изменения биоразнообразия фауны в пограничном интервале.

Автором данного сообщения сделана первая попытка подобного анализа. В основу положен материал, полученный по двум разрезам: 1) типовому для барминских слоев на р. Бол. Барма («Барма») и 2) предложенному в качестве неостратотипа барминских в устье р. Бол. Киндерли («Аккыр») [1] (рис. 1).

Было подсчитано процентное соотношение родов *Palmatolepis*, *Polygnathus*, *Icriodus*, составляющих основу комплексов, встреченных в каждом образце в стратиграфическом интервале зон *linguiformis* – *Early-Middle triangularis* (рис. 2 и 3).

Разрез «Аккыр». В подзоне *Late rhenana* в каждом образце количество представителей рода *Palmatolepis* варьируют от 60 до 100 экз. В то время как для рода *Polygnathus* оно не превышает 10 экз. (рис. 3).

В разрезе «Барма» в этом же интервале, при примерно равном соотношении родов *Palmatolepis* и *Polygnathus* количество в пробе их не превышает 10 экз. (рис. 2).

В низах зоны *linguiformis* в разрезе «Аккыр» *Palmatolepis* встречается в изобилии (более 200 экз.). Вверх по разрезу до конца зоны *linguiformis* их количество уменьшается до 8–10 экз. в каждой пробе. С начала зоны *linguiformis* заметную роль в комплексах конодонтов начинают играть таксоны рода *Icriodus*, которые к концу зоны преобладают над *Palmatolepis* и *Polygnathus* (рис. 3).

В разрезе «Барма» этот интервал охарактеризован родами *Palmatolepis* и *Polygnathus*, но роль *Palmatolepis* заметно уменьшается. Не отмечено присутствие *Icriodus* (см. рис. 2).

На рубеже F/F происходит полное исчезновение всех франских таксонов пальматолепид.

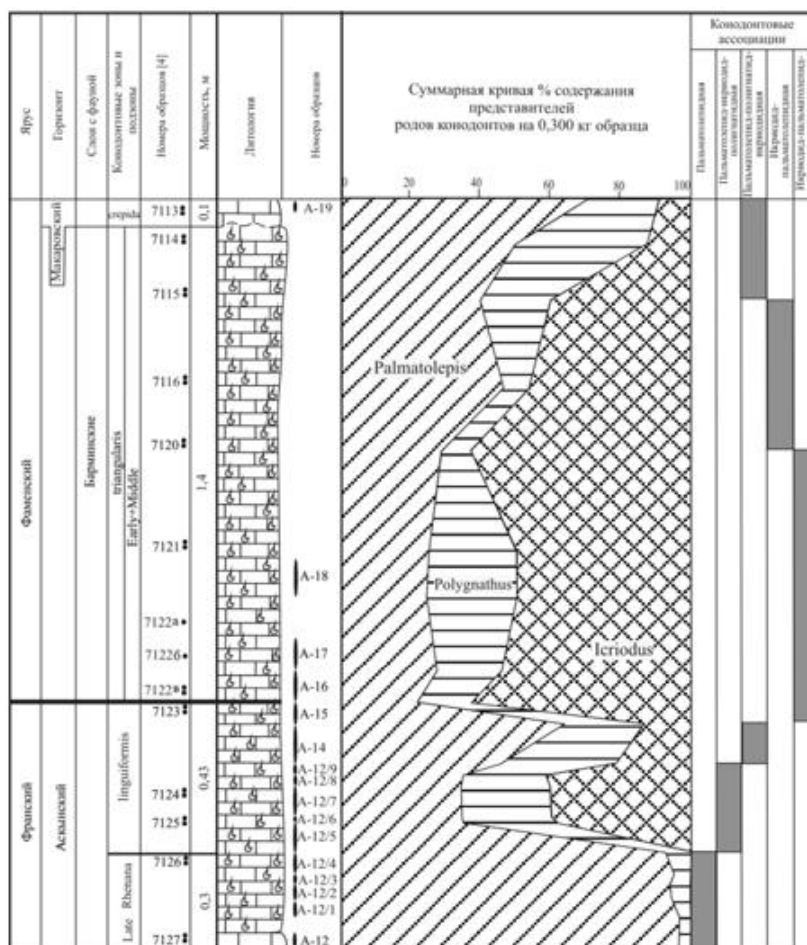


Рис. 3. Распределение родов *Palmatolepis*, *Polygnathus*, *Icriodus* в разрезе «Аккыр»

Фаменинская часть ракушняка, барминские слои, охватывает интервал подзон *Early-Middle triangularis* нерасчлененных [1]. В разрезе «Аккыр» в комплексах конодонтов выявлены три рода *Palmatolepis*, *Polygnathus* и *Icriodus*. Содержание конодонтов крайне мало. Однако преобладающую роль играет род *Icriodus*. На 4–6 экз. в каждой пробе *Icriodus* приходится 1–2 экз. *Palmatolepis* и *Polygnathus*. Ближе к верхам барминских слоев численность представителей рода *Icriodus* заметно уменьшается (рис. 3).

В разрезе «Барма» с основания подзоны *Early-Middle triangularis* появляются икриодиды, которые находятся в одинаковом соотношении с таксонами рода *Palmatolepis*. Ближе к кровле барминских слоев роль *Icriodus* постепенно уменьшается, и они исчезают в низах подзоны *Late triangularis* (рис. 2).

Таким образом, анализируя соотношения родов *Palmatolepis*, *Polygnathus* и *Icriodus* в стратиграфическом интервале зон *linguliformis* – *Early-Middle triangularis* в разрезах «Аккыр» и «Барма» можно выделить несколько конодонтовых ассоциаций: пальматолепидная, пальматолепид-полигнатидная, пальматолепид-полигнатид-

икриодидная, пальматолепид-икриодид-полигнатидная, икриодид-пальматолепид-полигнатидная и икриодид-пальматолепидная (рис. 2 и 3). По икриодид-пальматолепидной ассоциации, сосредоточенной на границе F/F, и по брахиоподовым комплексам [3] можно предполагать об обмелении бассейна.

#### Литература

1. Абрамова А.Н. Франский ярус западного склона Ю. Урала. – Уфа: ИГ УфНЦ РАН, 1999. – 55 с.
2. Марковский Б.П. Очерк стратиграфии девонских отложений западного склона Среднего и Южного Урала // Мат. ВСЕГЕИ, общ. сер., сборник 8. – Госгеолиздат, 1948. – С.22–28.
3. Мизенс А.Г. Брахиоподовые комплексы из пограничных франско-фаменинских отложений южно-уральских разрезов «Большая Барма» и «Аккыр» (стратотипа и парастратотипа барминских слоев) // Литосфера. 2007. №6. – С. 93–110.
4. Наливкин Д.В. О геологическом строении Южного Урала/Зап. Горн. Ин-та. – т. VII – 1926.
5. Abramova A.N., Artushkova O.V. The Frasnian-Famennian boundary in the Southern Urals. Geol. Quart., 48 (3). – Warszawa, 2004. – P. 137-154.
6. Walliser O.H. Towards a more critical approach to bioevents // Global bio-events. A critical approach. Ed. O.H. Walliser // Lecture notes in Earth sciences. – Vol.8. – Berlin e.a., 1986. – P.5-16.

**ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ  
УЧАСТКОВ РАСПОЛОЖЕНИЯ ДНЕПРОВСКИХ ПОРОГОВ****М.А. Труфанова, Д.С. Пыжов, В.В. Рябченко**

Научный руководитель доцент В.В. Ишков.

*Национальный горный университет, г. Днепропетровск, Украина*

Днепровские пороги были известны с незапамятных времен. Первое достоверное и дошедшее до нас из глубины веков упоминание о них принадлежит «отцу истории» Геродоту. Посетив в 5 веке до н. э. греческую колонию Ольвию, он отмечает, что там, где Борисфен перестаёт быть судоходным от моря, расположена местность Герра, где скифы хоронят своих царей. Археологические находки, сделанные в курганах скифской эпохи, дают основание утверждать, что легендарная Герра находится в пределах Днепропетровской области. И именно здесь, на сакральной для скифов территории расположены Днепровские пороги.

Несмотря на многочисленные историко-этнографические сведения о Днепровских порогах, достоверная информация о геологическом строении участков расположения порогов до настоящего времени практически полностью отсутствует.

В связи с этим, в Национальном горном университете по заказу Днепропетровского общинного фонда был выполнен комплекс геолого-геофизических пилотных исследований. Анализ полученных результатов позволяет сформулировать следующие выводы:

1. Несмотря на то, что в долине р. Днепр между городами Днепропетровск и Запорожье фундамент Украинского кристаллического щита сложен 5 комплексами пород (Днепропетровским, Славгородским, Александровским, Мокромосковским и Демуриным), все Днепровские пороги сложены одними и теми же горными породами – гранитоидами Днепропетровского комплекса (AR<sub>1</sub>dn) палеоархейского возраста, образовавшимися 3,2–3,4 миллиардов лет назад. Это древнейшие породы не только Украины, но и планеты, естественным образом выходящие на земную поверхность. Их формирование дало начало истории протоконтинентов Земли.

2. Геологическими границами порогов являются зоны тектонических разрывных нарушений, установленные по геоморфологическим и геофизическим признакам (данные гравито- и магниторазведки М 1:200000 и М 1:50000). Выявленные системы разломов являются границами блоков и формируют локальное блоково-мозаичное строение земной коры на территории расположения Днепровских порогов.

3. Исследования вещественного состава и текстурно-структурных особенностей горных пород свидетельствуют о неоднократных процессах активизации движения блоков земной коры по разломам на участках расположения порогов. В то же время, анализ индикаторов тектонических движений в рельефе на примыкающей к порогам территории показывает, что вертикально-восходящее перемещение локальных блоков земной коры, которые, собственно, и образовали своей верхней частью пороги в долине р. Днепр, продолжается и в настоящее время.

4. Находящиеся непосредственно на участках расположения Днепровских порогов, тектонические разломы земной коры являются наиболее проницаемыми зонами, а следовательно массо- и энерготранспортными «артериями» из глубин Земли к ее поверхности.

5. Доказанные в ходе выполненных исследований многократные этапы активизации движения блоков земной коры, сопровождающиеся различными типами деформаций и изменяющимся напряженным состоянием массивов горных пород, служат своеобразными «генераторами» вариаций электромагнитного поля.

6. Перемещение пород различной плотности в процессе движения блоков земной коры по тектоническим разломам, существенным образом отражается в положении и характере локальных аномалий поля силы тяжести.

7. Потенциальная энергия, накопленная при образовании минералов и структур горных пород, переходит в другие виды энергии, выделяющиеся в результате деформационных процессов земной коры на участках Днепровских порогов.

8. Уникальность рассматриваемых участков, слагающего их комплекса горных пород и геолого-структурных особенностей территорий расположения Днепровских порогов, уже на данном этапе изучения, позволяет рассматривать эти образования, как один из наиболее перспективных туристических объектов региона.

9. Результаты комплекса дальнейших геолого-геофизических исследований территории Днепровских порогов могут лечь в основу создания международного научного полигона по изучению процессов тектономагнитической активизации и минералообразования в древнейший период формирования планеты. Организация работы международного научного полигона будет способствовать привлечению инвестиций в экономику региона.

**НОВЫЕ ПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКИЕ НАХОДКИ ИЗ ОТЛОЖЕНИЙ КРИВОЛУЦКОЙ СВИТЫ  
СРЕДНЕГО ОРДОВИКА СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ****Ю.А. Ужегова**

Научный руководитель доцент И.В. Рычкова

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

К среднему ордовика Сибирской платформы относятся две свиты: криволуцкая, слагающая нижнюю половину этого отдела и залегающая на ней мангазейская, соответствующая его верхней части [8]. Первоначально, с 1892 года, для Сибирской провинциальной стратиграфической схемы криволуцкая свита была выделена в

качестве яруса [5]. Криволицкая свита (ярус) впервые была описана и названа по селу Кривая Лука на реке Лена, на юге Сибирской платформы В.А. Обручевым в 1892 году [5]. Посёлок Кривая Лука находится в верхнем течении реки Лена, в одной из ее излучин. Отложения криволицкой свиты представлены красноцветными и зелено-серыми известковистыми алевролитами, аргиллитами и песчаниками, местами с прослоями фосфоритов, переслаиваются с пачками известняков – ракушечников. В районе своего типичного развития на р. Лене она богато охарактеризована фауной: *Protocycloceras krivolukense* Bal., *Obrutschevia sergei* Chern, *Cycloceras rectiannulatum* Hall. Мощность криволицкой свиты колеблется от 28 до 80 м [5].

Среднеордовикские отложения Сибирской платформы разнообразны и являются предметом изучения исследователей уже многие десятилетия [2, 8]. В 2007 г близ посёлка Кривая Лука студенткой гр. 2Э60 ИГНД ТПУ Тетериной Е.Д. была обнаружена фауна ископаемых головоногих и брюхоногих моллюсков. Сохранность ископаемой фауны позволила определить ее до родов, по ним восстановить палеогеографические условия осадконакопления.



Рис. 1. *Actinoceras* sp.

Распространение: встречается в отложениях среднего ордовика в бассейне р. Подкаменной Тунгуски и верхнего течения р. Лена.

Породы, в которых встречаются ископаемые остатки, представлены зеленоцветными, красноцветными известковистыми алевролитами и песчаниками. Фауна ископаемых моллюсков принадлежит к классам: головоногих моллюсков подклассу *Endoceratoidea* и классу брюхоногих [4]. Были определены рода: *Actinoceras*, *Vaginoceras*, *Cycloceras*. Ранее в стратотипических отложениях криволицкой свиты не были обнаружены *Actinoceras*, *Vaginoceras*.

Ниже приведены описания головоногих моллюсков:

Подкласс *ENDOCERATOIDEA*.

СЕМЕЙСТВО *Actinoceratidae* (SAEMANN) Emend

Foerste et Teicher.

Род *Actinoceras* sp. (рис. 1)

Описание: раковина большая, прямая, с почти округлым поперечным сечением. Воздушные камеры короткие, на диаметр раковины приходится до 12 камер. Перегородочная линия явно изгибается и уходит к брюшной стороне. Сифон широкий, расположен близ брюшной стороны раковины.

СЕМЕЙСТВО *Endoceratidae* Hyatt.

Род *Vaginoceras* sp.

Описание: раковина прямая, тонкая, цилиндрическая, медленно расширяющаяся к устью. Поперечное сечение раковины округлое. Стенка раковины гладкая. Воздушные камеры относительно высокие, на диаметр раковины приходится 3 воздушных камеры. Сифон смещен к краю, но не в контакте со стенкой, а удален от нее на 1/5. Диаметр сифона равен 1/2 диаметра раковины.



Рис. 2. *Cycloceras* sp.

Распространение: встречается в отложениях верхнего течения р. Лена, в Центральном Китае и в Прибалтике (эхиносферитовый известняк).

Ранее находили лишь в отложениях мангазейской свиты.

СЕМЕЙСТВО *Cycloceratidae* Hyatt Emend Shimizu et Obata.

Род *Cycloceras* sp. (рис. 2)

Описание: раковина небольшая, прямая, цилиндрическая, с хорошо выраженными поперечными кольцами, которые отстоят друг от друга на 3-5 мм. Воздушные камеры короткие. Диаметр сифона занимает 2/3 диаметра раковины, трубчатый, расположен в центре.

Распространение: часто встречаются в отложениях бассейна р. Подкаменной Тунгуски и верхнего течения р. Лены, в Северной Америке и Прибалтики.

В породах наряду с головоногими моллюсками встречаются и брюхоногие, которые были приспособлены к ползанию на твердом грунте сублиторальной зоны моря.

Карбонатные красноцветы, в которых обнаружена фауна эндоцератоидей, являются показателями аридного тропического климата. Красно-бурая окраска породы связана с большим содержанием в осадке окислов железа. Такие осадки, в комплексе с остатками морских беспозвоночных животных, могли формироваться в зоне морского мелководья и лагун [3]. В аридных условиях близ береговой линии шло сильное испарение воды, где и происходило образование красноцветных карбонатов. Для среднеордовикского морского бассейна Сибирской платформы верхнее течение р. Лена, близ поселка Кривая Лука, можно считать береговой линией.

Эндоцератоидеи являются весьма ценной в стратиграфическом отношении группой фауны, имеющей широкое распространение в ордовике Сибирской платформы. Максимальное развитие приурочено к низам сред-

него ордовика (криволуцкая свита). Фауна эндоцератоидей принадлежит к тропическому комплексу фауны с кораллово-мшанковыми и строматолитовыми биогермами, брахиоподами ортидо-строфоменидового комплекса [7].

Таким образом, новые находки ископаемых из разрезов Сибирской платформы дополняют наши знания как о фауне среднего ордовика, так и об истории развития Сибирской платформы. Новый палеонтологический материал позволит проводить более детальное стратиграфическое расчленение разрезов и корреляцию на местном и региональном уровнях, поможет при расшифровке палеогеографических условий среднего ордовика Сибирской платформы.

Работа выполнена в рамках проекта «Сводные геологические разрезы основных регионов Сибири», выполняемой сотрудниками кафедры общей геологии и студентами.

#### Литература

1. Владимирская Е.В., Кагарманов А.Х. и др. Историческая геология с основами палеонтологии. – Л., 1985. – 422 с.
2. Геологическое строение СССР. / Под ред. А.П.Марковского. – М., 1958. – С. 206–208.
3. Синецын В.М. Введение в палеоклиматологию. Л.: Издательство Недр, 1967. – С. 45–49.
4. Михайлова И.А., Бондаренко О.Б. Палеонтология. Ч. 1. – М., 1997. – С. 273–280.
5. Стратиграфический словарь СССР. / Под ред. И.Е. Занина и Б.К. Лихарева – Л., 1975. – . 249 с.
6. Короновский Н.В., Хаин В.Е., Ясаманов Н.А. Историческая геология. – М., 2006. – №2. – 340 с.
7. Основы палеонтологии // Эндоцератоидеи. / Под ред. Ю.А. Орлова – М., 1962.- 169 с.
8. Полевой атлас ордовикской и силурийской фауны Сибирской платформы / Под ред. О.И. Никифоровой – М., 1955. – 266 с.

### СТРОМАТОЛИТОВЫЕ ГОРИЗОНТЫ В БЫСКАРСКОЙ СЕРИИ МИНУСИНСКОГО ПРОГИБА (КАК ИНДИКАТОРЫ МОРСКОЙ ОБСТАНОВКИ ОСАДКОНАКОПЛЕНИЯ)

**Е.В. Фурсова**

Научный руководитель доцент Б.Д. Васильев

*Национальный исследовательский*

*Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Сложная по составу и строению быскарская осадочно-вулканогенная серия, слагающая обрамление Минусинского межгорного прогиба и отвечающая начальному этапу его формирования, является эталоном красноватых континентальных терригенных вулканических формаций [3].

На раннем этапе изучения (А. Н. Чураков, Я.С. Эдельштейн и др.) серия датировалась как  $S_2$ – $D_1$ . В 1962 году Е.А. Шнейдер и Б.П. Зубкус предложили назвать серию быскарскую по Быскарскому стратотипу на правом берегу р. Енисей, отнесли ее к  $D_{1-2}$  и расчленили на три свиты: имирскую (кислые вулканиты), шунетскую (терригенно-карбонатную) и тонскую (основные вулканиты). На левобережье р. Енисей, в Северо-Минусинской впадине им соответствовали матаракская, шунетская и марченгашская свиты. По риниофитам возраст быскарской серии был уточнен А.Р. Ананьевым как ранний девон [1].

Нельзя утверждать однозначно, что происхождение быскарской серии континентальное. Шунетская свита слагается мергелями и безусловно морская. На юго-западе Южно-Минусинской котловины в верхах быскарской серии описана таштыпская свита с морской фауной. В Северо-Минусинской котловине на Широко-Сохохулской стратотипической площади были найдены тонкие горизонты известняков (мощностью от 5 до 20 см), которые залегают в разрезах серии на разных ее интервалах в кровлях осадочных ритмов. Известняки орга-



*Рис. 1. Строматолиты столбчатые*



*Рис. 2. Строматолиты пластовые и желваковые*

ногенные, содержат строматолиты столбчатые (рис. 1), желваковые и пластовые (рис. 2).

Известняки образуются в условиях разной солености на любых глубинах моря от абиссали до зоны прибоя, в лагунах, реже в озерах полупустынных областей. Обычно известняки связаны с открытыми морями, граничащими с низменной сушей [2].

В 2002 году у пос. Малый Спирин в 2 км восточнее Сохочула Б.Д. Васильевым была впервые для Северо-Минусинской котловины найдена морская фауна силурийских ругоз в известняках быскарской серии. Для ругоз условия образования «мусорных» известняков были неблагоприятны, что должно было привести к приспособлению популяции и неизбежному изменению ее фенотипических признаков (появлению карликовых форм). Комплекс ругоз крайне примитивен и представлен одним подвидом вида *Distinctus super micrus* Melnik вида *Distinctus micrus* [1].

Помимо известняков коралловых и строматолитовых о морской обстановке осадконакопления в быскарской серии свидетельствуют глауконитовые горизонты, с характерным ритмичным чередованием слоев алевролитов и мелкозернистых песчаников, переслаивающихся с алевролитами и редко с аргиллитами. Глауконит развивается и по пепловым туфам трахиандезитов.

Исходя из вышеизложенного, нельзя принимать сугубо континентальное происхождение быскарской серии. В ее разрезах морские отложения различной мощности уже установлены. Мощность и карбонатность ее возрастают с запада на восток, значит доказательства сложного ее происхождения и обоснование возраста по морской фауне необходимо искать в восточных разрезах.

#### Литература

1. Васильев Б.Д., Гумерова Н.В., Мельник К.С. Находка силурийских ругоз в быскарской серии Минусинского прогиба. // Центр учебных геологических практик ТПУ в Хакасии и его основатель Г.А. Иванкин. Сборник научных статей и воспоминаний. / Под ред. Б.Д. Васильева и С.С. Гудымовича; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. – С.49–56.
2. Гречишников И.А., Левицкий Е.С. Практические задания по исторической геологии. М., Недра, 1979. С.68-69.
3. Лучицкий И.В. Основы палеовулканологии. Том 2. Древние вулканы. М.: Изд-во «Наука», 1971. С.193–194.

### ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДА ЛЮМИНЕСЦЕНТНОЙ МИКРОСКОПИИ ДЛЯ ОЦЕНКИ ПЕРСПЕКТИВ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ ТЕРРИТОРИИ (НА ПРИМЕРЕ СЕВЕРНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ)

М.Н. Шельхаева<sup>1</sup>

Научный руководитель доцент М.И. Шамина<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ОАО «ТомскНИПИнефть», г. Томск, Россия

<sup>2</sup> Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

При оценке нефтегазоносности необходимы исследования органического вещества и битуминозности отложений. Нами было изучено 20 пришлифовок и шлифов из меловых отложений покурской свиты петрографическим, литологическим, люминесцентно-микроскопическим методами.

Северное нефтегазоконденсатное месторождение в административном отношении находится на территории двух смежных областей: северная его часть – в Нижневартовском районе, южная (меньшая) – в Александровском районе Томской области. В геологическом строении Северного месторождения принимают участие терригенные отложения различного литолого-фациального состава мезозойско-кайнозойского платформенного чехла и фундамента. Промышленная нефтегазоносность установлена в широком возрастном диапазоне юрских и меловых отложений. Объектом исследования в данной работе являются продуктивные меловые отложения покурской свиты пласта ПК<sub>18-20</sub> интервала 1436.0–1453.0 м, которые представлены в основном песчаниками от тонко-мелкозернистых до мелко-среднезернистых (1437.0–1453.0 м). В верхней части песчаного интервала наблюдается уменьшение зернистости. В мелко-среднезернистых песчаниках, слагающих преимущественно нижнюю половину пласта (интервала), отмечена косая плоскопараллельная слоистость, что свидетельствует о высокой скорости потока. В тонко-мелкозернистых песчаниках, отмеченных в верхней части пласта, наблюдается текстура восходящей ряби течения. На песчаных отложениях залегают угли, мощностью 10 см, а далее аргиллиты углистые и алевролиты песчаные. Песчаники и алевролиты обладают средними, участками высокими коллекторскими свойствами – III и II класс коллектора по Ханину А.А. (1965). Пористость варьирует от 15 до 30 %, проницаемость от 9 до 180, в единичных случаях до 2178 мкм<sup>2</sup>·10<sup>-3</sup>. По разрезу отмечается углефицированный растительный детрит, стяжения пирита, реже глинистые интракласты. В незначительных количествах в отложениях присутствует органическое вещество гумусового состава буро-красного, буро-черного цвета неправильной, сложной формы размером до 0.32 мм.

Формирование песчаных отложений происходило в речной обстановке, предположительно меандрирующего русла. Наблюдаемая в разрезе литологическая и фациальная последовательность свидетельствует о изоляции со временем данного фрагмента русла и превращения его в старицу.

Для выявления следов миграции битумоидов использовался эффективный метод люминесцентной микроскопии, который дает возможность безошибочно фиксировать миграционные битумоиды в породах и выявлять категории пород, характеризующиеся наличием органического вещества, которому соответствует связанные с ним рассеянные битумоиды без следов направленных перемещений. Исследование пришлифовок и шлифов в ультрафиолетовом свете (длина волны 410–480 нм) под люминесцентным микроскопом одной из скважин Северного месторождения позволили выявить некоторые закономерности.



Во всех изученных образцах выявлены следы миграции битумоидов, что свидетельствует о развитых процессах битуминообразования в районе скважины. Отмечено преобладание эпигенетических битумоидов, состав которых изменяется от смолисто-асфальтовых (буровато-черных) до маслянистых (лимонно-желтого). На распределение битумоидов влияют структурно-текстурные особенности пород. Для песчаников и алевролитов изучаемого интервала характерны поровая, цементная, пятнистая, реже трещинная текстуры (табл.) В порах и цементе легкие битумоиды часто распределены более или менее равномерно вследствие их большей подвижности, тогда как остальные, более тяжелые, отдельными пятнами. В редких трещинках отмечается смолисто-асфальтовый битумоид, что подтверждает его миграцию из других пород.

Таблица

Результаты люминесцентно-микроскопического анализа

№ Обр	Гл. отбора, м	Название породы	Содерж. битумоидов, %	Состав битумоидов*	Характер свечения	Структуры и текстуры
1	2	3	4	5	6	7
791	1436.00	Алевролит глинистый	0.02	смолистый	бурое	Неравномерная, пятнистая
797	1437.75	Алевролит песчаный	0.03	от м-см до см>см-асф	бурое>т/бурое	Неравномерная, пятнистая>трещинная
806	1439.10	Песчаник т/мелкозернистый	0.05	м>м-см>>см>см-асф	лимонно-желт>св-желт>>желт-бурое>т/бурое	Неравномерная, цементная>>пятнистая
810	1439.81	Песчаник мелкозернистый	>0.08	от м до м-см>>см>см-асф	лимонно-желт, желт>>желт-бурое> т/бурое	Неравномерная, поровая, цементная>>пятнистая
815	1440.83	Песчаник т/мелкозернистый	0.08	м>м-см>см>см-асф	лимонно-желт>св-желт>бурое>т/бурое	Неравномерная, поровая, цементная>>пятнистая
821	1441.99	Песчаник т/мелкозернистый	>0.08	м>>м-см>см	лимонно-желт>>св-бурое> бурое	Неравномерная, поровая, цементная>>пятнистая
838	1445.58	Песчаник мелкозернистый	0.04	м-см>>см>см-асф	св-желт>бурое>т/бурое	Неравномерная, пятнистая>>трещинная
844	1447.01	Песчаник мелкозернистый	0.08	м>м-см>см>см-асф	лимонно-желт>светло-желт>бурое>т/бурое	Неравномерная, поровая, цементная>>пятнистая
847	1447.89	Песчаник мелкозернистый	0.08	м>>м-см>см>см-асф	лимонно-желт>>светло-желт>бурое>т/бурое	Неравномерная, поровая, цементная>>пятнистая
849	1448.07	Песчаник мелкозернистый	0.03	от м до м-см>>см	светло-желтый>>желто-бурое	Неравномерная, цементная>>пятнистая
850	1448.16	Песчаник мелкозернистый	0.08	м-см>>см>см-асф	св-желт>бурое>т/бурое	Неравномерная, цементная>>пятнистая
1	2	3	4	5	6	7
855	1449.31	Песчаник м/среднезернистый	>0.08	м-см>>>см>см-асф	св-желт>бурое>т/бурое	Неравномерная, цементная>>пятнистая
863	1452.14	Песчаник м/среднезернистый	>0.08	м>м-см>>см>см-асф	лимонно-желт>св-желт>>бурое>т/бурое	Неравномерная, поровая, цементная>>пятнистая
866	1452.63	Песчаник мелкозернистый	0.06	м>>м-см>см>см-асф	лимонно-желт>>св-желт>бурое>т/бурое	Неравномерная, поровая, цементная>>пятнистая

\* Состав битумоидов: м-маслянистый; м-см-маслянисто-смолистый; см-смолистый; см-асф-смолисто-асфальтовый.

Максимальное скопление маслянистых и маслянисто-смолистых битумоидов (0.06–0.08%) выявлено в интервалах:

- 1439.81–1441.99 м – песчаник тонко-мелкозернистый с глинистым цементом (рис 1);
- 1447.01–1447.89 м – песчаник мелкозернистый с глинистым цементом (рис 2);

•1448.16–1452.63 м – песчаник мелко-среднезернистый с глинистым цементом и песчаник мелкозернистый с карбонатным цементом (рис 3).

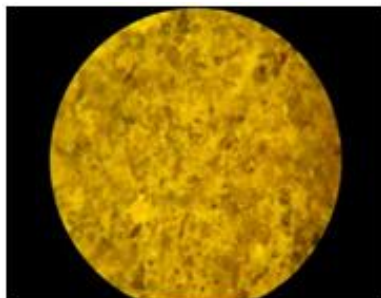


Рис. 1. Песчаник тонко-мелкозернистый. Обр.815 при увел.  $\times 63$

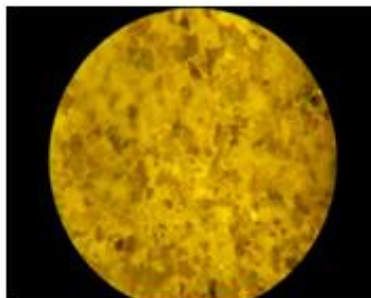


Рис. 2. Песчаник мелкозернистый. Обр.847 при увел.  $\times 63$

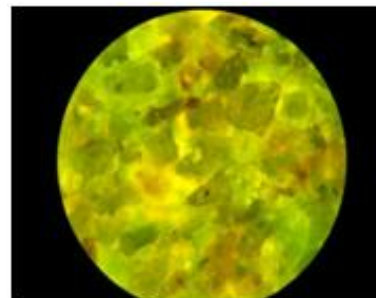


Рис. 3. Песчаник мелкозернистый. Обр.866 при увел.  $\times 63$

Применение люминесцентной микроскопии в изучении меловых отложений пласта ПК<sub>18-20</sub> позволило определить количество битумоидов, их состав и распределение в породах. Учитывая фильтрационно-емкостные свойства, песчаники интервала 1437.0–1453.0 м можно считать перспективными коллекторами и рекомендовать для опробования.

## ВЕРХНЕДЕВОНСКИЕ БРАХИПОДЫ КОЛЫВАНЬ-ТОМСКОЙ СТРУКТУРНО-ФАЦИАЛЬНОЙ ЗОНЫ

А.Е. Ялов

Научный руководитель доцент И.В. Рычкова

*Национальный исследовательский*

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

Отложения верхнего девона Колывань-Томской структурно-фациальной зоны (КТСФЗ) распространены в ее восточной и юго-восточной частях и представлены отложениями франского и фаменского ярусов. Стратиграфическое расчленение верхнего девона сделано на основании комплексов брахиопод и конодонтов [6]. Отложения верхнего франа представлены отложениями соломинской свиты, а нижнефаменские отложениями пещеркинской свиты [3, 4]. Соломинская и пещеркинская свиты богато охарактеризованы фауной брахиопод [2].

Нами были изучены обнажения, находящиеся на правом берегу р. Томи.

Первое обнажение находится в 15 км вверх по течению от с. Пача (рис. 1). Обнажение сложено известковистыми алевролитами горчично-серого цвета. В этом обнажении были найдены брахиоподы отряда отряда Athyridida. Ниже приведены описания некоторых из них. Отложения принадлежат соломинской свите верхнего франа.

Отряд Athyridida

Род Plicathyris

*Plicathyris sibirica* (Khalfina)

Описание: Раковина от 25 до 35 мм в ширину вздутая, равносторчатая, субпентагонального очертания. Брюшная створка сильно выпуклая с глубоким синусом, начинающимся от самой макушки и постепенно расширяющимся к переднему краю. Синус ограничен острыми, довольно широкими складками, по бокам от которых находятся небольшие вдавленности. Они, в свою очередь, ограничены складками, менее выдающимися, чем пара таковых, ограничивающих синус. Спинная створка имеет такое же строение, как и брюшная, возвышение седла равно вдавленности синуса.



Рис. 1. Местонахождения фауны на правом берегу р. Томи

нее выдающимися, чем пара таковых, ограничивающих синус. Спинная створка имеет такое же строение, как и брюшная, возвышение седла равно вдавленности синуса.

Распространение и местонахождение: Северные окраины Кузбасса, правый берег р. Томи, в 15 км вверх по течению от с. Пача.

Род *Athyris*  
*Athyris angelica* Hall. (рис. 2)

Описание: Раковина 30 мм в ширину, вздутая, равностворчатая, субпентагонального очертания. Брюшная створка равномерно выпуклая с довольно глубоким синусом, начинающимся от самой макушки и быстро расширяющимся к переднему краю. Синус ограничен округленными складками. Седло спинной створки небольшое, соответствующее синусу брюшной. Макушка брюшной створки небольшая, сильно загнута над спинной створкой.

Распространение и местонахождение: КТСФЗ – рр. Алчедат и Стрельная, правый берег р. Томи, в 15 км вверх по течению от с. Пача.

Род *Anathyris*  
*Anathyris monstrum* (Khalfin)

Описание: Раковина сравнительно крупная – около 55 мм в ширину, неравностворчатая. Синус, начинающийся от самой макушки, резко расширяется и углубляется. На спинной створке имеется небольшое возвышение.

Распространение и местонахождение: Район с Жарковского, р. Томь, р. Стрельная; правый берег р. Томи, в 15 км вверх по течению от с. Пача.

Изученный комплекс фауны характерен для соломинской свиты, входящей в состав франского яруса. В этом обнажении вызывает особый интерес наличие своеобразной и эндемичной фауны – *Anathyris monstrum* Khalf., имеющей крайне узкое вертикальное распространение [1, 7]. В соломинское время «монстровая» фауна достигла своего расцвета, у нее появились причудливые формы раковины.

Следующее обнажение, в котором встречена богатая фауна морских беспозвоночных, находится в 1,5 км вниз по течению р. Томи от предыдущего. Обнажение представлено известняками темно-серого цвета (до черного). Возраст отложений определен по фауне брахиопод как нижнефаменский. Среди окаменелостей обнаружены брахиоподы, принадлежавшие отрядам *Productida* и *Spiriferida*, мшанки, водоросли. Особенностью местонахождения фауны в этом обнажении является то, что брахиоподы сохранились с многочисленными шипами. Тонкий илистый осадок отложений способствовал бережному захоронению раковин, а процессы эрозии и выветривания помогли «доставить» этот уникальный материал для современного исследования [5]. Отложения принадлежат пещеркинской свите нижнего фамена.

Отряд *Productida*

Род *Productella*

*Productella subaculeata* (Murchison) (рис. 3)

Описание: Раковина небольшая – 14 мм в ширину полукруглых очертаний. На поверхности брюшной створки видны тонкие, густые линии роста, а также разбросаны круглые основания шипов, причем на ушках они расположены гуще, там же сохранились сами шипы. Макушка загнута.

Распространение и местонахождение: Южно-Минусинская впадина; Алтай: ключ Малафеев, р. Коргон, р. Бугусун, ключ Акташ, р. Аккая; КТСФЗ – правый берег р. Томи, в 13 км вверх по течению от с. Пача.

Род *Mesoplica*

*Mesoplica praelonga* (Sowerby)

Описание: Раковина небольшая – до 25 мм в ширину округленно-квадратных очертаний. Брюшная створка несет мелкий синус, а также многочисленные следы от шипов.



Рис. 2. *Athyris angelica* (Hall)



Рис. 3. *Productella subaculeata* (Murchison)

Распространение и местонахождение: Северные окраины Кузбасса, Горный Алтай; в 13 км вверх по течению от с. Пача.

Таким образом, верхнедевонские брахиоподы Колывань-Томской структурно-фациальной зоны показывают, что формирование верхнефранских отложений соломинской свиты происходило в мелководных нормально-морских условиях, в изолированном от открытого моря бассейне (о чем свидетельствует фауна *Anathyris monstrum*). Новые находки фауны брахиопод способствуют расширению ареала распространения эндемичной фауны, т.к. раньше местонахождения *Anathyris monstrum* отмечены только в районе с. Жарковского и в устье р. Стрель-

ная. В раннефаменское время осадконакопление пещеркинской свиты происходило в спокойных гидродинамических условиях, что способствовало захоронению в этом осадке шипов продуктид. Отложения формировались в мелководных условиях, о чем свидетельствуют водорослевые известняки. Рассмотренные комплексы фауны, относящиеся к разновозрастным свитам, позволяют сделать вывод о возможности проведения между изученными обнажениями границы между франским и фаменским ярусами КТСФЗ. Новые находки брахиопод способствуют также проведению корреляции верхнедевонских отложений на местном и региональном уровнях, позволяют реконструировать особенности осадконакопления Кольвань-Томского морского бассейна в позднем девоне.

#### Литература

1. Бельская Т.Н. Позднедевонское море Кузнецкой котловины, история его развития, население и осадки. Труды ПИН АН СССР, т. LXXXII, 1960. – 200 с.
2. Биостратиграфия палеозоя Саяно-Алтайской горной области / Под ред. Л.Л. Халфина. – Новосибирск: СНИИГИМС, 1962. – Т.2. – 350 с.
3. Гудымович С.С., Рычкова И.В., Рябчикова Э.Д. Геологическое строение окрестностей г.Томска (территории прохождения геологической практики). – Изд. ТПУ, 2007. – 84 с.
4. Легенда Обской подсерии Западно-Сибирской серии листов Государственной геологической карты Российской Федерации М 1:200000. / Под ред. А.Е. Бабушкина. – Томск, 2000. – 61 с.
5. Подобина В.М., Рычкова И.В. Экзогенные геологические процессы как средство познания. «Многообразие современных геологических процессов и их инженерно-геологическая оценка» // Труды Международной научной конференции. – М.: 2009. – С.83–84.
6. Ржонсницкая М.А. К унифицированной схеме стратиграфии девонских отложений Кузнецкого бассейна. Инф. сборник. ВСЕГЕИ, № 2-3. – М.: 1952. – 350 с.
7. Халфин Л.Л. Проблемы стратиграфии среднего и верхнего палеозоя Сибири. М, 1981 – С. 39–47.

## Секция 2

### МИНЕРАЛОГИЯ, ГЕОХИМИЯ И ПЕТРОГРАФИЯ

#### МИНЕРАЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКИ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

**А.А. Поцелуев, профессор**

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

Комплексное изучение состава руд месторождений на основе современных количественных инструментальных методов является основой новых фундаментальных знаний об условиях рудообразования. Всестороннее изучение минералогического состава и геохимического спектра оруденения при оценке и разведке месторождений лежит в основе разрабатываемых и проектируемых технологий глубокой их переработки с наиболее полным извлечением всех ценных компонентов.

Накопленная к настоящему времени информация по рудным провинциям различных континентов показывает, что основные промышленные запасы руд и металлов сосредоточены в уникальных и крупных месторождениях. Несмотря на малое число, они являются основным источником многих полезных ископаемых. Их формирование обусловлено благоприятным сочетанием глобальных, региональных и локальных геологических факторов и характеризуется длительным многоэтапным развитием. Это определяет полихронный и полигенный характер оруденения. Именно для таких объектов характерен комплексный характер оруденения, наличие в составе руд некогерентных элементов [8 и др.]. В составе руд встречается до 100 и более гипогенных минералов, отмечаются аномальные концентрации наиболее широкого спектра химических элементов (более 50). Примерами являются крупнейшие месторождения Витватерсранд (ЮАР), Олимпик Дэм (Австралия), Лунное, Норильское (Россия) и др. Для этих месторождений на долговременной основе разрабатываются схемы комплексной глубокой переработки руд с максимально полным извлечением всех компонентов. Важным аспектом является также то обстоятельство, что при этом значительно снижается их содержание в отходах горного и обогащительного производства. Это минимизирует их негативное воздействие на окружающую среду.

Большинство известных и отработываемых в настоящее время на территории России и стран СНГ месторождений были выявлены и разведаны в 50 – 80-х годах XX столетия. При исследовании месторождений доминировал узковедомственный (отраслевой) подход, сохраняющийся во многом и в настоящее время. Как на стадии поисков и оценки месторождений, так и при их эксплуатации исследования велись в жестких ограничениях по основному полезному ископаемому, а попутные ценные компоненты, как правило, не оценивались. При переработке руд этих месторождений в хвостах обогащительных фабрик происходило накопление значительного количества основных (за счет неполного извлечения) и попутных ценных компонентов, что привело к формированию вторичных техногенных месторождений. Так, например, запасы только золота в хвостах Джидинского вольфрам-молибденового комбината оцениваются в 1164 кг [2]. В настоящее время необходима комплексная минералого-геохимическая переоценка этих объектов и накопленных отходов. Это весьма актуально и для законсервированных месторождений, запасы которых могут быть востребованы в ближайшее время.

Использование широкого комплекса современных методов позволяет не только глубоко изучить состав пород и руд, но решить важнейшие вопросы их генезиса, выработать новые критерии прогнозирования и поиска месторождений. Эти знания существенно меняют наши взгляды на традиционные, казалось бы, незыблемые представления об источнике рудного вещества и условиях образования. Так, выполненные нами в последние годы минералого-геохимические исследования Калгутинского редкометалльного грейзенового месторождения в Горном Алтае позволили получить много новых данных. Они значительно расширяют сведения о составе руд и меняют существовавшие представления об их генезисе [6]. Наряду с многочисленными оксидами, сульфидами, сульфосолями и теллуридами (более 50 минералов) в составе руд выявлены самородное золото, висмут, медь, углерод, установлены высокие концентрации благородных металлов (Au, Ag, Pt, Pd, Os, Rh), определено наличие в составе флюидных включений водорода, широкого спектра углеводородов, изучены особенности их пространственных и генетических взаимоотношений. Это позволило доказать, что геологические образования месторождения (рудовмещающие граниты, внутрирудные дайки, рудоносные грейзены и жилы) являются продуктами развития единой эволюционирующей флюидно-магматической системы и обосновать решающее влияние мантийных процессов на формирование комплексного оруденения.

Неразрывна связь прикладных и фундаментальных сторон минералого-геохимических исследований. В настоящее время активно развивается исследование сверх мельчайших химических и минералогических образований на уровне первых атомов и молекул, которые с определенной условностью можно отнести к наноминералогии и наногеохимии. Давно было замечено, что сложно извлечь гравитационными способами тонкое золото, т.к. оно «плывет», отрицательно влияет на процессы обогащения «переизмельчение» руд редких, благородных, цветных металлов. Физико-химические свойства многих минералов значительно изменяются при их сверхтонком измельчении. Но это проявляется и у мельчайших природных образований, свойства которых значительно отличаются от крупных выделений, имеющих размеры  $n \times 1$  мкм и более.

Так, в работе Г.В. Моисеенко [4] приведены данные о скачкообразном изменении свойств при переходе от микроскопического золота к нанозолоту (<0,35 мкм) и к пикозолоту (<0,6 нм). Наночастицы золота проявляют ферромагнитные свойства, активно растворяются в воде, резко до комнатной падает температура их плавления. В свою очередь пикозолото отличается необычайно высокой энтропией и внутренней энергией, для него характерно проявление газообразного состояния, которое сохраняется при образовании на них «шубы» из молекул – лигандов.

Приведенные данные показывают, что существует еще много «белых пятен» в минералогии и геохимии. Это касается всех без исключения химических элементов и их соединений. Так, например, выделяется довольно значительная группа химических элементов, характеризующихся высокой инертностью и редко участвующих в окислительно-восстановительных реакциях и поэтому относимых к благородным. Это ряд металлов (золото, элементы платиновой группы) и газов (гелий, неон, криптон, ксенон и др.). Но накоплено значительное количество данных, показывающих, что благородные элементы образуют различные химические соединения, в том числе элементоорганические (металлоорганические), в этих формах активно мигрируют и переносятся в эндогенных флюидных системах. Необходимо постоянно учитывать, что мы изучаем минералогию и геохимию оксисферы в представлении В.М. Гольдшмидта. Господство и активность кислорода в газообразной (в атмосфере кислорода 21 мас. %), жидкой (в гидросфере 88 мас. %) и твердой (в литосфере 47 мас. %) формах определяет его ведущее влияние на характер процессов пороодо- и рудообразования. Проникновение в верхние части литосферы мантийных восстановленных водород-углеводородных флюидов, несущих халько- и сидерофильные элементы, и взаимодействие с кислородом и оксидами является главным фактором эндогенного рудообразования.

Вопросы комплексной оценки месторождений всегда были одним из основных приоритетов научных исследований в Томском политехническом университете. Значительные успехи достигнуты в области исследования нетрадиционных золото-платиноидных месторождений [3 и др.], циркон-ильменитовых [7 и др.], урановых и редкометалльных месторождений [5, 6 и др.], месторождений каменных углей и торфов [1 и др.]. Необходимо подчеркнуть, что в программе развития университета на 2009–2018 годы, в связи с получением категории «национальный исследовательский университет», в качестве первого направления развития обозначено «Рациональное природопользование и глубокая переработка природных ресурсов». Это предусматривает «Комплексное исследование и освоение месторождений черных, цветных, благородных и редких металлов Сибирского региона с применением современных технологий прогнозирования и поисков, геолого-экономической оценки, экологически безопасных способов добычи и методов переработки руд, с получением товарных продуктов».

Таким образом, минералого-геохимические исследования дают важнейшую информацию при оценке и разведке полезных ископаемых, позволяют получить новые знания о составе, свойствах и генезисе природных образований, выработать критерии прогнозирования и поиска новых нетрадиционных типов месторождений.

#### Литература

- Арбузов С.И., Волостнов А.В., Ершов В.В. и др. Геохимия и металлоносность углей Красноярского края. – Томск: STT. – 2008. – 300 с.
- Дементьев В.Е., Гудков Ю.Л., Николаев С.С. Перспективы вовлечения в промышленную эксплуатацию вторичных запасов благородных металлов на базе лежалых хвостов Джидинского вольфрамо-молибденового комбината // Состояние и перспективы развития минерально-сырьевого и горнодобывающего комплекса Республики Бурятия: Материалы конференции 1-2 апреля 1999 г. – Улан-Удэ: БНЦ СО РАН, 1999. – С. 127–130.
- Коробейников А.Ф. Нетрадиционные комплексные золото-платиноидные месторождения складчатых поясов. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, НИЦ ОИГГМ, 1999. – 237 с.
- Моисеенко В.Г. От атомов золота через кластеры, нано и микроскопические частицы до самородков благородного металла / – Благовещенск: Институт геологии и природопользования РАН, 2007. – 186 с.
- Поцелуев А.А., Рихванов Л.П., Владимиров А.Г. и др. Калгутинское редкометалльное месторождение (Горный Алтай): магматизм и рудогенез. – Томск: STT, 2008. – 226 с.
- Поцелуев А.А., Рихванов Л.П., Николаев С.Л. Редкие элементы и золото в месторождениях Северо-Казахстанской урановорудной провинции // Известия Томского политехнического университета, 2001. – Т. 304. – Вып. 1. – С. 197–209.
- Рихванов Л.П., Кропанин С.С., Бабенко С.А. и др. Циркон-ильменитовые россыпные месторождения – как потенциальный источник развития Западно-Сибирского региона. – Кемерово: Изд-во «Сарс», 2001. – 217 с.
- Томсон И.Н., Полякова О.П. Особенности локализации, строения и состава крупных и уникальных месторождений цветных и благородных металлов // Отечественная геология. – 1994. – № 11–12. – С. 24–30.

### ВЕЩЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ И ТЕКСТУРНО-СТРУКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ МЕТЕОРИТА

**С.Н. Аксенов**

Научный руководитель доцент Н.Ф. Столбова

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

В ходе выполнения литолого-петрографических научно-исследовательских работ на одном из нефтяных месторождений (Красноярский край) был найден метеорит. Он был извлечен из керна скважины с глубины 1001 м. Метеорит находился в песчаниках на границе верхнего и нижнего мела. Возраст этих отложений составляет 97 млн. лет.

Корочка плавления покрывает метеорит до соприкосновения его с верхней границей песка, в который он упал. Её мощность менее 1 мм. Погрузился он в песок на 1,5...2 см. Нижняя часть метеорита плоская и на её по-

верхности находятся округлые вмятины от пузырей воды и пара. Самые крупные из них имеют размер около 7 мм, множество мелких пузырьков находится в самом метеорите. К верхней части метеорита их размеры становятся меньше и количество убывает, хотя и на самом верху они отмечаются.

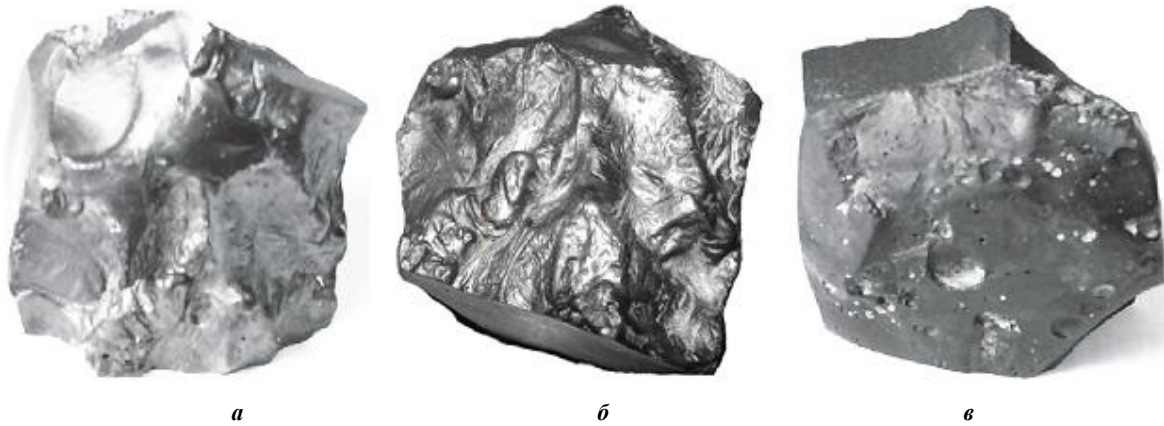


Рис. 1. Фотографии метеорита сверху (а), сбоку (б) и снизу (в)

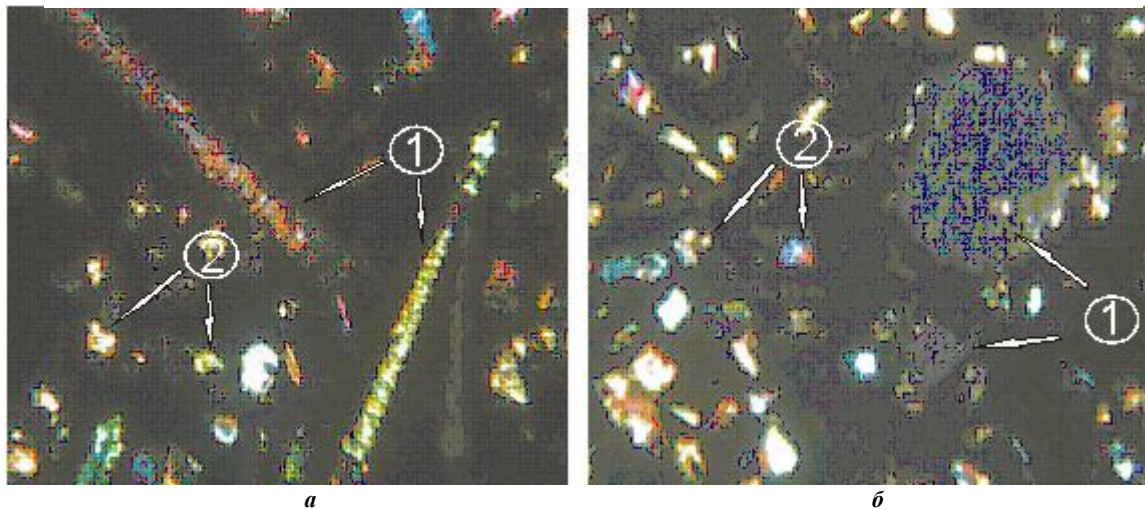


Рис. 2. Фотографии петрографического шлифа в поляризованном свете в скрещенных николях (увеличение 30): а – удлиненные продольные скелетные кристаллы диопсида (1) и их поперечное сечение (2); б – округлые поры (1) в частично раскристаллизованной массе метеорита (2)

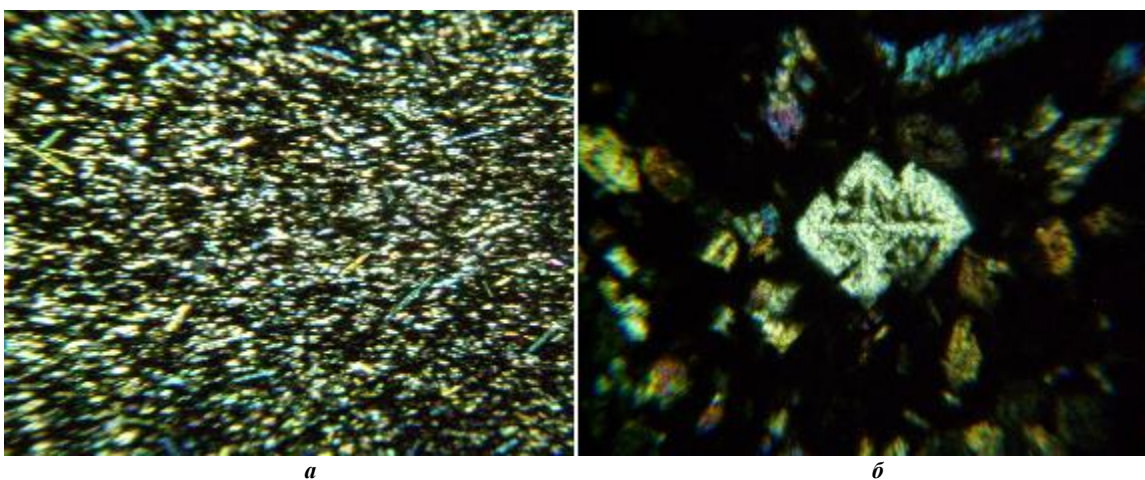


Рис. 3. Фотографии петрографического шлифа в поляризованном свете в скрещенных николях. Видны скелетные формы удлинённых кристаллов при увеличении в 10 раз (а) и скелетные формы поперечных сечений при увеличении в 30 раз (б)

Образец (рис. 1 а, б, в) имеет чёрный цвет, серую черту, металлический блеск, сферическую форму (натечную сверху, гладкую с вмятинами снизу). Метеорит был обрезан буровым инструментом и имел диаметр около 70 мм. Его высота 35 мм. Масса метеорита около 150 граммов, удельный вес  $3.8 \text{ г/см}^3$ , объем =  $30 \text{ см}^3$ , твердость 7...8 единиц по шкале Мооса. По данным рентгенфлуоресцентного метода анализа в нём преобладает железо ( $> 10\%$ ). Магнитность, замеренная на магнитометре, имеет величину  $\alpha = 26,9 \cdot 10^{-5}$  ед.си.

Сбоку метеорита (рис. 1 в) видна граница между нижней и верхней его частью. Нижняя часть метеорита, которая была погружена в песок, имеет вмятины от песчинок и выглядит более матовой. Скол от этой границы до верхней части метеорита ровный, очень однородный, шероховатый, матовый. Верхняя часть метеорита имеет сложный оплавленный узор и интенсивный металлический блеск (рис. 1 а, б).

Исследование под микроскопом в поляризованном проходящем свете шлифов метеорита обнаружило в основном однородное сложение с редкими сферическими образованиями, выполненными кристаллами оливина. Основная часть породы имеет мелкокристаллическое строение на фоне нераскристаллизованной массы вещества. Состав кристаллов пироксеновый (рис. 2 а, б). Кристаллы пироксенов имеют необычную удлиненную скелетную форму. Встречаются поперечные сечения со сложно-зональными и скелетными формами (рис. 3 а, б). Показатель преломления минерала около 1,7. Сила двойного лучепреломления 0,030.

В результате рентгеноструктурного анализа были выявлены следующие присутствующие в метеорите минералы (табл. 1). Анализ подтвердил присутствие оливина, моноклинных пироксенов и обнаружил ряд других минералов, встречаемых в метеоритах: ессенит, треворит, бунзенит, сакропсид, ферросилит, марказит.

Таблица

Минеральный состав метеорита

Преобладающие минералы	Примеси	
	значительные	второстепенные
Фаялит, хромит	Диопсид, авгит, ессенит, треворит	Бунзенит, сакропсид, ферросилит, марказит

Исследования под микроскопом в отражённом свете показали следующее.

- Наличие четырёх компонентов с разными эффектами отражения света в жёлтых, светло-серых и тёмно-серых тонах.

- Равномерное распределение компонентов в породе.

- Приблизительно одинаковые размеры компонентов.

- Наличие некоторой ориентированности зёрен, проявление цепочек минералов с жёлтым цветом отражения.

Метеорит представляет собой интереснейший образец для изучения вещественного состава пород других планет. Исследования будут продолжены.

#### Литература

1. Бабаджанов П.Б. Метеоры и их наблюдение – М.: Изд-во Наука, 1987. – 195 с.
2. Хотиник Р.Л. О болидах и метеоритах // Земля и Вселенная, 1998 – № 1. – С. 85.
3. Кузнецова Л.И. Вестники Вселенной. – М.: Изд-во Знание, 1980. – 86 с.

## ИНФРАКРАСНАЯ СПЕКТРОСКОПИЯ АЛМАЗОВ ДЛЯ ГЕММОЛОГИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ А.А. Акбашева

Научный руководитель доцент Н.Г. Рыкус  
Уфимский государственный нефтяной технический университет, г. Уфа, Россия

Проблема геммологической диагностики синтетических, облагороженных и природных алмазов очень важна и актуальна в связи с большой стоимостью природных алмазов по сравнению с синтетическими и облагороженными [1, 2].

Облагороженным считается камень, подвергнутый какому-либо воздействию (кроме полировки) с целью улучшения его цвета и чистоты. Наиболее распространенные виды облагораживания: заполнение трещин, сверление лазером, отжиг при высоком давлении и облучение. Диагностика природы окраски камня является одной из главных задач при диагностике камня [2].

Анализ литературы по проблемам современной геммологической диагностики алмазов позволяет сделать следующие выводы.

Большую часть синтетических и облагороженных камней можно диагностировать с помощью стандартных геммологических инструментов: лупы, микроскопа и ультрафиолетовой лампы. Однако отличить природный алмаз от синтетического и камня, подвергнутого отжигу при высоком давлении или облучению, не всегда возможно, если в камне, например, отсутствуют включения или зональность. Для таких сложных случаев диагностики предполагается применить оптическую низкотемпературную спектроскопию [1, 2]. Она дает возможность диагностировать некоторые группы алмазов по наличию или отсутствию дефектов, проявляющихся в видимой части спектра.



В результате исследований выявлены прямые и косвенные признаки, позволяющие в ряде случаев диагностировать происхождение алмаза и природу его окраски. По прямым признакам:

- синтетические камни типа Ib определяются по наличию дефектов, связанных с Ni, это линии 473, 523, 527, 540, 545, 555, 563, 610, 638, 650, 658, 690, 710, 732 и 793 нм, которые не встречаются в природных алмазах[1];
- облученные алмазы типа Ia легко отличаются по наличию линий, связанных с дефектами GR1741 (667 нм) и ND1 (393 нм); эти дефекты могут встречаться в природно облученных камнях, но интенсивность этих линий будет существенно ниже, чем в облученных искусственно;
- для облученных алмазов типа Ib характерны линии 526, 617, 626, 637, 644, 649 и 655 нм;
- особенностью отожженных после облучения камней (тип Ia) является наличие специфических линий, проявляющихся только после отжига, т.е. 594 и 724 нм;
- природные камни, прошедшие обработку при высоких давлениях и высоких температурах, определяются по наличию дефекта H2 (986 нм и 637 нм)[2].

По косвенным признакам выявлены общий вид оптического спектра и набор дефектов для алмазов типа Ia. Основные линии связаны с N3 (415 нм), N2 (476 нм), N4 (344 нм), N5 (330 нм), H3 (503 нм), и 440. 448 нм. Если в алмазе проявляются только эти дефекты, то можно говорить о его природном происхождении и отсутствии облагораживания, если же в спектре проявляются какие-либо другие линии, то их происхождение можно определить по прямым признакам, либо используя другие методы исследования.

Для камней типов Па и Пб диагностические признаки не выявлены. Это связано с отсутствием азотных дефектов в достаточных для обнаружения концентрациях [1, 2].

В некоторых случаях требуются дополнительные исследования, такие как инфракрасная спектроскопия и низкотемпературная флуоресценция [1,2].

Инфракрасная спектроскопия является самым эффективным методом определения по характерным полосам поглощения в интервале от 900 до 1450 см<sup>-1</sup> в кристаллах алмаза. Перспективы использования инфракрасных спектроскопических данных в качестве типоморфных признаков алмаза при проведении поисково-разведочных работ основаны на принципиальной возможности оценки некоторых физико-химических условий кристаллизации и температурного режима термического отжига по суммарному содержанию азота и соотношению азота и основных азотных дефектов, отличающихся степенью и формами агрегации азота.

Предложена методика инфракрасного спектроскопического определения содержания, формы и степени агрегации азота в микрокристаллах алмаза. Она предусматривает компьютерную обработку и разложение инфракрасных спектров на составляющие полосы. Это увеличивает точность расчетов суммарной SN и индивидуальных площадей SA- и SBг полос поглощения и их нормирование относительно суммарной площади полос собственного поглощения алмаза S0 с расчетом коэффициентов нормирования Ks, KA и Kв, и содержания азота Ns и в форме A- и B1-дефектов за счет снижения статистической погрешности при массовых измерениях [3].

#### Литература

1. Викторов М.А., Серов С.Ш. Диагностика природных и синтетических алмазов с помощью низкотемпературной оптической спектроскопии // Вестник Московского университета. Серия 4 "Геология". – М.: Издательство Московского университета, 2007 – № 1. – С. 53–55.
2. Викторов М.А., Серов Р.С. Особенности низкотемпературных спектров оптического поглощения природных и облагороженных алмазов // Вестник Московского университета. Серия 4 «Геология». – М.: Издательство Московского университета, 2007. – № 2. – С. 67 – 69.
3. Кононов О.В. и др. Развитие методики ИК-спектроскопического определения концентрации и степени агрегации азота в кристаллах алмаза // Вестник Московского университета. Серия 4 «Геология». – М.: Издательство Московского университета, 2008. – № 4. – С. 63–65.

### РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАССЕЯННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ОБРАЗЦАХ МЕТОДОМ МАСС-СПЕКТРОМЕТРИИ С ИНДУКТИВНО-СВЯЗАННОЙ ПЛАЗМОЙ

Ю.В. Аношкина

Научные руководители профессор В.И. Отмахов, доцент П.А. Тишин

*Томский государственный университет, г. Томск, Россия*

Анализ закономерностей распределения редких и рассеянных элементов в разных типах пород и минералов в настоящее время стал важной составной частью геолого-геохимических исследований. В связи с этим рассеянные элементы представляют особый интерес, так как они являются чувствительными индикаторами геологических процессов. Вместе с тем, определение редких и рассеянных элементов является одной из наиболее сложных задач химического анализа, прежде всего из-за близости их химических свойств, а также низких содержаний этих элементов в природных объектах [2]. Таким образом, достоверное определение следовых концентраций рассеянных элементов в геологических образцах является необходимым условием развития комплекса наук о Земле.

Содержание рассеянных элементов в большинстве пород составляет  $n \cdot 10^{-8} \dots n \cdot 10^{-4}$  мас.%. Наиболее распространенными методами для определения рассеянных элементов долгое время являлись неdestructивные методы – рентгено-флуоресцентный (РФА) и инструментальный нейтронно-активационный анализ (ИНАА) [6, 11]. Все эти аналитические методы широко применяются и имеют свои достоинства, однако не позволяют одновременно опреде-

лять весь набор интересующих элементов в геологических образцах, что связано с недостаточно низкими пределами обнаружения (РФА), или с ограничениями по набору определяемых элементов (ИНАА).

Появление нового высокочувствительного метода многоэлементного анализа – масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой (ICP–MS) – обеспечило инструментальную возможность определения этих элементов в растворах на уровне до  $10^{-15}$  мас.% [3, 4, 10].

Основной же проблемой анализа геологических объектов является вскрытие образца и полное переведение анализируемых элементов в раствор.

Целью настоящей работы является поиск оптимальных условий разложения геологических матриц разного состава с целью извлечения рассеянных элементов.

Определение исследуемых элементов проводили на ICP–MS фирмы Agilent Technologies – Agilent 7500 сх. Особенности прибора являются наличие охлаждаемой распылительной камеры, системы экранирования горелки Shield Torch, октопольной реакционной системы [7]. Распылительная камера охлаждается элементом Пельтье (термоэлектронным устройством). За счет этого обеспечивается возможность постоянного регулирования температуры в камере, из-за чего получают очень стабильный сигнал об ионах, типичный для прибора Agilent 7500. Кроме того, охлаждение аэрозоля, получаемого из образца, способствует удалению из него некоторого количества воды, благодаря чему снижается количество образуемых многоатомных оксидов (т.е. снижаются наложения на конкретные элементы). Распылительная камера и распылитель изготовлены из кварцевого стекла. Использовался распылитель микроаэрозольного типа. Особенностью оптической системы является смещенное расположение линз друг относительно друга, что позволяет избавиться от фотонов и нейтральных частиц.

Существующие аналитические схемы определения рассеянных элементов в геологических объектах достаточно сложны, многоступенчаты, продолжительны и трудоёмки. Это обусловлено тем, что для большинства классических и современных методов определения необходимо предварительное переведение образца в раствор, занимающее не менее 1–2 суток, а также отделение матрицы и концентрирование следов элементов. Последняя операция не всегда обеспечивает полностью и, главное, воспроизводимость выделения всей группы определяемых элементов в концентрат и его чистоту относительно присутствующих в пробе макрокомпонентов.

При проведении масс-спектрального анализа с индуктивно-связанной плазмой, как правило, нет необходимости в предварительном концентрировании определяемых элементов. В настоящей работе проводилось кислотное разложение силикатного материала. Оно имеет два основных недостатка: относительно низкую производительность и неполное вскрытие ряда минералов, устойчивых к действию кислот (главным образом, различные оксиды: шпинелиды, корунд, а также цирконы, турмалины, хромиты). Очень важным преимуществом кислотного способа разложения является отсутствие дополнительных матричных эффектов при масс-спектральном анализе (в частности, вследствие удаления из раствора кремния в виде летучего фторида) и более низкий (на порядок и более) предел обнаружения большинства микроэлементов.

Совершенствование имеющихся схем определения рассеянных элементов возможно, в частности, за счет сокращения времени переведения проб геологических образцов в раствор благодаря использованию различных способов интенсификации пробоподготовки. Особую значимость приобрела микроволновая пробоподготовка, характеризующаяся не только радикальным сокращением времени растворения самых разнообразных объектов, но и снижением величины и флуктуации поправки контрольного опыта, уменьшением расхода реактивов, упрощением состава кислотной смеси, совмещением во времени и пространстве отдельных операций [9].

Обзор имеющихся литературных данных приводит к выводу о сложности получения корректных аналитических результатов по содержанию редких и рассеянных элементов в твердых геологических образцах на основе единой унифицированной методики химической подготовки проб различных пород и минералов. В каждом конкретном случае необходимо учитывать как состав образцов, так и требуемый набор определяемых элементов, характеризующихся разными химическими свойствами [5, 8].

Проблемы определения рассеянных элементов связаны с низким уровнем их содержания в большинстве пород и сложностью полного вскрытия аксессуарных минералов, которые содержат значительную долю этих элементов от их общего содержания в породе. После вскрытия образца многие элементы имеют тенденцию к полимеризации и гидролизу в растворе, в результате чего осаждаются или адсорбируются на стенках сосуда [12]. Изучив данные предыдущих исследований, нами предпринята попытка оптимизировать условия извлечения рассеянных элементов, максимально сократив время анализа [1].

Объектами анализа выбраны российские государственные СО состава естественных горных пород Иркутского ГЕОХИ: гранит – СГ-3, трапп – СТ-2А, габбро – СГД-2А, гранат-биотитовый плаггиогнейс – ГБПг-1. Представленные образцы характеризуются разными уровнями содержания основных ( $\text{SiO}_2$  – 46...75 %) и рассеянных элементов. Таким образом, данные стандартные образцы отображают полный спектр горных пород по уровню кислотности. Все образцы соответствуют международным требованиям, поэтому вопросы отбора, измельчения и гомогенизации проб не требуют особого рассмотрения.

Проведенные исследования показали приемлемость предложенной схемы разложения для горных пород среднего и основного состава. Полной степени извлечения анализируемых нами элементов в кислой породе (граните) достичь не удалось, что может быть связано с неполным вскрытием тантало-ниобатов [1].

Как показали наши исследования, использованная процедура переведения проб в раствор (от помещения навесок проб в сосуды до получения нитратных растворов определенного объема) с применением микроволнового излучения занимает не более четырех часов, что, по крайней мере, в 6–7 раз сокращает время разложения по сравнению с имеющимися методиками.

На данный момент разработанная схема разложения горных пород разного состава не может рассматриваться в качестве универсальной и требует проведения дополнительных исследований.

#### Литература

1. Аношкина Ю.В., Никитина Е.И. Масс-спектральное (с индуктивно-связанной плазмой) определение редкоземельных элементов, циркония, гафния, ниобия и тантала в геологических образцах с применением микроволнового разложения // Петрология магматических и метаморфических комплексов: Материалы Всероссийской научной конференции. – Томск, 2009. – Выпуск 7. – С. 9–12.
2. Балашов Ю.А. Геохимия редкоземельных элементов. – М.: Наука, 1976. – 267 с.
3. Музгин В. Н., Емельянова Н. Н., Пупышев А. А. Масс-спектрометрия с индуктивно-связанной плазмой – новый метод в аналитической химии // Аналитика и контроль. – 1998. – № 3–4. – С. 3–25.
4. Пупышев А. А., Суриков В. Т. Масс-спектрометрия с индуктивно-связанной плазмой. Образование ионов. – Екатеринбург: УрО РАН, 2006. – 276 с.
5. Casseta B., Giaretta A., Mezzacasa G. . Determination of Rare Earth and Other Trace Elements in Rock Samples by ICP-Mass Spectrometry: Comparison With Other Techniques // Atomic spectroscopy. – 1990. – V. 11. – № 6. – P. 222–228.
6. Dai Kin F., Prudencio I., Gouveia A., Magnusson E. Determination of Rare Earth Elements in Geological Reference materials: A Comparative Study by INAA and ICP-MS // Geostandards Newsletter. – 1999. – V. 23. – № 1. – P. 47–58.
7. Masaki Ohata, Akiharu Hioki and Koichi Chiba. Examination on matrix-dependent mass-discrimination effect for inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS): difference between shielded ICP and unshielded ICP // J. Anal. At. Spectrom. – 2008. – V. 23 – P. 1305–1310.
8. Noorbasha N. Meeravalia and Shih-Jen Jiang. Interference free ultra trace determination of Pt, Pd and Au in geological and environmental samples by inductively coupled plasma quadrupole mass spectrometry after a cloud point extraction // J. Anal. At. Spectrom. – 2008. – V. 23. – P. 854–860.
9. Noorbasha N. Meeravalia and Shih-Jen Jiang. Microwave assisted mixed-micelle cloud point extraction of Au and Tl from environmental samples without using a chelating agent prior to ICP-MS determination // J. Anal. At. Spectrom. – 2008. – V. 23. – P. 1365–1371.
10. Owen T. Butler, Jennifer M. Cook, Christine M. Davidson, Chris F. Harrington and Douglas L. Miles. Atomic spectrometry update. Environmental analysis // J. Anal. At. Spectrom. – 2009. – V. 24. – P. 131–177.
11. Shinotsuka K., Ebihara M. Precise determination of rare earth elements, thorium and uranium in chondritic meteorites by inductively coupled plasma mass spectrometry – a comparative study with radiochemical neutron activation analysis // Anal. Chim. Acta. – 1997. – V. 338. – P. 237–246.
12. Weyer S., Munker C., Rehkamper M., Mezger K. Determination of ultra-low Nb, Ta, Zr and Hf concentrations and the chondritic Zr/Hf and Nb/Ta ratios by isotope dilution analyses with multiple collector ICP-MS // Chem. Geol. – 2002. – V. 187. – P. 295–313.

### ИССЛЕДОВАНИЕ СТЕПЕНИ КРИСТАЛЛИЧНОСТИ КВАРЦА И КВАРЦИТОВ МЕТОДОМ ИНФРАКРАСНОЙ СПЕКТРОМЕТРИИ

А.А. Анциферова

Научные руководители профессор М.В. Коровкин, доцент Л.Г. Ананьева

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

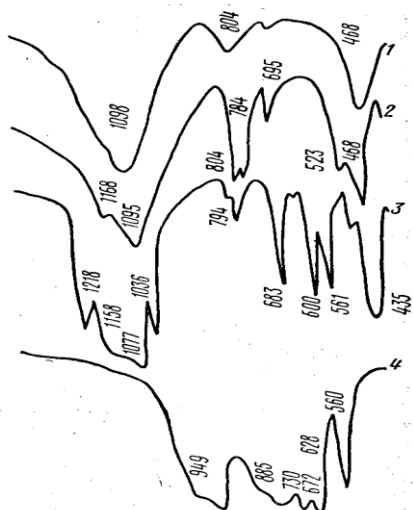
В последние годы возрастающий спрос на высококачественное кварцевое сырье вызван ростом производства новых материалов и изделий, получаемых из кварца (оптоволоконные системы связи, специальные виды стекла, кристаллический кремний для электронной промышленности и, особенно, кремний «солнечного» качества для изготовления фотоэлектрических преобразователей – солнечных батарей). Кроме того, в последние годы резко возросла потребность в высококачественном кварцевом сырье для производства уникальных керамических материалов и изделий из карбида кремния (SiC) и нитрида кремния (Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>) для черной и цветной металлургии, химической промышленности. В связи с этим актуальна задача оценки качества и перспектив использования в промышленности недефицитных кварцевых пород – кварцитов и кварцевого песка, которые могут служить источником дешевого, но высококачественного кварцевого сырья [1].

В Западной Сибири потенциальным источником высококачественного кварцевого сырья являются кварциты Антоновской группы месторождений (Кемеровская область). Общее содержание элементов-примесей даже в небогатой породе показывает, что Антоновские кварциты практически не уступают традиционно чистому гранулированному кварцу [2]. Кварциты почти полностью состоят из кварцевых микрозерен с плотной упаковкой, размер которых варьирует в пределах от 0,01 до 50 микрон, особая чистота которых обусловлена условиями образования. По своему происхождению кварциты относятся к осадочно-метаморфическим отложениям и являются продуктом литификации в условиях раннего метабазиса кварцево-гидрослюдисто-серпичитового ряда [3]. При данных условиях формирования микрокварцитов происходило самоочищение кварцевых микрогранул (явление автолизии при кристаллизации), хорошо известное при синтезе минералов [4].

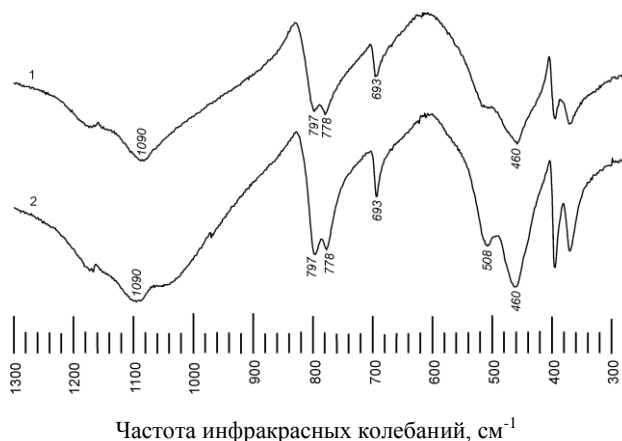
Наиболее чистые кварциты можно выявить по генетическому признаку, оценивая степень их кристалличности. Повышение степени кристалличности кварцитов связано с наложенными процессами метаморфизма, в результате которого происходит рекристаллизация и самоочищение кварцевых зерен.

Определение степени кристалличности кварцитов проводилось с помощью метода инфракрасной спектроскопии [5]. Регистрация спектров инфракрасного поглощения проводилась нами в интервале 300...4000 см<sup>-1</sup> на спектрофотометре IRPrestige-21 фирмы «Shimadzu». Данный метод может показать структурные изменения, степень влияния различных факторов, позволяет судить о позиционных нарушениях и трансляционном беспорядке кристал-

лических структур по частотам и интенсивности полос колебательного спектра и расщеплению частот. ИК-спектр любого химического соединения является наиболее важной его характеристикой и может использоваться для идентификации этого вещества или его примесей. Также анализ инфракрасного спектра позволяет определить детали кристаллической структуры (рис. 1) [6].



**Рис. 1. Спектры поглощения модификаций кремнезема:**  
1 – аморфный  $\text{SiO}_2$ , 2 – кварц,  
3 – коэзит, 4 – стишовит



**Рис. 2. Фрагмент спектра инфракрасного поглощения образцов кварцитов месторождения «Сопка-248» с разной степенью кристалличности**

Исследованные нами образцы кварцитов обнаруживают спектральную картину  $\alpha$ -кварца: интенсивную полосу в области  $1167 \dots 1080 \text{ см}^{-1}$  (Si–O-валентные колебания), средней интенсивности двойной пик (дублет)  $803 \dots 780 \text{ см}^{-1}$  (колебания связанных  $\text{SiO}_4$ -тетраэдров), полосу меньшей интенсивности  $695 \text{ см}^{-1}$ , и две весьма интенсивные полосы около  $525$  и  $465 \text{ см}^{-1}$ , а также полосы  $370$  и  $395 \text{ см}^{-1}$ , которые связаны с O–Si–O деформационными колебаниями (рис. 2).

Кристаллическая фаза  $\alpha$ -кварца определяется наличием двойного пика поглощения  $800 \dots 780 \text{ см}^{-1}$ , который обусловлен колебаниями Si–O–Si связей в кварце. Положение этого двойного пика по спектру, средняя интенсивность, отсутствие суперпозиции других полос и большая чувствительность к структурным изменениям явилась причиной его использования для получения полуколичественного критерия оценки кристалличности. По методике, предложенной в работе [7], нами оценена степень кристалличности кварцитов по формуле:

$$K_{\text{ИК}} = 10 f a/b,$$

где  $f$  – коэффициент пропорциональности для эталонного кварца ( $2,5 \dots 2,8$ ),  $a/b$  – отношение величины слабого пика  $776 \text{ см}^{-1}$  к его коротковолновому плечу. Значения индекса кристалличности образцов кварцитов представлены в таблице.

**Таблица**

**Степень кристалличности кварцитов месторождения «Сопка-248»**

Образец кварцита	$K_{\text{ИК}}$ , индекс кристалличности
Кварцит белый	2,21
Кварцит сероватого цвета с примазками глинистого вещества	2,66
Кварцит серый с примазками оксидов железа	2,52
Кварцит черного цвета с периферийного участка	2,75
Кварцит серого цвета с примазками оксидов Mn	3,16
Яшмовидный кварцит буровато-вишневого цвета с черными прожилками	5,6

Мелкокристаллические кварциты месторождения «Сопка-248», отличающиеся достаточно высокой чистотой, как правило, характеризуются значениями индекса кристалличности в пределах  $2,21 \dots 2,28$ . С глубиной, а также от центральных участков рудного тела к периферии кварциты изменяют свой химический состав и цвет; степень кристалличности их повышается до значений  $2,75 \dots 3,16$ . В локальных участках, особенно в зонах повышенного

дробления, изначально химически чистые кварциты под влиянием гипергенных процессов ухудшают свои качественные характеристики. Степень их кристалличности, отражающая степень их преобразования, повышается в отдельных местах до 5,6.

#### 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 ун-та, 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. Коровкин М.В., Ананьева Л.Г. Оценка степени метаморфизма кварцитов по данным минералогических исследований // Теория, история, философия и практика минералогии: Материалы IV Международного минералогического семинара. – Сыктывкар: Геопринт, 2006. – С.125.
4. Хаджи В.Е., Цинобер Л.И., Штеренлихт Л.М. и др. Синтез минералов. Том 1 – М.: Недра, 1987. – 487 с.
5. Барсанов Г.П., Плюснина И.И., Яковлева М.Е. Особенности состава, некоторых физических свойств и структуры халцедона // Новые данные о минералах СССР. – Вып. 28. – М.: Наука, 1979. – С. 3–33.
6. Плюснина И.И. Инфракрасные спектры минералов. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1976. – 175 с.
7. Плюснина И.И. Исследование структурной неупорядоченности халцедонов методом инфракрасной спектроскопии // ДАН СССР. – 1978. – Т. 240. – № 4. – С. 839–842.

### ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ГРАНИТОВ ПРИМОРСКОГО КОМПЛЕКСА Е.П. Базарова

Научный руководитель старший научный сотрудник В.Б. Савельева  
*Институт земной коры СО РАН, г. Иркутск, Россия*

Граниты приморского комплекса в западном Прибайкалье входят в протяженный пояс рапакивиподобных гранитов и ассоциирующих с ними эффузивов, сформировавшийся на этапе раннепротерозойской деструкции окраинных частей фундамента Сибирской платформы и протягивающийся от Енисейского кряжа до Алданского щита.

Геодинамическая позиция гранитов приморского комплекса трактуется по-разному.

По одним представлениям, формирование гранитов связано с процессом протоактивизации на границе консолидированной плиты и складчатой области, по другим – граниты формировались в обстановке растяжения в тыловой части активной континентальной окраины в связи с развитием зоны субдукции, или же формирование гранитов могло происходить в обстановке постколлизии растяжения на стадии коллапса коллизии системы.

Приморский комплекс слагает хребет Приморский и южную часть Байкальского хребта в Иркутской области. Изучаемые нами граниты обнажаются в виде цепочки массивов в пределах полосы шириной до 20 км и протяженностью свыше 200 км вдоль западного берега оз. Байкал.

Для гранитов приморского комплекса к настоящему времени получены уран-свинцовые датировки по цирконам в интервале 1,86...1,93 млрд л.

По цирконам из крупноовоидных гранитов в южной части выходов комплекса (бухта Песчаная) получено значение  $1859 \pm 16$  млн л. [3] По цирконам из порфировидных гранитов массива гольца Трехголового определен возраст  $1910 \pm 30$  млн л. [4] По гранитам второй фазы массива гольца Трехголового нами был определен возраст  $1932 \pm 13$  млн л.

Граниты приморского комплекса геологами-съемщиками группируются в три крупных массива: Бугульдейско-Ангинский, Улан-Ханский и массив гольца Трехголового.

Что касается взаимоотношения с вмещающими породами, то на юго-западе граниты приморского комплекса прорывают глубокометаморфизованные породы шарьжальгайской серии архея, на северо-востоке – породы раннепротерозойской сарминской серии (метапесчаники, кианит-хлоритоидные сланцы, основные и кислые вулканиты, кварциты), на востоке имеют тектонический контакт с раннепалеозойским метаморфическим комплексом Приольхонья, а на западе трансгрессивно перекрыты осадочными отложениями байкальской серии верхнего рифея.

В составе приморского комплекса выделяется две интрузивные фазы.

Первая фаза представлена порфировидными роговообманково-биотитовыми и биотитовыми гранитами (рапакиви), крупнозернистыми и среднезернистыми биотитовыми гранитами и лейкократовыми гранитами с гранофировой структурой основной массы.

Ко второй фазе относятся средне-мелкозернистые биотитовые граниты, гранит-порфиры и аплиты. С альбитизированными и грейзенизированными гранитами второй фазы связаны проявления редкометаллной (Sn, Nb, Y, Bi) минерализации. В гранитах и кварц-мусковитовых (может присутствовать топаз) грейзенах выявлено множество аксессуарных минералов, в том числе группы ниобия, тория и редкоземельных.

Для петрохимической и геохимической характеристики гранитов приморского комплекса нами были использованы данные силикатного анализа гранитов как первой, так и второй фаз всех трех массивов.

Согласно диаграмме  $\text{SiO}_2 - (\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$ , граниты приморского комплекса имеют нормальную и повышенную щелочность, причем наибольшей щелочностью обладают граниты второй фазы. Для гранитов первой фазы характерны высокие кремнекислотность (среднее содержание  $\text{SiO}_2$  по 39 пробам 77,8 % при сумме оксидов щелочей 7,5 %, индекс ASI равен 1,09), на диаграмме эти граниты попадают в поле умеренно щелочных гранитов и лейкогранитов. Железистость гранитов первой фазы 91 – 98 %, отмечаются преобладание калия над натрием (отношение

K/Na от 1,7 до 2,5), высокое содержание фтора (в среднем 0,17 %), повышенное содержание рубидия (до 650 г/т), лития (до 120 г/т), олова (до 20 г/т), ниобия (до 35 г/т) и низкие содержания циркония (в среднем 170 г/т), стронция (16 г/т), бария (240 г/т), а также низкие отношения K/Rb (103), Ba/Rb (0,75), Sr/Rb (0,02).

Граниты второй фазы имеют сумму щелочей  $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$  от 7,4 до 9,7 % и на классификационной диаграмме занимают поле умеренно щелочных двуполевошпатовых лейкогранитов. Железистость гранитов второй фазы изменяется в широких пределах от 83 до 98%, аналогично гранитам первой фазы K преобладает над Na (K/Na от 0,9 до 2,7). Кремнекислотность по 85 пробам 75,8 %, ASI равен 1,09. Среднее содержание фтора в гранитах второй фазы меньше, чем в гранитах первой фазы (в среднем 0,12 %), но при этом некоторые жилы и массивы обогащены фтором до 0,46 %. Такая же неравномерность распределения содержаний наблюдается и для других элементов: рубидия (в среднем 300,56 г/т., в отдельных жилах до 600 г/т), лития (13,68 и 75 г/т соответственно), олова (4,46 и 39 г/т), тория (53,5 и 140 г/т), ниобия (18,7 и 53 г/т) и иттрия (29,9 и 80 г/т). При этом, содержания бария могут быть понижены (12...80 г/т), как и содержания циркония (130...190 г/т). Содержание молибдена в отдельных жилах массива гольца Трехголового достигает 17 г/т. Другие массивы и жилы (верховьев р. Улан-Хан в составе массива гольца Трехголового) обеднены фтором (0,05%), рубидием (245 г/т) и литием (14,33 г/т), но содержат больше бария (до 1400 г/т) и циркония (до 340 г/т). Эти различия, вероятно, отражают разные условия генерации остаточного расплава.

Увеличение кремнекислотности в гранитах первой фазы всех трех массивов сопровождается снижением концентрации петрогенных окислов CaO, MgO, TiO<sub>2</sub>, Na<sub>2</sub>O, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, FeO\*, а также циркония, цинка, стронция и бария и увеличением концентраций рубидия, тория, ниобия и иттрия.

Нами были произведены расчеты по уравнению биотитового геофториметра, предложенного А.М. Аксюком и др. [1], для оценки концентрации фтора во флюиде, равновесном с гранитным расплавом. Расчеты по этому уравнению показали, что при наиболее низких концентрациях фтора во флюиде происходила кристаллизация гранитов Бугульдейско-Ангинского массива, при промежуточных – Улан-Ханского массива и при повышенных – массива гольца Трехголового. В этом массиве выявлены топазовые грейзены и альбититы с фторфлогопитом, имеющим до 8% фтора.

Для гранитов второй фазы характерна обратная корреляция между содержаниями SiO<sub>2</sub> и суммы щелочей, что, возможно, свидетельствует об изначальном обогащении их источника щелочами. По отношению к содержанию кремнекислоты увеличения или уменьшения концентраций петрогенных окислов не наблюдается. С увеличением концентрации SiO<sub>2</sub> увеличивается содержание лития и рубидия и снижается содержание стронция, циркония и цинка. На диаграмме зависимости содержания бария от концентрации кремнекислоты отмечается обратная корреляция для гранитов Бугульдейско-Ангинского массива, в отличие от гранитов остальных массивов, для которых характерна корреляция скорее прямая.

Граниты различных массивов первой фазы заметно отличаются друг от друга по содержанию РЗЭ. Граниты массива гольца Трехголового характеризуются повышенным относительно других массивов содержанием тяжелых РЗЭ и наиболее глубокой европиевой аномалией (Eu/Eu\* от 0,03 до 0,64).

Известно, что европиевая аномалия контролируется главным образом полевыми шпатами, так как Eu в двухвалентном состоянии является совместимым элементом в плагиоклазе и калиевом полево шпате, в то время как остальные РЗЭ (трехвалентные) являются несовместимыми [5]. Отрицательная европиевая аномалия гранитов массива гольца Трехголового и некоторых гранитов Бугульдейско-Ангинского массива указывает на то, что произошло фракционирование плагиоклаза из источника. Кроме того, пониженное содержание европия на фоне содержания остальных РЗЭ может формироваться вследствие фракционирования полевошпатовых овоидов [2].

Повышенное содержание тяжелых лантаноидов в гранитах массива гольца Трехголового, вероятнее всего, связано с их повышенной фтористостью, поскольку тяжелые лантаноиды обладают большим сродством к фтору [6], а, следовательно, и большей способностью к концентрированию в верхних частях магматических камер.

Для гранитов Бугульдейско-Ангинского и Улан-Ханского массивов характерны более сглаженные кривые, зачастую имеющие невыраженную европиевую аномалию (для Бугульдейско-Ангинского массива Eu/Eu\* изменяется от 0,2 до 0,7, для Улан-Ханского массива – от 0,54 до 0,88), и имеющие слабый отрицательный уклон, что указывает на обеднение тяжелыми элементами. Заметно, что тип графиков для всех трех массивов не вполне одинаков, что говорит о том, что породы первой фазы всех трех массивов приморского комплекса могут не принадлежать к единому эволюционному ряду и могли быть образованы в результате разных процессов фракционной кристаллизации [2].

Граниты второй фазы отличаются от гранитов первой фазы более глубокой европиевой аномалией, характерной для гранитов Бугульдейско-Ангинского комплекса в одной из его частей в верховьях р. М. Анга (Eu/Eu\* от 0,04 до 0,48) и массива гольца Трехголового (Eu/Eu\* от 0,03 до 0,39). В целом же для гранитов второй фазы характерен единообразный тип графиков при изменении величины европиевой аномалии на порядок и суммарного содержания РЗЭ в два раза, вследствие чего можно предполагать формирование гранитов второй фазы в результате однотипных процессов фракционной кристаллизации, в отличие от гранитов первой фазы.

#### Литература

1. Аксюк А.М., Зарайский Г.П. Фтор в гранитных флюидах по экспериментальным оценкам // Граниты и эволюция Земли: Материалы I международной геологической конференции. – Улан-Удэ, 2008. – С. 13–14.
2. Бородин Л.С. Распределение редкоземельных элементов в рапакиви Бердяшского массива, Южный Урал // Геохимия. – 1997. – № 1. – С. 3–9.
3. Донская Т.В., Бибикова Е.В., Мазукабзов А.М. и др. // Петрология. – 1997. – Т. 5. – № 3. – С. 291–311.
4. Донская Т.В., Гладкочуб Д.П., Ковач В.П., Мазукабзов А.М. // Петрология. – 2005. – Т. 13. – № 3. – С. 253–279.
5. Интерпретация геохимических данных / Под ред. Е.В. Складарова. – М.: Интермет Инжиниринг, 2001. – 288 с.

6. Минин В.А., Шипицын Ю.Г., Довгаль В.Н., Иванова Л.Д., Маликова И.Н. Редкие и редкоземельные элементы в среднепалеозойских гранитах нагорья Сангилен (Юго-Восточная Тува) // Редкоземельные элементы в магматических породах: Сборник научных трудов. – Новосибирск, 1988. – С. 44–59.

## КРИСТАЛЛОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ГРАНАТОВ УРАЛА

Н.М. Баймуратов

Научный руководитель доцент О.Н. Лопатин

Казанский государственный университет им. В.И. Ульянова-Ленина, г. Казань, Россия

Целью данной работы являлось изучение кристаллохимических особенностей гранатов Урала и природы окраски этих самоцветов.

Исследования проводились на специализированной оптико-спектрофотометрической установке, на базе микроскопа МИН-8, монохроматора МДР-4 и управляющей ЭВМ в лаборатории оптической спектроскопии Казанского университета. Съёмка оптических спектров поглощения велась в видимом и инфракрасном диапазоне длин волн (400...1200 нм), с интервалом 2 нм. Для проведения экспериментов были изготовлены полированные петрографические утолщенные шлифы с гранатами, на просвет имеющими различные тона окраски.

Минералы группы гранатов относятся к островным силикатам с общей кристаллографической формулой  $R^{3+}_2 R^{2+}_3 [SiO_4]_3$ , где  $R^{2+} = Ca, Mg, Mn, Fe$ , а  $R^{3+} = Al, Fe, Mn, Cr, Ti, Zr$ . Структура гранатов составлена тетраэдрами  $SiO_4$  и октаэдрами  $R^{3+}O_6$ , связанными между собой вершинами в каркас. Двухвалентные катионы  $R^{2+}$  располагаются в полостях каркаса и окружены восемью ионами кислорода, занимающими вершины координационного полиэдра, имеющего форму сильно искажённого куба. Все координационные полиэдры структуры гранатов в различной степени искажены. В зависимости от степени изоморфизма между Mg и Ca, Mg и Fe, Fe и Mn, Al и Cr, Fe и Al и вариантов сочетания  $R^{2+}-R^{3+}$ -катионов выделяются различные изоморфные серии (ряды), между крайними членами которых существует совершенный изоморфизм [1]. Наиболее известными крайними членами изоморфных рядов гранатов являются: пироп  $Mg_3Al_2[SiO_4]_3$ , гроссуляр  $Ca_3Al_2[SiO_4]_3$ , альмандин  $Fe_3Al_2[SiO_4]_3$ , андрадит  $Ca_3Fe_2[SiO_4]_3$ , спескартин  $Mn_3Al_2[SiO_4]_3$  и уваровит  $Ca_3Cr_2[SiO_4]_3$ . Химический состав любого граната можно условно выразить через содержание этих крайних членов или миналов, а также некоторых других, практически не встречаемых в чистом виде, например кноррингита ( $Mg_3Cr_2[SiO_4]_3$ ) или «гипотетических» миналов. Окраска природных гранатов изменяется в очень широких пределах как по тональности, так и по густоте.

В процессе выполнения работы были изучены гранаты альмандинового ряда, отобранные из пегматитовых жил Ильменских гор (Юж. Урал), а также гранаты андрадитового ряда: демантоиды Каркодинского месторождения (Сред. Урал) и уваровиты Сарановского месторождения (Сев. Урал).

### Альмандиновый ряд гранатов

Красная окраска альмандинов обусловлена присутствием в их структуре примеси ионов двухвалентного железа в восьмерной координации и трёхвалентного железа в шестерной координации, полосы поглощений которых проявляются в коротковолновой области оптического спектра (в диапазоне волн от 400 до 510 нм).

Кроме полос поглощения в коротковолновой области оптического спектра имеется широкая полоса поглощения, которая по литературным данным приурочена к ИК-области спектра. Эта полоса при длине волны 1200 нм связана с присутствием в структуре гранатов примеси ионов двухвалентного железа в восьмерной координации, и обусловлена разрешёнными по спину d-d-переходами (рис. 1).

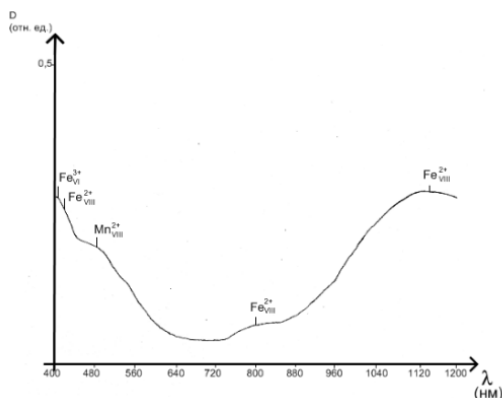


Рис. 1. Оптический спектр поглощения альмандина

### Андрадитовый ряд гранатов

Окраска хромсодержащих ярко-зеленых и изумрудно-зеленых демантоидов обусловлена совместным хромофорным действием ионов  $Fe^{3+}$  и  $Cr^{3+}$ ; последние изоморфно входят в октаэдрические позиции структуры андрадита, замещая ионы  $Fe^{3+}$ . Возникновение желтых окрасок в демантоидах объясняется примесью ионов  $Fe^{3+}$ , обуславливающих интенсивную УФ-полосу переноса заряда  $O^{2-} \rightarrow Fe^{3+}$  или титана, в частности, ионов  $Ti^{4+}$ , вызывающих, как в некоторых пиропсах, усиление интенсивности полос запрещенных переходов в ионах  $Fe^{3+}$  (Ti-эффект) (рис. 2).

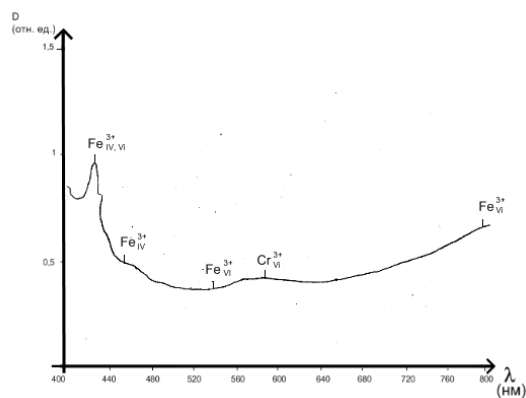


Рис. 2. Оптический спектр поглощения демантоида

Окраска бледно-зеленых гроссуляров имеет ту же природу, что и окраска бесхромистых демантоидов, т.е. обусловлена примесью ионов  $Fe^{3+}$ , входящих в октаэдрические позиции структуры (примесь андрадитового минала).

Окраска ярко-зеленых уваровитов объясняется электронными переходами в ионах трехвалентного хрома, находящихся в структуре гранатов в шестерной координации.

#### Литература

1. Платонов А.Н., Таран М.Н., Балицкий В.С. Природа окраски самоцветов. – М.:Недра, 1984. – 197 с.

### ОСОБЕННОСТИ МИНЕРАЛЬНОГО СОСТАВА ПОРОД ВЕРХНЕГО ПАЛЕОЗОЯ В СЕВЕРНОМ РАЗРЕЗЕ ПЛАТО ПУТОРАНА

**Д.С. Белицер, Ю.М. Лопушняк<sup>1</sup>**

Научный руководитель доцент Н.Ф. Столбова

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

<sup>1</sup>*Томский научно-исследовательский и проектный институт нефти, г. Томск, Россия*

Северо-западная окраина Средне-Сибирского плоскогорья характеризуется малой степенью изученности. Однако расположение вблизи нее Норильского рудного района определяет повышенный интерес к геологии данной территории.

Проводимые ранее, в связи с поисками медно-никелевых месторождений, исследования были направлены на изучение покровов базальтоидов. Информации о подстилающих породах и по сей день остается крайне мало. В 2009 году в пределах северных отрогов плато Путорана была пробурена колонковая скважина, достигшая глубины 1200 м. Верхняя часть вскрытого разреза до отметки 570 м представлена пермо-триасовыми базальтоидами. В качестве объекта исследования были выбраны позднепалеозойские отложения и ассоциированные с ними тела долеритов раннетриасового возраста, характеризующиеся малой степенью изученности. По материалу пробуренной скважины литологическими методами был исследован керновый материал, а также проведено петрографическое изучение 56 шлифов и аншлифов, в результате чего построена литологическая колонка (рисунок). Для уточнения минерального состава пород были проведены рентгеноструктурные исследования 20 образцов.

В интервале глубин 570...1200 м выделяется пять стратиграфических подразделений, последовательно сменяющих друг друга вверх по разрезу: мантуровская ( $D_2mn$ ), юктинская ( $D_2jk$ ), нахохозская ( $D_2nk$ ), каларгонская ( $D_3kl$ ) свиты и тунгусская серия ( $C_2-P_2$ )

Таблица

*Результаты рентгеноструктурного анализа долеритов*

Общий анализ				
№	Глубина, м	Основные минералы	Примеси	
			Значительные	Второстепенные
1	679	Анортит, ферросилит, диопсид	Альбит, серицит	Кальцит, хлорит, гидрослюда
2	742	Анортит, ферросилит, диопсид, авгит	Альбит, серицит	Кальцит, хлорит, гидрослюда
3	772	Анортит, ферросилит, диопсид, авгит	Альбит, серицит	Кальцит, хлорит, гидрослюда
4	1135,5	Анортит, ферросилит, диопсид, авгит	Альбит, серицит	Хлорит, кальцит, гидрослюда
Анализ глинистых минералов				
№	Глубина, м	Минералы		
1	842	Каолинит 5 %	Клинохлор 80 %	Гидрослюда 15 %
2	1175,5	Каолинит 5 %	Клинохлор 85 %	Гидрослюда 10 %

*Мантуровская свита ( $D_2 ef mn$ )* вскрыта частично, ее отложения обнаружены в интервале глубин 1167,7...1200 м. В составе свиты преобладают доломиты, реже отмечаются доломитизированные алевролиты и аргиллиты с алевролитовым материалом. В количестве 2...3 % в породах обнаруживаются скопления пирита.

*Юктинская свита ( $D_2 zv jk$ )* залегают на отложениях мантуровской свиты без следов перерыва в осадконакоплении и прослеживается в интервале глубин от 1050 до 1167,7 м. Свита сложена переслаивающимися сероцветными карбонатными, ангидритовыми и гипсовыми породами. Карбонатные отложения представлены преимущественно доломитами, в которых отмечается присутствие углеродистого вещества и пирита. По данным рентгеноструктурного анализа в них также отмечена примесь глинистого минерала иллита, который составляет не более 5 % от объема пород.





Рисунок. Литологическая колонка изучаемой скважины

I – тунгусская серия ( $C_2-P_2$ );  
 II – каларгонская свита ( $D_3 fr kl$ );  
 III – накохозская свита ( $D_3 fr nk$ );  
 IV – юктинская свита ( $D_2 zv jk$ );  
 V – мантуровская свита ( $D_2 ef ml$ )

Накохозская свита ( $D_3 fr nk$ ) вскрыта в интервале глубин от 975 м до 1050 м. Свита согласно залегает на подстилающих отложениях и представлена известняками, среди которых на разных горизонтах наблюдается присутствие пирита в количестве 3...5 %.

Каларгонская свита ( $D_3 fr kl$ ) залегает согласно на подстилающих отложениях и прослеживается в интервале глубин от 906,1 м до 975 м. В ее составе обнаруживаются доломиты с редкими прослоями известняков. В количестве до 25 % в породах присутствует глинистое вещество, образованное в основном иллитом и, в незначительной степени, каолинитом и клинохлором. Отложения характеризуются светло-серой и серой окраской. На отдельных горизонтах отмечаются скопления углеродистого вещества, приуроченные к прослоям доломитов.

Тунгусская серия ( $C_2-P_2$ ) вскрыта в интервале глубин от 578,9 до 906,1 м. Она залегает несогласно на отложениях девона. Серия сложена чередующимися между собой серыми и темно-серыми песчаниками, алевролитами и аргиллитами. В отложениях отмечается повышенное содержание углеродистого вещества. Глинистые минералы представлены иллитом и хлоритом, которые содержатся приблизительно в равных количественных соотношениях. Их доля в породах варьирует в широких пределах.

Из магматических образований в верхнепалеозойской части разреза присутствуют оливиновые долериты. Породы образуют тела, основная масса которых приурочена к тунгусской серии осадков, незначительная часть магматитов обнаруживается среди карбонатной и сульфатно-карбонатной толщ. В качестве главных минералов отмечены плагиоклаз и клинопироксен, которые образуют офитовую и пойкилоофитовую структуру и содержатся в количестве 35...60% и 40...60 % соответственно. В количестве 5...7 % в долеритах отмечается оливин. Помимо оливина в породах также встречен ортопироксен, представленный крайним железистым членом ряда – ферросилитом, диагностированным рентгеноструктурным анализом (табл.). Среднее его содержание составляет 7...10 %. Из рудных образований наблюдаются пластинчатые выделения ильменита, содержащиеся в количестве 3...7 %. На контактах с вмещающими породами долериты интенсивно изменены. По данным рентгеноструктурного анализа, в качестве новообразованных минералов здесь отмечается клинохлор (45%), иллит (5 %) и кальцит (50 %). На глубине 1175,5 в измененных долеритах из новообразованных минералов присутствуют цеолиты (15 %), кальцит (10 %), халцедон (30 %), клинохлор (30 %) и иллит (около 5 %), остальные 10 % представлены реликтами плагиоклаза.

По результатам проделанной работы можно сделать следующие выводы.

1. Верхний палеозой вскрытого разреза по особенностям состава можно разделить на три составных части. Первая образована существенно карбонатно-сульфатными отложениями, которые представляют мантуровскую и юктинскую свиты. Сульфатная составляющая образована гипсовыми и ангидритовыми породами, карбонатная – доломитами. Вторую часть составляют известняки, которые объединены в накохозскую свиту. Третью составляющую верхнего палеозоя представляют мелкообломочные породы с повышенным содержанием углеродистого вещества, объединенные в тунгусскую серию.

2. Магматические породы представлены оливиновыми долеритами, при этом в их составе отмечается повышенное содержание железа, на что указывает присутствие ферросилита.

3. В распределении глинистых минералов по разрезу наблюдается закономерность: среди карбонатных отложений

отмечается иллит, что указывает на слабокислую обстановку осадконакопления; в терригенных породах тунгусской серии наравне с иллитом присутствует клинохлор, появление которого объясняется наличием в осадочных образованиях темноцветных магний-содержащих минералов; среди вторичных минералов долеритов отмечен лишь клинохлор, который образован за счет диопсида и оливина.

#### Литература

1. Кринин В.А. Перспективы нефтегазоносности и оценка прогнозных ресурсов палеозоя территории плато Путорана // Минеральные ресурсы Таймырского автономного округа и перспективы их освоения // Материалы научно-практической конференции, 25-28 октября, 2004 г. – СПб.: ВСЕГЕИ, 2004. – С. 125–136.

### ИЗУЧЕНИЕ МИКРОЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА ПАТОГЕННЫХ БИОМИНЕРАЛОВ МЕТОДОМ РФА-СИ

Л.В. Бельская

Научный руководитель доцент О.А. Голованова

Омский государственный университет им. Ф.М. Достоевского, г. Омск, Россия

Изучение процесса патогенного минералообразования в организме человека является одной из актуальных научных проблем. В настоящее время установлено, что патогенные биоминералы могут образовываться во многих тканях и органах человека. Среди минералообразований патогенного характера в ротовой полости встречаются зубные и слюнные камни. **Цель данной работы** – выявление особенностей микроэлементного состава зубных и слюнных камней методом РФА-СИ.

**Материалы и методы.** Фактический материал являет собой представительную коллекцию из 115 зубных, 14 слюнных камней (возраст пациентов 45...60 лет) и 250 образцов ротовой жидкости жителей г. Омска (возраст пациентов 20...30 лет), предоставленных Городской стоматологической поликлиникой №1 г. Омска, МСЧ № 11. При проведении исследований использовались «средние» пробы образцов зубных и слюнных камней (небольшая часть анализируемого камня, средней состав и свойства которого идентичны среднему составу и свойствам исследуемого образца). Дальнейшая подготовка проб производилась в соответствии с требованиями проводимого анализа.

Элементный состав зубных и слюнных камней был определен методом рентгеновской флуоресценции с использованием синхротронного излучения (накопитель ВЭПП-3, аналитик Н.В. Максимова). Эмиссионные спектры исследуемых проб возбуждались пучком поляризованного монохроматизированного излучения энергией 25 кэВ. Образцы готовились прессованием порошка в таблетки весом 30 мг и диаметром 5 мм с поверхностной плотностью 0.15 г/см<sup>2</sup>. Использовались два уровня энергии возбуждения: 22 кэВ для количественного определения Ti, V, Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, Ga, As, Se, Br, Rb, Sr, Y, Zr, Nb, Mo, Pb, Th, U; 42 кэВ для количественного определения Ag, Cd, In, Sn, Sb, Te, I, Cs, Ba, La и Ce. Расчет содержания элементов проводился методом внешнего стандарта. Образцами сравнения служили стандарты горных пород: СТ-1а (трапп), СА-1 (алевролит), СГ-2 (гранит), СИ-1 (известняк), ВСР-32 (фосфорит). Нормировочные коэффициенты для расчета содержаний элементов, не аттестованных в указанных стандартах, были получены интерполяцией соответствующих величин для соседних групп элементов. Пределы обнаружения элементов при загрузке спектрометрического тракта с частотой 10 кГц и временем измерения 1000 секунд составляют  $(0,1...2,0) \times 10^{-4} \%$ . Обработка эмиссионных спектров производилась с помощью специализированной программы. При количественном расчете использовался метод "внешнего стандарта". Погрешность определений элементов находилась в пределах 2...5 отн.%.

При статистической обработке результатов исследования оценка точности и надежности числовых характеристик определялась по доверительному интервалу истинного среднего значения  $M_{95} = x + t_{95} \cdot m_x$ , где  $x$  – среднее арифметическое значение;  $t_{95}$  – табличное значение t-критерия Стьюдента, отвечающее доверительной вероятности 95% по числу степеней свободы  $f = n - 1$ ;  $m_x$  – средняя квадратическая ошибка среднего значения. Достоверность полученных результатов подтверждалась с использованием программных пакетов статистической обработки данных StatSoft Statistica 6.0 и Unscrambler 7.5. Для установления закономерностей состава зубных, слюнных камней и ротовой жидкости использовали методы корреляционного, дискриминантного и кластерного анализов.

**Результаты.** Для выявления и определения количественного содержания максимально возможного ряда микроэлементов в зубных и слюнных камнях было проведено исследование коллекции образцов методом РФА-СИ. Микроэлементы: Ti, V, Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, Ga, As, Se, Br, Rb, Sr, Y, Zr, Nb, Mo, Pb, Ag, Cd, In, Sn, Sb, Te, I, Cs, Ba, La, Ce были обнаружены в большинстве проанализированных образцов (таблица).

По содержанию элементы, определенные в составе зубных и слюнных камней, можно разделить на три группы:

с содержанием  $10^{-3} \div 10^{-2}$  мас.% – Ti, V, Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, Br, Sr, Ba;

Таблица

Микроэлементный состав зубных и слюнных камней по данным РФА СИ  $n \times 10^4$  мас. %

Элемент	Зубные камни		Слюнные камни	
	Пределы индивидуальных колебаний	Среднее значение	Пределы индивидуальных колебаний	Среднее значение
Ti	5,8...226,9	76,2	192...963,7	581,4
V	7,4...117,5	42,7	218,2...399,4	289,6
Cr	17,3...319,5	70,6	59,0...102,8	73,0
Mn	7,0...45,6	24,1	–	–
Fe	1,4...417,5	81,9	21,1...101,0	67,2
Ni	1,0...47,1	16,0	2,4...6,8	4,7
Cu	1,7...74,4	15,3	5,1...35,0	12,6
Zn	1,0...880,9	251,9	17,2...57,6	29,7
Ga	0,3 – 11,7	3,0	2,1...3,9	2,8
As	0,26...5,10	0,84	1,5...2,7	2,1
Se	0,3...1,4	0,87	1,7...12,4	2,8
Br	0,6...816,9	34,7	1,2...66,9	38,6
Rb	0,3...11,2	1,35	-	-
Sr	37,9...177,3	88,2	22,8...128,5	36,3
Y	0,27...2,10	0,87	-	-
Zr	0,3...74,9	3,6	0,8...2,4	1,6
Nb	0,50...1,30	0,90	–	–
Mo	0,3...4,9	1,39	–	–
Ag	0,35...6,00	2,08	–	–
Cd	0,3...1,0	0,63	–	–
In	0,313...0,794	0,532	–	–
Sn	0,3...4,4	1,5	0,45...0,70	0,58
Sb	0,3...2,6	0,6	0,48...9,15	5,9
Te	0,27...2,10	1,0	–	–
I	0,5...34,0	4,4	1,8...175,5	58,5
Cs	0,6...1,4	0,96	–	–
Ba	5,2...312,0	40,9	2,6...21,1	6,7
La	0,6...16,0	7,6	5,1...10,1	6,3
Ce	0,3...333,6	30,1	1,39...2,97	1,93
Pb	–	–	4,97...13,26	5,8

с содержанием  $10^{-4} \div 10^{-3}$  мас. % – Ga, Rb, Zr, Mo, Ag, Sn, I, La, Ce;с содержанием  $< 10^{-4}$  мас. % – As, Se, Y, Nb, Cd, In, Sb, Te, Cs.

Несмотря на то, что качественный набор элементов в каждой выделенной группе для зубных и слюнных камней одинаков, относительное их содержание варьирует в достаточно широких пределах. Так, элементы первой группы образуют следующие концентрационные ряды.

Зубные камни: Sr &gt; Fe &gt; Ti &gt; Cr &gt; V &gt; Ba &gt; Br &gt; Mn &gt; Ni &gt; Cu.

Слюнные камни: Ti &gt; V &gt; Cr &gt; Fe &gt; Br &gt; Sr &gt; Cu &gt; Ni.

Все перечисленные элементы являются эссенциальными, т.е. жизненно необходимыми. Широкие пределы индивидуальных колебаний в содержании элементов определяются, по-видимому, балансом микроэлементов и особенностью метаболических процессов в организме человека. Однако в целом набор микроэлементов одинаков как в группе зубных, так и слюнных камней, что может быть связано с биогеохимическими особенностями окружающей природной среды.

Различие концентрационных рядов обусловлено тем, что на состав зубных камней оказывают большое влияние характер питания, образ жизни и т.д., тогда как в слюнных железах, более закрытых системах, элементный

состав определяется в основном составом крови. Следует также отметить, что в слюнных камнях содержится больше йода и брома, что может коррелировать с большим содержанием белка в составе камней. При этом в более минерализованных зубных камнях выше содержание бария и стронция. Можно предположить, что большая часть этих элементов входит в кристаллическую структуру апатита изоморфно: Sr, Ba – в позиции Ca; Ti, V, Cr – в тетраэдрическую позицию P. Кроме того, так как большинство определенных в этой группе элементов (Zn, Cu, Ni, Fe и др.) являются хорошими комплексообразователями, они могут образовывать устойчивые комплексные соединения с органической компонентой камня. Элементы второй и третьей групп поступают в организм человека в основном с пищей и накапливаются в составе камней благодаря способности концентрироваться в костной ткани, особенно в зонах роста (например, Ga, Sn и др.).

Таким образом, с помощью метода РФА-СИ изучен микроэлементный состав зубных и слюнных камней жителей Омского региона. Следует также отметить, что уровни содержания элементов зависят от условий окружающей среды, и вследствие этого отмечается существенный разброс величин, измеренных в различных регионах.

### ЗАКОНОМЕРНОСТИ ОБРАЗОВАНИЯ ГИДРОКСИЛАПАТИТА В ПРИСУТСТВИИ РЯДА АМИНОКИСЛОТ

Л.В. Бельская, А.П. Солоненко

Научный руководитель доцент О.А. Голованова

Омский государственный университет им. Ф.М. Достоевского, г. Омск, Россия

Кристаллизация гидроксилапатита в организме человека протекает в многокомпонентных жидких средах, в состав которых помимо катионов кальция и фосфат-ионов входит ряд ионов других металлов, анионов и органических веществ, в том числе аминокислот. Данные компоненты биологических жидкостей выполняют немаловажную роль при функционировании организма. В последнее время подчеркивается особая роль органического вещества в процессах образования и роста камней, влияние на формирование их структуры. В свете этого актуальны исследования, посвященные изучению характера взаимодействия гидроксилапатита (как основного минерального компонента твердых тканей костей, зубов и большинства патогенных органоминеральных агрегатов) с органическими веществами. Цель работы – экспериментальное моделирование процесса кристаллизации гидроксилапатита *in vitro* в присутствии ряда аминокислот для установления закономерностей формирования основного фосфата кальция в присутствии добавок.

Процесс кристаллизации проводили *in vitro* в среде, по электролитному составу приближенной к слюне человека. В отдельных опытах в модельные растворы вводили глутаминовую кислоту, лизин, пролин и серин (концентрации приведены в таблице). Данные аминокислоты были выбраны в качестве добавок ввиду того, что они присутствуют в ротовой жидкости человека в свободном состоянии и в составе белков, а также в составе зубных и слюнных камней в наибольших количествах.

Анализ методами РФА и ИК-спектроскопии твердых фаз, которые получены осаждением из растворов, моделирующих состав ротовой жидкости здорового человека, показал, что веществом, слагающим все образцы, является гидроксилапатит. Степень кристалличности соединения изменяется в присутствии добавок и зависит от их концентрации. Ухудшение окристаллизованности осадков по сравнению с контрольным образцом наблюдается в присутствии аминокислот, причем, чем выше содержание глутаминовой кислоты, серина, лизина или пролина в растворе, тем в большей степени снижается кристалличность твердых фаз (рис. 1). Очевидно, это может быть вызвано ингибированием осаждения гидроксилапатита за счет адсорбции аминокислот на активных центрах роста кристаллов.

Таблица

Концентрации аминокислот в слюне человека и модельных растворах, г/л

№	Аминокислота	Концентрации в модельных растворах		
		Серия 1	Серия 2	Серия 3
1	Глутаминовая кислота	0,107	0,396	1,073
2	Серин	0,128	0,215	1,282
3	Лизин	0,080	0,440	0,880
4	Пролин	0,009	0,046	0,093

Данное предположение подтверждается результатами ИК-спектроскопии (рис. 2). На спектрах всех образцов наблюдаются полосы поглощения группировок, характерных для молекул аминокислот: широкая полоса в области  $3100...3600\text{ см}^{-1}$  (минимум при  $3200\text{ см}^{-1}$ ) и колебания при  $1650\text{ см}^{-1}$  включают перекрывающиеся полосы поглощения колебаний связей N-H в ионизированных аминогруппах кислот и O-H связей сорбированной апатитом воды, полосы с минимумами при  $2940, 2880$  и  $1380\text{ см}^{-1}$  соответствуют колебаниям связей C-H в метиленовых группировках. Наличие названных типов колебаний свидетельствует об адсорбции аминокислот в форме цвиттер-ионов на гидроксилапатите, и опровергает возможные предположения об образовании механических смесей индивидуальных компонентов или встраивании молекул аминокислот в кристаллическую решетку гидроксилапатита. Последнее, кроме того, маловероятно ввиду большего размера молекул исследуемых аминокислот по сравнению с размерами позиций гидроксильных и фосфатных-групп- в апатите.

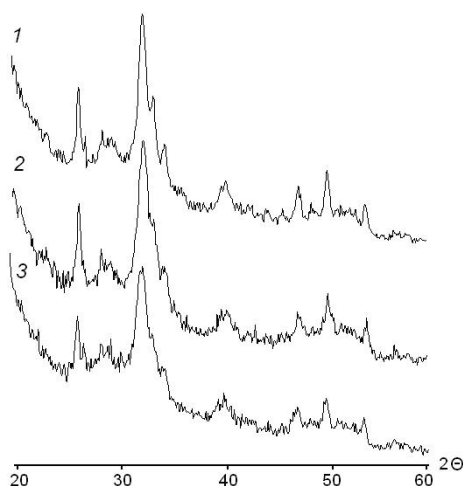


Рис. 1. Диффрактограммы образцов из растворов: 1 – без добавок; 2 –  $C(\text{Ser})=0.128$  г/л; 3 –  $C(\text{Ser})=1.28$  г/л

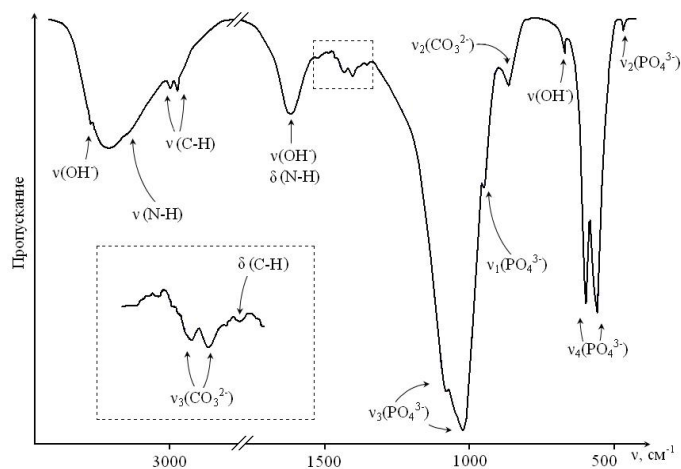


Рис. 2. ИК-спектр гидроксилатапата из раствора с  $C(\text{Ser})=1.282$  г/л

Таким образом, в ходе проведенного исследования установлено следующее.

- 1) Исследованные аминокислоты оказывают ингибирующее влияние на кристаллизацию гидроксилатапата.
- 2) Ингибирование вызвано адсорбционным взаимодействием ионизированных форм аминокислот с заряженными участками поверхности твердой фазы.
- 3) Сила ингибирующего действия уменьшается в ряду: глутаминовая кислота > серин > пролин, лизин.
- 4) Способность аминокислот препятствовать процессу кристаллизации гидроксилатапата зависит от концентрации вещества в системе, геометрии молекулы, а также от ее формы существования в растворе.

## ПЕТРОГРАФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ МЕДЕКСКОГО НИКЕЛЕННОГО МАССИВА

Ю.П. Бенедюк

Научный руководитель профессор А.С. Мехоношин

Институт геохимии им. А.П. Виноградова СО РАН, г. Иркутск, Россия

Открытие в Восточном Саяне медно-никелевых месторождений вновь привлекло внимание к ультрабазитовым массивам, количество которых в регионе исчисляется сотнями. Одним из перспективных массивов является Медекский, расположенный в междуречье Уда-Бирюса.

Основной задачей является выяснение генезиса пород и медно-никелевых руд на основе минералого-петрографо-петрохимических исследований. Правильное понимание процессов, которые привели к образованию пород и руд массива, даст наиболее достоверное представление о характере и локализации рудных залежей, что, в свою очередь, позволит применить оптимальную методику поисковых работ.

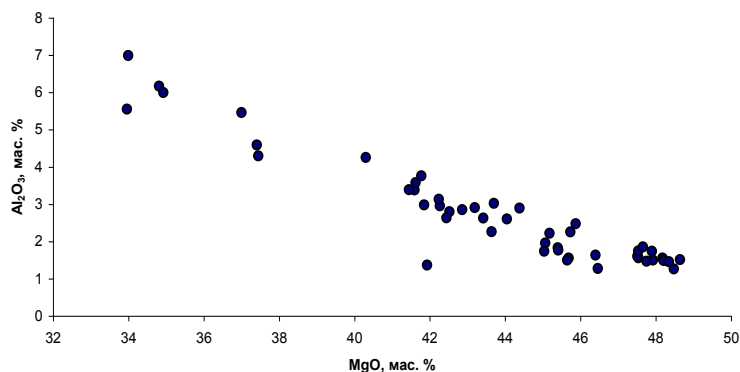
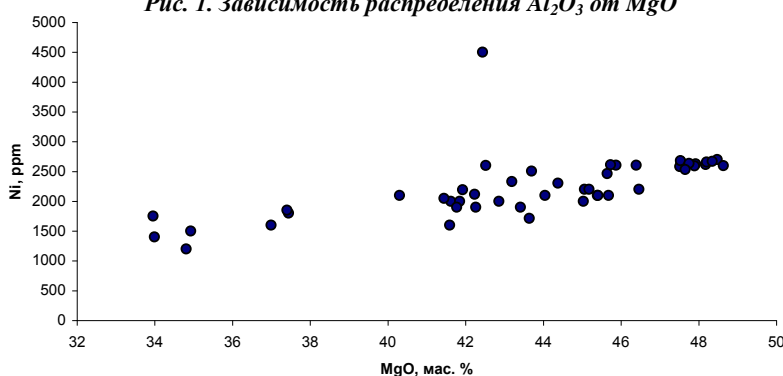
Массив находится в пределах Бирюсинской структурно-фациальной зоны. Она характеризуется длительным развитием и сложным складчато-блоковым строением. Благодаря исследованиям последних лет внутри этой зоны выделен Алхадырский террейн [1]. Массив залегает в гранат-биотит-дистеновых гнейсах и мраморах алхадырской свиты. В плане имеет вытянутую в северо-западном направлении форму размером  $\sim 1,5 \times 2,5$  км.

В пределах массива выявлено два вида пород – дуниты и перидотиты. Дуниты располагаются в виде вытянутого эллипса в центральной части массива и окружены перидотитами. Дуниты Медекского массива состоят из оливина и акцессорного хромшпинелида; сульфиды представлены пентландитом и пирротинном. Перидотиты массива по соотношению породообразующих минералов относятся к верлитам и содержат, кроме оливина, клинопироксен-авгит и акцессорные хромшпинелид и ильменит, а также сульфиды (пентландит, пирротин и халькопирит). Изменённые породы встречаются редко. Они в той или иной степени подвержены процессам серпентинизации и хлоритизации, реже оталькования и актинолитизации, при этом хромшпинелиды переходят в хроммагнетиты и магнетиты. В краевых частях породы полностью превращены в серпентин-хлоритовые сланцы.

Для понимания процессов формирования горных пород были построены графики зависимости  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{Cr}$  и  $\text{Ni}$  от  $\text{MgO}$  по данным анализа химического состава горных пород и породообразующих минералов [1].

В процессе дифференциации оливин накапливается на дне магматической камеры, что обычно приводит к накоплению  $\text{Mg}$ . Вместе с ним накапливается  $\text{Ni}$ , концентрирующийся в оливине, и  $\text{Cr}$ , сосредоточенный в хромшпинелиде. Другие элементы, в частности  $\text{Al}$ ,  $\text{Ti}$ ,  $\text{Ca}$ , щелочные элементы, концентрируются в остаточном расплаве. Их содержания находятся в обратной зависимости от содержания  $\text{Mg}$  (рис. 1, 2).

Следует отметить, что подобная зависимость является характерной для магматических процессов и может служить в качестве свидетельства магматического происхождения пород и руд массива.

Рис. 1. Зависимость распределения  $Al_2O_3$  от  $MgO$ Рис. 2. Зависимость распределения  $Ni$  от  $MgO$ 

Медекский массив, как упоминалось ранее, представляет интерес для промышленности в качестве источника никеля и минералов платиновой группы. Характерной особенностью руд Медекского массива является присутствие как твёрдых растворов пентландита и халькопирита, так и структур распада с образованием медной и никелевой фаз. Наличие твёрдых растворов является свидетельством высокотемпературных процессов. В качестве особенности руд Медекского массива также можно отметить незначительное количество пирротина, характерного для данной рудной формации, по отношению к пентландиту. При обогащении магмы серой никель обособляется в виде сульфидов путём ликвации её на сульфидный и силикатный расплавы; вместе с никелем в сульфидный расплав уходят Cu, Co, МПГ, часть Fe и возникает характерная формация *сульфидных медно-никелевых руд* с типичной ассоциацией минералов: *пирротин, пентландит, халькопирит* [1]. По петролого-тектонической классификации А.Дж.Налдретта [2], Медекский массив следует отнести к интрузиям дунит-перидотитового состава (аналог – месторождение Джинчуан в Китае), первичными формами залегания которых являлись силло- и дайкообразные тела.

Таким образом, руды Медекского массива имеют минеральный состав, характерный для сульфидных медно-никелевых месторождений, где главными рудными минералами являются пентландит и халькопирит. Руды массива связаны с магматическими телами ультраосновного состава, что указывает на их магматическое происхождение. Согласно магматической теории медно-никелевые руды образуются в результате ликвации, т.е. выделения (сегрегирования) капель жидкого сульфида из основной или ультраосновной магмы, обогащения сульфидов цветными и благородными металлами и их концентрации [2].

#### Литература

1. Мехоношин А.С., Колотилина Т.Б. Формационная типизация базит-ультрабазитовых комплексов Алхадырского террейна (юг Сибири) в связи с их потенциальной рудоносностью // Ультрабазит-базитовые комплексы складчатых областей и связанные с ними месторождения: Материалы III международной конференции. – Екатеринбург, 2009. – С. 41 – 54с.
2. Naldrett A.J. Magmatic sulfide deposits. Geology, geochemistry and exploration. – Berlin, Heidelberg, New York: Springer, 2004.

## НОВЫЕ ДАННЫЕ О ВОЗРАСТЕ СЛЮДИТОВ ИЗ ПРОЯВЛЕНИЙ БЕРИЛЛА И ХРИЗОБЕРИЛЛА НА СРЕДНЕМ УРАЛЕ (РОССИЯ)

А.С. Бидный, Т.О. Кошенская

Научный руководитель доцент И.А. Бакшеев

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, г. Москва, Россия

Изумрудные Копи расположены на восточном склоне Среднего Урала в Асбестовском районе Свердловской области. Эти месторождения разрабатывались почти непрерывно, начиная с 1831 года. В течение последующего столетия после открытия в отдельные годы производство изумрудов и зеленых бериллов достигало 2,5 миллионов каратов в сырье. В период после Великой Отечественной войны и до открытия на Дальнем Востоке крупных гидротермальных месторождений бериллия Изумрудные Копи Урала служили одним из основных источников этого стратегического сырья в СССР. В последнее время русские изумруды все чаще стали появляться в ювелирных изделиях. В связи с этим проблема обнаружения новых источников ювелирного изумрудного сырья на Среднем Урале вновь стала актуальной, и, в частности, возродилась идея о продолжении Изумрудноносной полосы Урала к северу и югу от месторождений Изумрудных Копей.

Мы начали детальное минералогическое изучение проявлений берилла и хризоберилла, находящихся за пределами Изумрудных Копей. Исследуемые объекты (проявления «71 км» и Глинское) расположены соответственно в северо-восточном экзоконтакте Адуйского и северо-восточном контакте Мурзинского массивов и пространственно сопряжены с пегматитовыми телами.

Бериллиевая минерализация на всех изучаемых объектах связана с апогипербазитовыми флогопититами, которые аналогичны слюдитам Изумрудных Копей. В этих породах, кроме флогопита, присутствуют в разных количествах тальк, плагиоклаз, тремолит-актинолит и хлорит. Акцессорные минералы представлены бериллом, турмалином, апатитом, флюоритом, реликтами хромшпинелидов, цирконом и т.д.

Флогопит образует коричневые или черные чешуйки размером до нескольких миллиметров. Содержание фтора в нем колеблется от 2 до 5 мас.%. Соотношение Fe/(Fe+Mg) варьирует от 0,05 до 0,36, увеличиваясь ближе к телам пегматитов. Флогопит, ассоциирующий с тальком, наименее железистый, в то время как флогопит, расположенный на контакте с пегматитом, наиболее железистый.

Определение изотопного возраста формирования пегматитов и сопряженных с ними слюдитов с помощью Rb/Sr геохронометра (рис.) показало, что процессы пегматитообразования на Глинском проявлении происходили 248 млн. лет назад, что совпадает с возрастом гранитоидов Мурзинского массива [2]. Пегматиты и флогопититы проявления «71 км» сформировались 187 млн. лет назад, что коррелирует с оценками возраста некоторых пегматитов Адуйского массива и слюдитов Изумрудных Копей [1, 2]. Эти моменты в геологической истории Среднего Урала соответствуют поздним стадиям орогенеза и сопровождающим его процессам пегматитообразования [2].

Таким образом, изучаемые нами проявления обнаруживают сходство с широко известными месторождениями изумрудов.

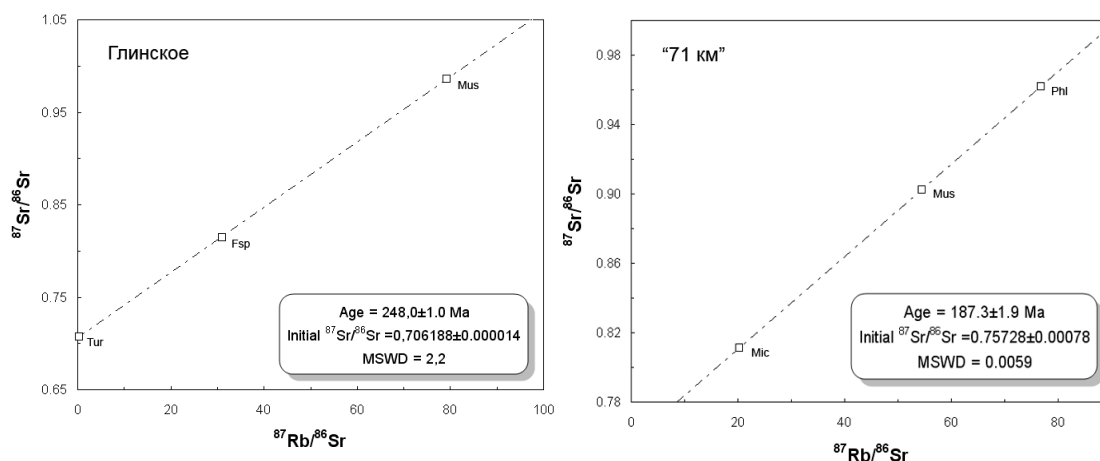


Рисунок. Изохроны, построенные по минералам пегматитов и вмещающих пород. Минералы на рисунке: Tur – турмалин, Fsp – полевопшпатовый шпат, Mus – мусковит, Phl – флогопит, Mic – слюда из вмещающих пород

### Литература

1. Бакшеев И.А., Кудрявцева О.Е., Беляцкий Б.В., Попов М.П., Саранцева Н.П., Выдрин М.В. Турмалин-содержащие метасоматиты Уральских Изумрудных Копей. Статья II. Слюдиты // Уральский геол. ж., 2003. – № 4. – С. 3–34.
2. Попов В.С., Богатов В.И., Петрова А.Ю., Беляцкий Б.В. Возраст и возможные источники гранитов Мурзинско-Адуйского блока, Средний Урал: Rb-Sr и Sm-Nd изотопные данные // Литосфера, 2003. – № 4. – С. 3–18.

**ОСОБЕННОСТИ КРИСТАЛЛОМОРФОЛОГИИ И ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СУЛЬФИДОВ РУД МЕСТОРОЖДЕНИЯ «ЧЕРТОВО КОРЫТО» (ПАТОМСКОЕ НАГОРЬЕ)****Е.А. Вагина, М.А. Рудмин, М.В. Петров**

Научный руководитель профессор И.В. Кучеренко

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

Изучению кристалломорфологии и термоэлектрических свойств минералов посвящено немало работ. Эти параметры несут в себе генетическую информацию о формировании объекта и могут служить критериями прогноза. Выявление зональности этих свойств для сульфидов позволяет судить о наличии или отсутствии продуктивных рудных горизонтов и уровне эрозионного среза [1, 3, 4].

В сообщении приведены результаты исследования кристалломорфологии и термоЭДС сульфидов, участвующих в составе руд нового месторождения Чертово Корыто. Авторы работы попытались проследить в объеме рудной залежи изменение наборов граней и их комбинаций, форм кристаллов, а также изменение значений термоЭДС, типа проводимости в различных направлениях.

Месторождение расположено на севере Патомского нагорья в бассейне р. Б. Патом. Рудная залежь образована в раннепротерозойской углеродистой толще терригенных сланцев михайловской свиты и сложена метасоматитами березит-пропилитовой формации с жильно-прожилково-вкрапленной сульфидно-кварцевой минерализацией. В кварцевых жилах и прожилках сульфиды встречаются редко. Среди них преобладают пирит, арсенопирит, пирротин, в качестве незначительной примеси отмечены галенит, сфалерит, халькопирит. Свободное золото преобладает в кварце [2].

Для выполнения исследований из образцов керна отобрано 85 проб (40 – пирита, 45 – арсенопирита). Пробы дробились на щековой дробилке, а затем рассеивались на 4 фракции: <0,2; 0,2...0,5; 0,5...1; 1...2 мм. Крупные кристаллы отбирались пинцетом. При помощи магнита отделялись немагнитная и магнитная фракции, последняя представлена пирротинном. Далее пробы отмывались в водной среде. В итоге получена тяжелая и легкая фракции. Из тяжелой фракции под бинокулярным микроскопом иглой отделялись пирит и арсенопирит.

**Кристалломорфология**

Кристалломорфология изучалась под бинокулярным микроскопом МБС-10. Для количественной оценки в каждой пробе отбиралось от 50 до 100 кристаллов.

**Пирит**

Для пирита, образующего кристаллические скопления в массе пород, либо отдельные метакристаллы, характерно наличие хорошо ограненных кристаллов размером от 0,2 мм и до 1 см (рис. 1, а). Наибольшим распространением пользуется грань куба, в подчиненном развитии отмечается грань октаэдра, нередко развивающаяся не по всем вершинам куба. Выделяется два морфологических типа кристаллов (МТК). В разрезе толщи пирит присутствует как в песчаниках, так и в аргиллитах. Пирит, распространенный в песчаниках, образует правильные кубические кристаллы, очень редко уплощенные, в то время как пирит, развитый в зонах интенсивного расланцевания (в аргиллитах), обычно уплощенный псевдокубический (рис. 2, А, 1а–3б). На гранях куба отмечается простая комбинационная штриховка (рис. 2, Б).

В кварце пирит не образует отдельных крупных кристаллов, а распространен в виде плотных, зернистых масс. Для него характерно большее число простых форм: куб (100), октаэдр (111), пентагондодекаэдр (210) и тетрагонтриоктаэдр (211). Грань куба присутствует во всех комбинациях, развита равномерно. Грани октаэдра, пентагондодекаэдра и тетрагонтриоктаэдра являются подчиненными по отношению к грани куба (перечислены по убыванию частоты встречаемости). В результате анализа кристалломорфологии выделено 7 МТК (рис. 2, А, МТК 1, 2, 4–8). Очень часто кристаллы находятся в сростании. Форма кристаллов далека от идеальной, кристаллы часто уплощены и имеют псевдоизометричный облик. На гранях куба и октаэдра отмечается сложная штриховка, причем на гранях одного и того же кристалла она может быть развита неравномерно. Одни грани покрыты хорошо развитой штриховкой, на других одноименных гранях штриховка развита слабо или отсутствует вовсе. Очень часто на гранях куба развита многоцентровая штриховка роста (рис. 1, б, рис. 2, Б).

**Арсенопирит**

Арсенопирит в породах представлен призматическими кристаллами, имеющими ромбическое поперечное сечение (рис. 3, а, г). Достаточно часто отмечаются характерные сростки 2 и более кристаллов, а также двойники и тройники прорастания (рис. 3, б, в). В зависимости от количества простых форм в комбинации и углу наклона грани призмы (0kl) относительно длинной оси «с» выделено 8 МТК арсенопирита. По характеру удлинения их можно разделить на короткопризматические  $K_y=1-1,5$  (МТК 1, 2, 3, 4, 5) и удлиненнопризматические с  $K_y$  от 1,6 до 3 (МТК 6, 7, 8). Наибольшим распространением пользуются МТК 3, 4, 5, 8, 2 (рис. 4). Остальные МТК встречаются значительно реже. Грани призмы (hk0) хорошо и равномерно развиты, на них не наблюдается штриховка, в отличие от грани призмы u (021). Штриховка грубая.

В кварце арсенопирит не образует, как в породе, отдельных кристаллов, а присутствует в виде крупнокристаллических скоплений. Здесь он представлен исключительно короткопризматическими кристаллами. Развитием пользуются две грани ромбической призмы m (110) и u (021).

**Термоэлектрические свойства**

Термоэлектрические свойства минералов изучались на установке, которая смонтирована в соответствии с принципиальной схемой, предложенной В.Г. Прохоровым [1]. Эта установка дает возможность измерять термоЭДС с использованием бинокулярного микроскопа. Об объективности результата можно судить только при достаточном



наборе статистических данных [4]. Значение этого параметра замерялось в каждой пробе и отдельно в разных фракциях. Это выполнялось с целью установления возможной зависимости между значениями термоЭДС и размером кристаллов. В ходе проведенного эксперимента четкой обратной или прямой зависимости обнаружено не было. В среднем разница между значениями варьировала от 2 до 5 %.

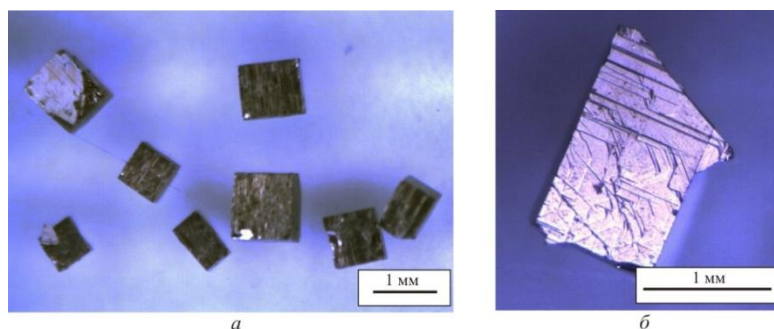


Рис. 1. Кристаллы и грани пирита: а) кубические кристаллы пирита (породный пирит); б) многоцентровая штриховка послыного роста граней (пирит из кварца)

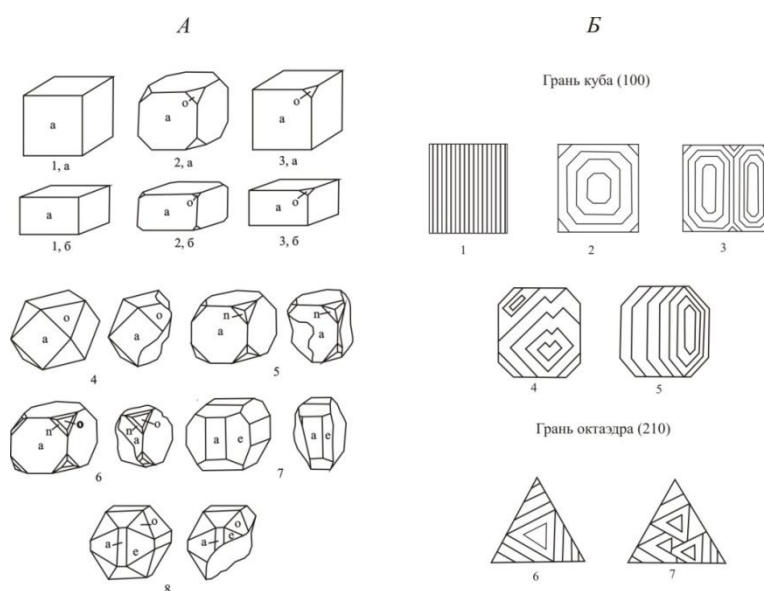


Рис. 2. Морфологические типы кристаллов пирита и штриховка на их гранях. А: а (100) куб, о (111) октаэдр, n (211) тетрагонтриоктаэдр, е (210) пентагондодокаэдр; слева изображены идеальные кристаллы, справа их обломки, встречающиеся в пробах. Б: штриховка простая комбинационная (1); одноцентровая послыного роста граней (2, 5, 6); многоцентровая послыного роста граней (3, 4, 7)

### Пирит

Пирит на месторождении Чертово Корыто характеризуется наличием дырочного и смешанного типов проводимости. Породный пирит имеет только дырочный ( $p$ ) тип. Пирит из кварца отличается смешанным электронно-дырочным ( $n-p$ ) типом проводимости и достаточно большим разбросом абсолютных значений термоЭДС (табл.). Доля проводимости различных типов не постоянна и изменяется от преимущественно электронной до преимущественно дырочной.

### Арсенопирит

Арсенопирит имеет только дырочный тип проводимости. В породном арсенопирите абсолютное значение термоЭДС незначительно увеличивается с глубиной. Максимальное значение – -34 мВ, минимальное – -45 мВ. В кварце арсенопирит характеризуется меньшим разбросом абсолютных значений термоЭДС – от 40 до 45 мВ, при этом значение параметра выше, чем в породном арсенопирите.

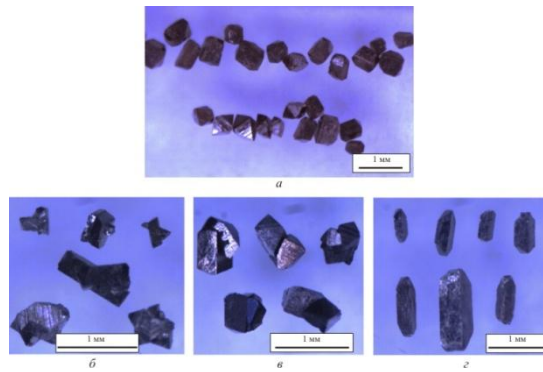


Рис. 3. Кристаллы арсенопирита: а) короткопризматические; б), в) – сростания кристаллов, г) – удлиненнопризматические

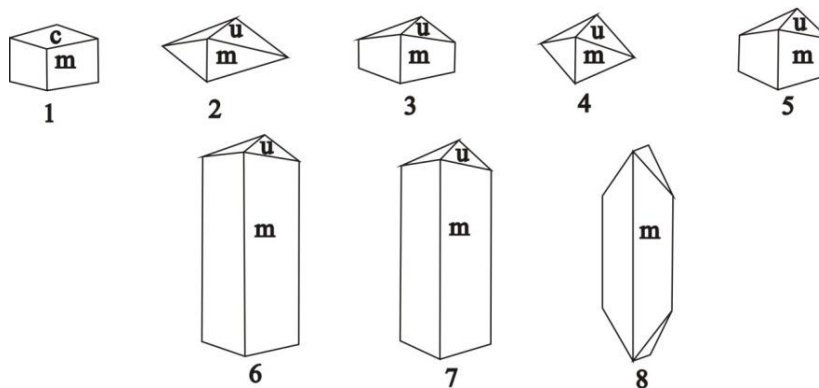


Рис. 4. Морфологические типы кристаллов арсенопирита: *m* (110), *u* (021)-ромбические призмы, *c* (001)-пинакоид

Таблица

Значение термоЭДС в сульфидах

Минерал	Значения термоЭДС, мВ	
	Дырочный тип / доля проводимости в %	Электронный тип / доля проводимости в %
Метакристаллы пирита (из углеродистой зоны метасоматического ореола)	46...64 / 100	–
Пирит из разнозернистых кристаллических скоплений с кварцем и пирротинном	49...58 / 100	–
Пирит из кварцевых жил (центральная часть рудного тела)	25...67 / до 60	60...67 / до 40
Метакристаллы арсенопирита (из углеродистой зоны метасоматического ореола)	–	34...45 / 100
Арсенопирит из кварцевых жил и прожилков	–	40...47 / 100

Выводы

Основная часть сульфидной минерализации (пирит и арсенопирит) концентрируется в углеродистой зоне метасоматического ореола. Золото преимущественно сосредоточено в кварцевых жилах и прожилках, которые содержат в себе значительно меньшее количество сульфидов.

Кристалломорфология породного пирита простая в сравнении с пиритом из кварцевых жил и прожилков. Кристаллы хорошо образованы с четкими гранями. Значение термоЭДС, а также тип проводимости у минерала постоянны. В объеме рудной залежи не выявлено изменений кристалломорфологии и термоэлектрических свойств. Пирит из кварца имеет более сложную кристалломорфологию и значительный разброс значений термоЭДС, а также отличается наличием двух типов проводимости. На кристаллах пирита отмечается послынная, часто многоцентровая штриховка. Кристалломорфология и термоЭДС, в данном случае, выступают как типоморфные признаки в прогнозировании продуктивной минерализации.

Для асренопирита месторождения Чертово Корыто характерна простая кристалломорфология. Набор форм постоянен во всех частях залежи. Отмечено увеличение коэффициента удлинения кристаллов по вертикали и в направлении к глубинному разлому. Глубина бурения скважин не превышает 250 метров, поэтому область исследования ограничена. Вероятно, с глубиной увеличится доля удлиненнопризматических кристаллов по отношению к короткопризматическим. Минерал имеет только дырочный тип проводимости. Значения термоЭДС, изменяются от -34 до -45 мВ. В центральном разрезе залежи установлено увеличение абсолютного значения этого параметра с глубиной. В остальных частях рудного тела это не замечено.

#### Литература

1. Коробейников А.Ф., Нарсеев В.А., Пшеничкин А.Я., Ревякин П.С. Пириты золоторудных месторождений (свойства, зональность, практическое применение). – М.: ЦНИГРИ, 1993. – 213 с.
2. Кучеренко И.В., Гаврилов Р.Ю., Мартыненко В.Г., Верхозин А.В. Петролого-геохимические черты рудовмещающего метасоматического ореола золоторудного месторождения Чертово Корыто (Патомское нагорье) // Известия Томского политехнического университета. – 2008. – Т. 312. – № 1. – С. 11–20.
3. Пшеничкин А.Я., Коробейников А.Ф., Комоедов А.Ф. Зависимость величины термоЭДС пиритов от температуры нагрева электродов // Известия Томского политехнического института. – Томск, 1976. – Т.264. – С.82–84.
4. Пшеничкин А.Я., Коробейников А.Ф., Мацюшевский А.В. Особенности кристалломорфологии и термоэлектрических свойств пиритов // Известия Томского политехнического института. – 1976. – Т. 264. – С. 82–84.

### НОВЫЕ ДАННЫЕ В ИЗУЧЕНИИ ВЕЩЕСТВЕННОГО СОСТАВА РУД ЗОЛОТОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ «ЧЕРТОВО КОРЫТО» ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ЭЛЕКТРОННОЙ МИКРОСКОПИИ

Е.А. Вагина, М.А. Рудмин

Научные руководители профессор И.В. Кучеренко, доценты Р.Ю. Гаврилов, А.В. Волостнов  
**Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия**

Изучение вещественного состава руд выполняется с целью выяснения генезиса месторождения. Исследован пока один образец (№ 81–129,0).

Месторождение Чертово Корыто располагается в северной части Патомского нагорья в бассейне р. Бол. Патом. Рудная залежь полого (до 20°) падает на запад и образована в восточном замыкании брахиформной Михайловской синклинали висячем боку глубинного разлома [2]. Синклиналь сложена раннепротерозойской терригенно-сланцевой михайловской свитой мощностью до 1200 м.

Оруденение представлено прожилково-вкрапленной золото-карбонатно-сульфидно-кварцевой минерализацией в толще березитизированных и пропицитизированных черных сланцев. Комплексный рудовмещающий Au-Ag-As геохимический ореол месторождения представляет собой объёмную фигуру, вытянутую, как и рудная залежь, вдоль рудоконтролирующего разлома, полого погружающуюся в западном направлении [1].

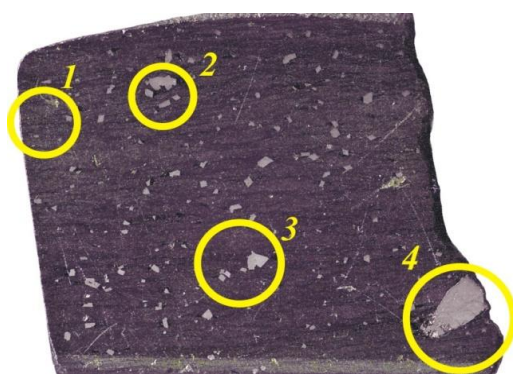
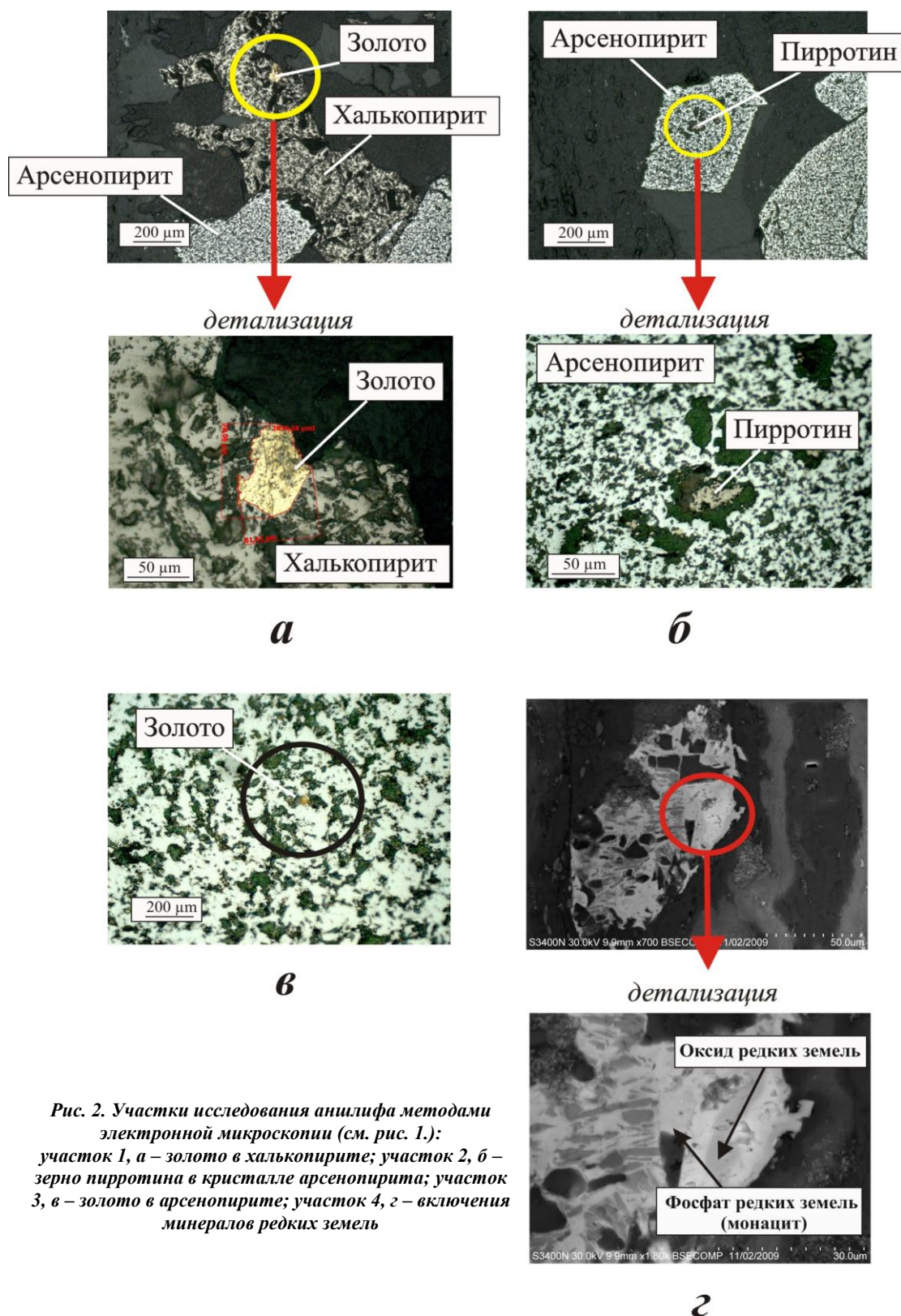


Рис. 1. Внешний вид шлифа № 81-129,0

○ – участки детального исследования

Минераграфические исследования и фотодокументирование шлифа № 81–129,0 проводились с использованием микроскопа Axioskop 40 (Carl Zeiss). С целью более детального изучения минерального состава образца дополнительно проведены исследования на растровом электронном микроскопе Hitachi S-3400N с энергодисперсионным спектрометром (ЭДС) X-flash 4000 (Bruker). ЭДС позволяет одновременно определять широкий спектр элементов в небольшой области твердотельного образца, в которой рентгеновское излучение возбуждается сфокусированным пучком электронов. Для получения качественных изображений и проведения рентгеноспектрального микроанализа шлиф был хорошо отполирован и покрыт электропроводным слоем. Электронно-микроскопические исследования проводились во вторичных (SE) и отраженных (BSE) электронах, кроме того, выполнено элементное картирование отдельных участков [5].

Анализируемый штаф отобран из нижней части рудного тела на 129 метре скважины № 81. Образец имеет меланократовый облик, тонкозернистую структуру и сланцеватую текстуру. В общей массе породы имеются неравномерно распределенные вкрапления стально-серого цвета (рис. 1). Эти вкрапления, размером до 2,5 мм, представлены арсенопиритом, галенитом, пирротинном, халькопиритом.



*Рис. 2. Участки исследования анишлифа методами электронной микроскопии (см. рис. 1): участок 1, а – золото в халькопирите; участок 2, б – зерно пирротина в кристалле арсенопирита; участок 3, в – золото в арсенопирите; участок 4, з – включения минералов редких земель*

том. В ходе детального изучения анишлифа в некоторых таких вкрапленниках были отмечены микровключения золота (рис. 2). На участке 1 (рис. 2, а) в зерне халькопирита наблюдается золотинка, которая по форме близка к гипидиоморфной и имеет размер 78×62 мкм. На этом же участке в смежном с халькопиритом вкрапленнике арсенопирита отмечается микровключение золота, имеющее более ксеноморфную форму и мелкие размеры. По микротрещинам в

зерне халькопирита и в периферийной части зерна арсенопирита развивается галенит, который выделился позднее. На участке 2 (рис. 2, б) в гипидиоморфном вкрапленнике арсенопирита отмечается ксеноморфное микровключение пирротина. По результатам анализа это зерно, имеющее размеры  $43 \times 28$  мкм, содержит примеси золота и серебра. Также на данном участке в соседнем вкрапленнике арсенопирита наблюдается микровключение золота ксеноморфной формы. Аналогичная с предыдущими участками ситуация отмечается на участке 3 (рис. 2, в). Особое внимание привлекли обнаруженные на участке 4 (рис. 2, г) вкрапленные в породу редкоземельные минералы. Они были диагностированы в оксидной и фосфатной (монацит) форме.

Основываясь на полученных данных, можно констатировать, что не наблюдается реакционных соотношений между арсенопиритом и халькопиритом. Галенит и золото выполняют микротрещины в арсенопирите и халькопирите, что указывает на их более позднее образование. Анализ количественных соотношений редких земель в метасоматитах позволит определить щелочной и окислительный режим среды, в которой они переносились.

#### Литература

1. Гаврилов Р.Ю., Кучеренко И.В., Мартыненко В.Г., Верхозин А.В., Мартынова Т.Е. Объемная геолого-геохимическая модель мезотермального золоторудного месторождения Чертово Корыто (Патомское нагорье) // Известия Томского политехнического университета. – 2009. – Т. 315. – № 1. – С. 30–43.
2. Кучеренко И.В., Гаврилов Р.Ю., Мартыненко В.Г., Верхозин А.В. Структурно-динамическая модель золоторудных месторождений, образованных в несланцевом и черносланцевом субстрате. Ч. 2. Месторождение Чертово Корыто (Патомское нагорье) // Известия Томского политехнического университета. – 2009. – Т. 314. – № 1. – С. 23–38.
3. Рид С.Дж.Б. Электронно-зондовый микроанализ и растровая электронная микроскопия в геологии. – М.: Техносфера, 2008. – 232 с.

### ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ РУДНОЙ МИНЕРАЛИЗАЦИИ ГОРИЗОНТА ЛИНГУЛОВЫХ ГЛИН В ПРЕДЕЛАХ ВЯТСКО-КАМСКОЙ МЕДЕННОЙ ПОЛОСЫ

Е.С. Варламова

Научный руководитель профессор Р.Р. Хасанов

Казанский государственный университет им. В.И. Ульянова-Ленина, г. Казань, Россия

Специфической особенностью верхнепермских отложений в Волго-Уральском регионе является наличие оруденения стратиформного типа. В связи с этим большой интерес представляют сероцветные морские отложения, залегающие в основании казанского яруса, – горизонт «лингуловых» глин. Горизонт представлен серыми, часто зеленовато-серыми глинами с многочисленными остатками лингул, с прослоями мергелей и известняков органогенных, глинистых. Отличительной чертой сероцветных глин является повышенное содержание углефицированного органического вещества (1...5 %) и меденосность. Содержание меди в глинах достигает 1...2 %. Мощность лингуловых глин на юго-востоке Татарстана достигает 50 м.

Основными минералами глин являются иллит и монтмориллонит с незначительной примесью хлорита и каолинита. По слоистости пород встречаются выделения гидроокислов железа, в глинах – пирита. Глины лингулового горизонта характеризуются большим количеством выявленных точек минерализации, геохимических аномалий меди и сопутствующих ей элементов (серебра, свинца, цинка, германия, ртути). Большой частью они приурочены к подошве горизонта (рисунок).

Образование повышенных концентраций меди и сопутствующих ей металлов происходило в результате выщелачивания и транспортировки меди из нижезалегающих красноцветных пород уфимского яруса подземными водами. Этот процесс реализовался благодаря отсутствию биологически активного органического вещества и сероводорода в красноцветных отложениях; умеренному окислительно-восстановительному потенциалу, от величины которого зависит восстановление окисной формы меди в закисную, и наличие хлоридов в составе растворов, образующих с катионами одновалентной меди легкорастворимые комплексные соединения [2]. Эти факторы, обеспечивающие миграцию меди, благоприятны и для перехода в раствор свинца, так как в указанных условиях оба металла образуют устойчивые хлоридные комплексы, однако хлоридные комплексы свинца обладают более высокой устойчивостью и могут переноситься на более значительные расстояния, что четко прослеживается в закономерности распределения элементов в лингуловых глинах. Для цинка эти комплексы менее характерны, однако высокая растворимость его солей, встречающихся в природе, приводит к выравниванию миграционных способностей металлов в подземных водах красноцветных формаций. Смена окислительных условий восстановительными на границе сероцветных и красноцветных осадков создавала систему геохимических барьеров, которая была благоприятна также для накопления серебра, обладающего с медью наибольшим геохимическим сходством (наибольшие коэффициенты корреляции наблюдаются между содержанием меди и серебра 0,9, коэффициенты корреляции между другими элементами изменяются в диапазоне 0,2...0,9). Основная форма переноса данных элементов в глинистых отложениях – диффузия, и глубина проникновения элементов, очевидно, зависит от их ионного радиуса [1]. Этот фактор определяет, по всей видимости, наблюдаемую геохимическую зональность в горизонте лингуловых глин.

Медное оруденение «лингуловых глин» условно принято относить к «мансфельдскому» типу [3], представляющему собой глинистые породы с дисперсной медной минерализацией. Медная минерализация представлена в основном карбонатными формами (малахитом, реже азурином) и носит ярко выраженный вторичный характер. В то же время в лингуловых глинах отмечается достаточно интенсивная сульфидная (пиритовая) вкрапленность (до 1...3 %).

Как показывает анализ минерального состава глин и взаимоотношений минералов, на сингенетических сероводородных барьерах первоначально осаждались сульфиды железа. Позднее при уплотнении иловых отложений (на стадии диагенеза) происходила перекристаллизация первичного пирита. Меденосные растворы в период функционирования сингенетического сероводородного барьера в накапливающиеся осадки не поступали. Концентрация меди происходила позднее.

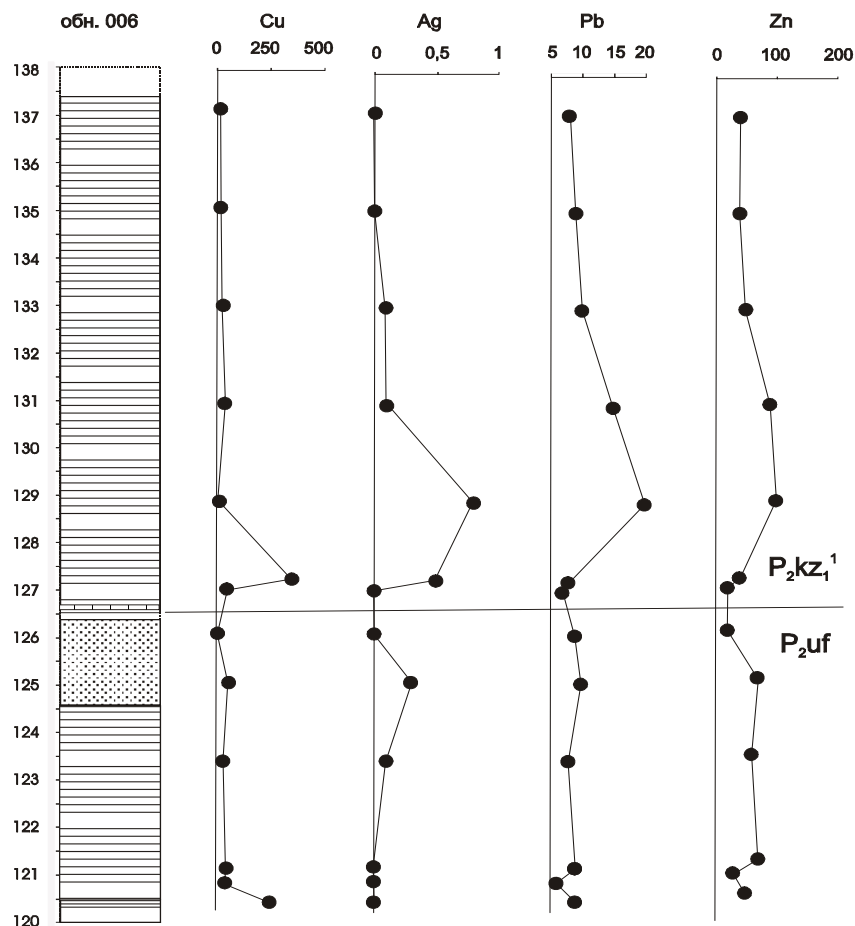


Рисунок. Распределение меди, серебра, свинца и цинка (з/т) по разрезу "лингуловых глин" ( $P_2kz_1^1$ ) (юго-восток Татарстана)

Основными факторами, контролирующими образование и распределение медного оруденения, были минеральный состав лингуловых глин, геохимические свойства элементов (ионные радиусы, электроотрицательность и др.), особенности гидрогеологического режима (состав и характер движения подземных вод). Наличие в глинистой фракции пород лингулового горизонта высокого содержания меди позволяет сделать вывод о том, что медь накапливалась первоначально на эпигенетических сорбционных барьерах. Сорбция металлов происходила на поверхности глинистых минералов (монтмориллонита, иллита), главным образом, в результате ионного обмена, а также характерной для глинистых минералов химической сорбции. Впоследствии в результате взаимодействия с пластовыми водами формировалась карбонатная медная минерализация.

Полученные результаты позволяют сделать вывод о том, что в период накопления обогащенных органикой илов (в стадию седиментогенеза), происходило образование сингенетического пирита, в последующую стадию (в диагенезе) в сероцветных глинах функционировали сорбционные барьеры, где происходило первичное накопление меди (до рудных концентраций в региональном масштабе) в глинистых минералах. Это позволяет внести коррективы в сложившиеся представления [2], согласно которым осаждение меди происходило в стадию седименто- и раннего диагенеза на сингенетических и эпигенетических сероводородных барьерах.

#### Литература

1. Кисляков Я.М., Щеточкин В.Н. Гидрогенное рудообразование. – М.: Геоинформмарк, 2000. – 608 с.
2. Лурье А.М. Генезис медистых песчаников и сланцев. – М.: Наука, 1988. – 188 с.
3. Хасанов Р.Р., Галеев А.А. Минералообразующая роль захороненных растительных остатков в процессе гидрогенного медного рудогенеза // Изв. Вузов. Геология и разведка. – 2004. – № 1. – С.18–22.

**ГЕОЛОГИЯ И ПЕТРОХИМИЯ САВВУШИНСКОГО МАССИВА РУДНОГО АЛТАЯ****Т.А. Васильченко**

Научный руководитель профессор А.И. Гусев

*Бийский государственный педагогический университет им. В.М. Шукшина, г. Бийск, Россия*

Саввушинский массив гранитоидов относится в последнее время [1, 2] к белокурухинскому гранодиорит-гранит-лейкогранитовому комплексу ( $\gamma P_2-T_1s$ ), который в районе Рудного Алтая контролируется долгоживущими разрывными нарушениями Северо-Восточной зоны смятия. Массивы указанного комплекса локализуются в пределах сопряженных частей Рудно-Алтайской структурно-формационной зоны (массивы Саввушинский и Волчи Шкили), Чарышского блока (Синюшинский, Угловой массивы) и Коргонского наложенного прогиба (Тигирекский, Коровахинский, Убино-Белореченский массивы). В составе комплекса выделяются три фазы внедрения: 1) кварцевые сиениты, граносиениты, гранодиориты и меланограниты (5 %); 2) биотитовые и роговообманково-биотитовые граниты (85 %); 3) субщелочные граниты и лейкограниты (10 %). В отличие от гранитоидов более ранних комплексов они практически не затронуты катаклазом, за исключением локальных зон дробления и милонитизации субширотного простирания, более поздних по отношению к Северо-Восточной зоне смятия.

Гранитоиды первой фазы внедрения закартированы в северо-восточном обрамлении Тигирекского массива (площадью 70 км<sup>2</sup>), отмечаются в виде ксенолитов и мелких тел в Синюшинском и Саввушинском массивах. В пределах Тигирекского массива они представлены порфировидными биотит-роговообманковыми кварцевыми сиенитами, подчиненными сиенитами и граносиенитами. По наблюдениям В.И. Тимкина, контакты массива извилистые, причудливой конфигурации с множеством апофиз и сателлитов, отмечается обилие ксенолитов габброидов. Для пород характерна первичная гнейсовидность, выраженная линейным расположением чешуек биотита и ориентированностью кристаллов калишпата. Экзоконтактовые изменения выразились в мраморизации, окварцевании и скарнировании известняков, ороговикования кислых эффузивов (с образованием кварц-плаггиоклаз-амфиболовых роговиков), амфиболитизации и фельдшпатизации габброидов. В пределах зон ороговикования отмечается мигматитизация, а непосредственно вблизи контактов – появление крупных порфиробластов калишпата.

Комплекс пользуется широким распространением на смежной территории Республики Казахстан, а на российской части представлен только восточной частью Быструхинского и Шихалихинского массивов, локализованных в пределах одноименного и Верхне-Катунского блоков Холзуно-Чуйской СФЗ в западной части хребта Листьяга. В целом, он сменяет в северо-восточном направлении (от осевой зоны коллизии) гранитоидные батолиты позднепермского калбинского комплекса Казахстана и далее сам сменяется ареалами развития массивов белокурухинского комплекса Горного Алтая и жерновского комплекса Салаира.

Саввушинский массив прорывает метаморфиты раннего-среднего палеозоя и среднедевонские гранитоиды и ороговиковывает динамометаморфизованные палеозойские породы, включая нижнекаменноугольные отложения на смежной территории Казахстана. Мощность контактовых ореолов не превышает нескольких сотен метров, вмещающие породы метаморфизованы в условиях роговообманково-роговиковой фации и представлены кварц-биотитовыми, кварц-кордиерит-биотитовыми и плаггиоклаз-эпидот-актинолитовыми роговиками. Участками отмечаются гранат-везувиановые, диопсид-гранатовые и эпидот-гранатовые скарны. В составе массива выделяются граниты и лейкограниты второй и третьей фаз внедрения, жильные аплиты, пегматиты, редкие дайки гранит-порфиров и долеритов. По данным Ю.С. Перфильева, существенно преобладают биотитовые равномернозернистые и порфировидные граниты второй фазы внедрения.

Сиениты, кварцевые сиениты и граносиениты связаны между собой постепенными переходами с преобладанием двух последних разновидностей. В Саввушинском ареале они слагают крупное (2×0,5 км) дугообразное тело, прослеженное почти непрерывно на востоке. Отдельные их обнажения известны в центральной и северо-восточной частях Саввушинского массива. В кварцевых сиенитах и граносиенитах встречены крупные ксенолиты перекристаллизованных пироксен-амфиболовых меланократовых сиенитов и монцогаббро ранней фазы, перекристаллизованных девонских гранитов и риолитов. В них присутствуют дайки субщелочных амфибол-биотитовых гранит-порфиров, единичные гнезда и жилы пегматитов, мусковит-кварц-турмалиновых грейзенов, гранат-и пироксенсодержащих кварцевых жил.

Сиениты и кварцевые сиениты представляют собой красновато-серые крупно-среднезернистые массивные породы, состоящие из крупнопертитового калинатрового полевого шпата (44...80 %), амфибола (до 15 %) паргасит-феррогастингситового ряда ( $f = 45...56$  %), биотита (до 10 %) истонит-сидерофиллитового ряда, сфена (до 2 %) и магнетита (1142 г/т), редко салита ( $f = 32...36$  %).

Меланограниты и подчиненные гранодиориты обнаруживаются в составе Саввушинского и Синюшинского массивов. Они слагают вторую фазу этих массивов. Так, в составе Саввушинского массива они наблюдаются в виде небольших тел. Это средне-крупнозернистые порфировидные породы с вкрапленниками калишпата и слабозонального альбита (до 3...5 см), состоящие из микроклин-пегматита, плаггиоклаза, кварца, биотита сидерофиллит-аннитового ряда с повышенным содержанием TiO<sub>2</sub> и F ( $f = 46...49$  %), роговой обманки ( $f = 52$  %), акцессорных сфена, апатита, циркона и магнетита. В гранодиоритах отмечаются биотиты с более высокими концентрациями магния, а в гранитах – алюминия и меньшими содержаниями магния. Основная масса гипидиоморфнозернистая с элементами мирмекитовой.

Граниты встречены в составе Саввушинского и Синюшинского массивов. Восточная часть Саввушинского массива сложена розовато-серыми порфировидными средне- и крупнозернистыми гранитами, в эндоконтакте наблюдаются мелкозернистые, относительно равномернозернистые разности со шлирами переработанных боковых

пород. Граниты состоят из решетчатого микроклин-пертита (40...55 %), слабозонального олигоклаза (20...30 %), кварца (25...30 %) и биотита (2...8 %). Вкрапленники калишпата достигают размеров 5 см по удлинению, часто характеризуются неоднородным пятнистым угасанием и тенями замещенных полисинтетических двойников плагиоклаза. Структура основной массы гипидиоморфнозернистая.

Порфиробласты микроклин-пертита, наблюдаемые в гранитоидах указанных массивов, образуются в результате собирательной перекристаллизации при очень высокой активности калия в расплавах.

Лейкограниты и умеренно-щелочные лейкограниты 4 фазы встречены в составе эндоконтактной фации обоих массивов. Реже они отмечаются в составе Саввушинского массива в виде мелких тел и даек. Лейкограниты – это розовато-серые и светло-серые биотитовые массивные неравномернозернистые породы. Вблизи контакта лейкогранитов с биотитовыми гранитами они порфирировидные. Редко отмечаются участки пойкилитовых структур. Состав: микроклин-пертит – 25...40 %, кварц – 30...40 %, альбит-олигоклаз – 30...35 %, биотит – 1...3 %, редко встречается мусковит. Присутствуют микрографические сростки кварца и калишпата размером до 2 мм. Биотит по химическому составу относится к ряду истонит-сидерофиллит. Акцессорные минералы – апатит, магнетит, ортит, циркон.

Умеренно-щелочные лейкограниты представляют собой розово-серые средне-крупнозернистые лейкократовые породы, состоящие из микроклина (29...43 %), альбит-олигоклаза (до 25 %), кварца (31...35 %), низкожелезистого ( $f = 43...46$  %) биотита (2...5 %), мусковита (1...2 %), акцессорных (г/т) циркона (10,2), апатита (1,6), флюорита (26), магнетита (1642), сфена.

К заключительной фазе отнесены породы в линейно вытянутых участках шириной до 230 м и протяженностью до 1,5 км в юго-восточном эндоконтакте Айского массива, представленные флюоритсодержащими двуслюдяными умеренно-щелочными лейкогранитами. Аналогичные породы отмечены нами в восточных эндоконтактных частях Типешки и северных контактах Мохнатой. Особенностью этих образований является присутствие низкожелезистого ( $f = 37...44$  %) биотита (до 5 %) с повышенными содержаниями F (4 % и более), MnO (2,8...3 %) и акцессорного флюорита (до 105 г/т), наличие миароловых текстур и пегматоидных прожилков и жил. Флюорит в породах образует вкрапленность размерами от 0,5 мм до 0,4 см. Изредка флюорит отмечается в миароловых пустотах, указывая на то, что его кристаллизация связана с поздними стадиями становления пород под влиянием позднемагматических высокофтористых флюидов.

Петрохимические особенности пород проанализированы с использованием некоторых диаграмм.

На классификационной петрохимической диаграмме TAS ( $\text{SiO}_2 - (\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$ ) кварцевые сиениты и умеренно-щелочные граниты попадают в поле умеренно щелочной серии пород, а гранодиориты и граниты локализируются в поле нормальных известково-щелочных пород.

На диаграмме Л. Бородина ( $A_c - a_0$ ) все породы Саввушинского массива тяготеют к полю умеренно-щелочной серии и лишь единичные анализы умеренно щелочных гранитов попадают в поле щелочной серии.

В Саввушинском массиве встречаются тела редкометалльных пегматитов. Наиболее известным является пегматитовое тело с редкоземельным оруденением – Ортитовое, расположенное на Ортитовой Сопке.

Ортитовое проявление в пегматитах обнаружено П.П. Пилипенко. В 1911 г. им из одного гнезда извлечено 15 кг ортита, а также найден кристалл длиной около 30 см и массой 3 кг. Известная часть тела Ортитовая сопка промышленного значения не имеет. Однако не исключено, что более глубокие горизонты массива могут представлять практический интерес на редкоземельное оруденение. Последнее представлено сверху розовым и частично белым кварцем, ниже — горизонтом (0,5 м) черного кварца с кристаллами полевого шпата и турмалина, в основании — грубозернистым письменным пегматитом (1,5 м) с мусковитом (до 12x6 см), жильбертитом, турмалином (шерл), флюоритом. Строение этого тела аналогично строению тела Тигирекского месторождения. В верховьях руч. Харьковка, по сообщению Б.С. Митропольского, в рукописи «Редкие металлы Западной и Средней Сибири (1935), найден берилл. На южном склоне Тигирекского массива в верховьях р. Татарка (сейчас это территория Казахстана) Н.Д. Довгалем в 1934 г. были обнаружены свалы среднезернистых гранитов с аплитами и пегматитами, кварца с вольфрамитом, шеселитом, молибденитом и повышенными концентрациями редких земель.

Таким образом, все породные типы Саввушинского массива характеризуются повышенной щелочностью, что подтверждается положением фигуративных точек частных анализов на петрохимических диаграммах TAS и Л.Бородина. Рудоносность изученного массива проявляется в наличии пегматитов, нередко несущих редкоземельную минерализацию.

#### Литература

1. Гусев А.И., Гусев Н.И., Табакаева Е.М. Петрология и рудоносность Белокурихинского комплекса Алтая. – Бийск, 2008. – 193 с.
2. Гусев А.И., Дзагоева Е.А., Табакаева Е.М. Петрология и рудоносность Белокурихинского плутона Горного Алтая // Отечественная геология. – 2008. – № 4. – С. 25–33.



## ТЕРМОМАГНИТНАЯ ДИАГНОСТИКА ЖЕЛЕЗА И ЖЕЛЕЗО-НИКЕЛЕВЫХ СПЛАВОВ В ОСАДОЧНЫХ ПОРОДАХ

Д.М. Гильманова

Научный руководитель профессор Д.К. Нургалиев

Казанский государственный университет им. В.И. Ульянова-Ленина, г. Казань, Россия

Осадочные породы содержат очень малые количества космогенного вещества, среди которого встречается металлическое железо и его сплавы с никелем. Обнаружение частиц космического происхождения – задача очень сложная, ее решение обычно достигается с использованием микросондовой микроскопии. В работе показана эффективность использования термомагнитного анализа (ТМА) для обнаружения и идентификации наночастиц космического происхождения в осадочных породах, приведены некоторые особенности проведения эксперимента и обработки данных.

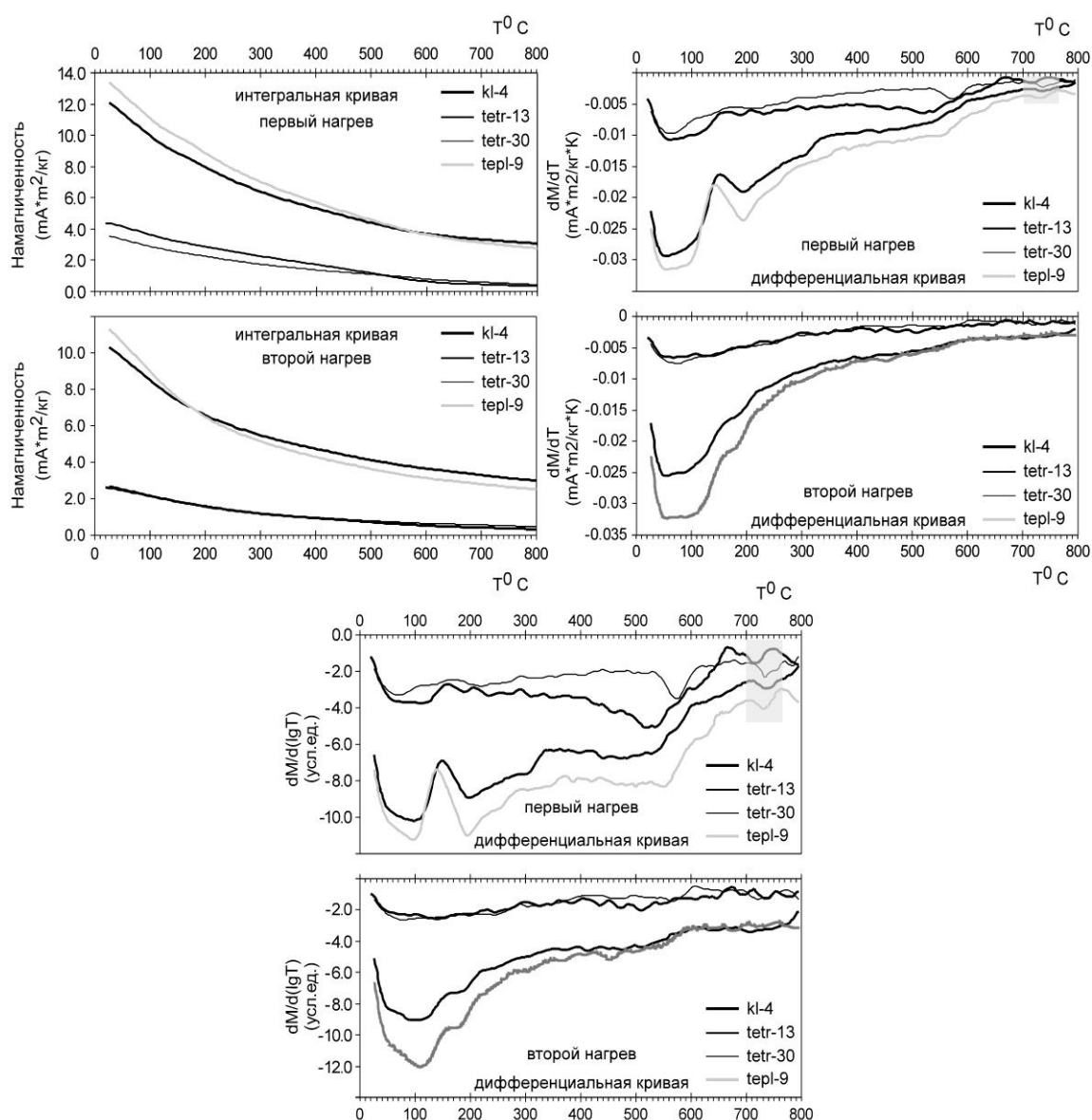


Рисунок. Дифференциальные и интегральные кривые для первого и второго нагревов

Способов определить металлическое железо, никель или их сплавы не так уж много. Среди них наиболее надежный и простой способ – ТМА. Чистое железо имеет температуры Кюри от 710 до 780°C [2], температура Кюри чистого никеля составляет около 360°C. Таким образом, железо легко идентифицируется по данным ТМА, так как в этой области температур никакие другие природные соединения не претерпевают магнитных превращений. Большинство кривых ТМА для экономии времени и упрощения эксперимента делают только до 700°C. В итоге инфор-

мация о наличии металлического железа в осадках оказывается потерянной. В последние годы нами были проведены исследования осадочных пород методом ТМА [1] до температуры 800°C с целью обнаружения металлического железа и его сплавов с никелем [3–4]. Была продемонстрирована высокая эффективность ТМА для выявления и идентификации металлического железа.

Терромагнитный анализ (ТМА) образцов был проведен на экспрессных весах Кюри [1], где измерялась зависимость индуктивной намагниченности от температуры при скорости нагрева 100°C/мин. Такая большая скорость нагрева позволяет уменьшить влияние окисления, что иногда очень важно для получения более надежной информации о первичных минералах, содержащихся в горной породе. С другой стороны, производительность прибора также имеет большое значение. Кривая первого нагрева получается всего за 8 минут, в то время как все известные приборы позволяют снять кривую нагрева не менее чем за 1 час. В то же время, чтобы добиться этих двух положительных эффектов, приходится кое-чем пожертвовать. Во-первых, из-за малой теплопроводности обычных образцов горных пород в них возникает большой градиент температур, что приводит к размытию пиков и смещению температур магнитных эффектов. Поэтому, проба должна быть очень маленькой. В нашем приборе ее объем составляет не более 100 мм<sup>3</sup>, а масса – не более 0.2 грамма. В этом случае градиент температур не превышает 10...15°C. Соответственно требуется очень высокая чувствительность прибора. Весы Кюри действительно обладают такой чувствительностью, в данном приборе она достигает  $1 \cdot 10^{-3}$  А/т по намагниченности (и, соответственно, по магнитному моменту –  $1 \cdot 10^{10}$  А\*м<sup>2</sup>). С учетом уровня шумов, который возрастает с возрастанием температуры, качественная терромагнитная кривая может быть получена по образцу объемом 100 мм<sup>3</sup>, который имеет магнитный момент  $1 \cdot 10^{-2}$  А/т при комнатной температуре. По сути, это образец, в котором есть пылинка железа размером ~ 0.01 мм.

Для всех образцов были получены кривые  $M_i(T)$  первого и повторного нагрева до 800°C. Оценена концентрация в образцах различных минералов, в том числе и металлического железа, для чего по кривой  $M_i(T)$  определялся вклад в величину  $M_i$  данного магнитного минерала. Эта величина делилась на удельную намагниченность насыщения минерала. Принимались следующие величины  $M_s$ : для магнетита+титаномангнетита 90 Ам<sup>2</sup>/кг, для железа 200 Ам<sup>2</sup>/кг, для гетита 0,25 Ам<sup>2</sup>/кг.

На рисунке представлены терромагнитные кривые нескольких образцов осадочных пород: образец мергеля kl-4 из разреза Ключи [4], образцы слабглинистых известняков tetр-13 и tetр-30 разреза Тетрицкаро [3], образец мергеля tetр-9 из разреза Тепловка [4].

Интегральные кривые всех образцов достаточно гладкие, вогнутые, что свидетельствует о значительной доле парамагнитной и суперпарамагнитной намагниченности в общей намагниченности образцов. Это вполне характерно для осадочных пород, содержащих глинистую компоненту. Интерпретировать такую интегральную кривую практически невозможно за исключением выявления некоторой самой общей информации. Например, по излому кривой в области ~200°C можно предположить наличие во всех образцах гидроокислов железа и/или магнитных зерен другого состава с низкими блокирующими температурами. Кроме того, по сравнению кривых первого и второго нагревов можно сказать, что в процессе нагрева до 800°C в образцах содержание зерен с низкими блокирующими температурами (суперпарамагнитные – очень мелкие зерна) не уменьшилось, а в большинстве случаев – увеличилось. Подробное сравнение показывает, что в образцах после нагрева исчезли магнетики с характерными температурами в области от 250°C до 600°C. Это маггемит и магнетит перешли в гематит, в гематит также превратились и все гидроокислы. Но гематит не стал проявляться лучше на кривой второго нагрева, так как он обладает спонтанной намагниченностью, на порядок меньшей, чем у магнетита и маггемита.

Обычные дифференциальные кривые  $dM_s/dT(T)$  представляются существенно более информативными. На этих кривых отчетливо видны терромагнитные эффекты, вызванные удалением связанной воды, присутствием гидроокислов, маггемита, магнетита и даже железа. Кривые второго нагрева существенно более гладкие, все эффекты, вызванные наличием магнетита и маггемита, сильно ослаблены.

Наконец, на дифференциальных кривых  $dM_s/d\log T(T)$  все высокотемпературные эффекты значительно усилены, и отчетливо проявляются не только эффекты уменьшения намагниченности, но также и эффекты относительного роста за счет эффекта Гопкинсона, например, относительный рост намагниченности около 600°C, характерный для гематита, поле насыщение которого существенно больше 0.2 Т. Пики, вызванные присутствием железа, отчетливо проявляются на указанных кривых. Максимумы пиков располагаются в температурном диапазоне ~ 720°...755°C. Температуры Кюри для каждого образца располагаются чуть выше в диапазоне от ~ 735°C до 770°C.

Таким образом, ТМА является одним из самых эффективных (дешевых, экспрессных и надежных) методов диагностики металлического железа в древних осадочных породах. Обнаружив породы, которые содержат заметное количество металлического железа, можно начать обогащение (также с контролем по ТМА) и выделить наиболее богатую фракцию. Эту фракцию можно использовать для наблюдений с помощью электронного микроскопа [5] и непосредственно наблюдать эти зерна. В будущем возможно использовать такие сепараты и зерна для изотопных исследований, что открывает огромные перспективы для палеоастрофизических исследований.

#### Литература

1. Буров Б.В., Нургалиев Д.К., Ясонов П.Г. Палеомагнитный анализ. – Казань: Изд-во КГУ, 1986. – 167 с.
2. Нагата Т. Магнетизм горных пород. – М.: Мир, 1965. – 348 с.
3. Печерский Д.М., Асанидзе Б.З., Нургалиев Д.К., Шаронова З.В. // Физика Земли. – 2009. – Т. 2. – №. 2. – С. 49–65.
4. Печерский Д.М., Нургалиев Д.К., Шаронова З.В. Физика Земли – 2006. – № 10. – С. 99–112.

## ОСОБЕННОСТИ ПАЛЕОФАЦИАЛЬНОГО АНАЛИЗА СРЕДНЕЮРСКИХ АЧИМОВСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ДЕМЬЯНСКОГО ЛИЦЕНЗИОННОГО УЧАСТКА

А.А. Гладышев

Научный руководитель профессор В.А. Белкина

Тюменский государственный нефтегазовый университет, г. Тюмень, Россия

В настоящее десятилетие значительная часть прироста запасов нефти и газа связана с неокомскими и юрскими отложениями, которые представлены коллекторами сложного неоднородного строения с низкими фильтрационно-емкостными свойствами. Для детального изучения особенностей геологического строения месторождений УВ требуется комплексный анализ всего фактического материала, в дальнейшем необходимого для создания геологически-динамических моделей.

В качестве примера исследований геологических особенностей строения среднеюрских и неокомских отложений приводится Демьянский лицензионный участок (ЛУ). В пределах площади был выполнен анализ и установлены закономерности строения коллекторов, вмещающих залежи УВ.

В административном отношении Демьянская площадь находится в северо-западной части юга Тюменской области. По нефтегазогеологическому районированию участок расположен в пределах Фроловской НГО. Нефтегазоносность осадочных отложений доказана на месторождениях: Зимнее (неоком), Ендырское (кора выветривания, средняя юра), Кальчинское (средняя юра, ачимовская толща).

Район Демьянской площади изучен сейсморазведочными работами методом отраженных волн способом общей глубинной точки двумерной модели (МОВ ОГТ 2D), плотность сейсмопрофилей составила 0,56 пог. км/км<sup>2</sup> (рис. 1).

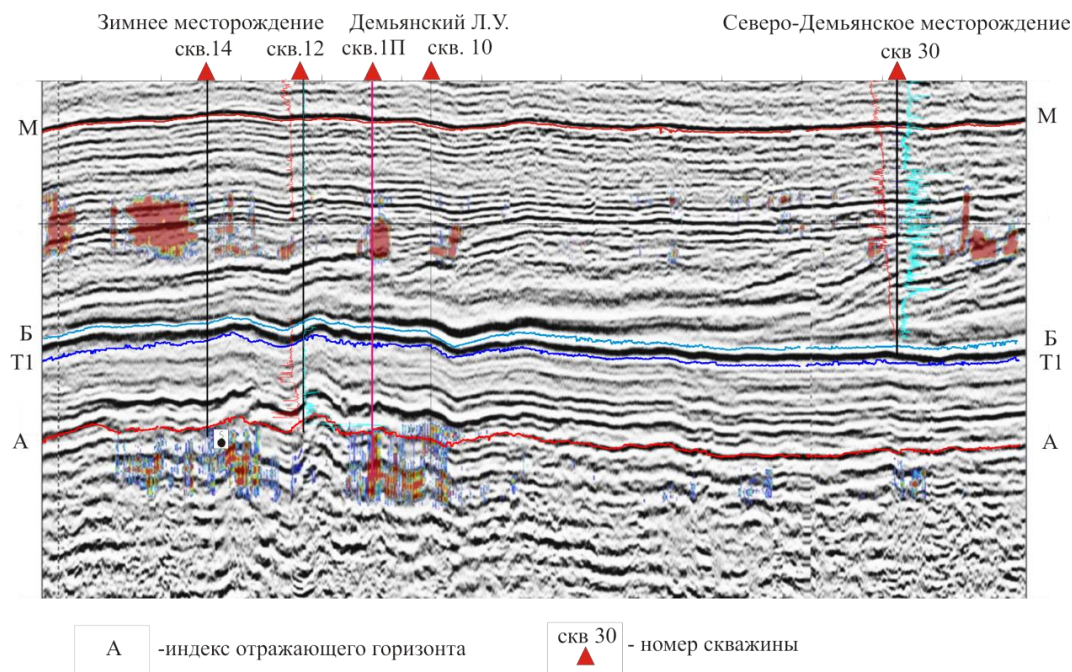


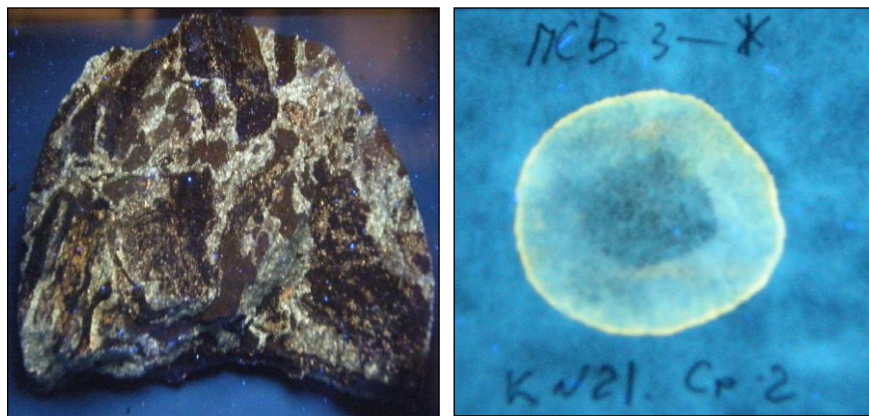
Рис. 1. Сейсмический профиль Зимне-Северо-Демьянского месторождения МОВ ОГТ 2D

ы А, Т1, Б, М, соответствующие основным геологическим границам исследуемого района. А – кровля доюрского основания, ниже горизонта А расположены дислоцированные метаморфизованные породы. На сейсмическом разрезе (рис. 1) с помощью скоростного анализа выделены зоны разуплотнения, соответствующие возможным ловушкам УВ. Залежь в доюрском основании открыта на расположенном в 30 км к северо-западу Ендырском месторождении.

Между отражающими горизонтами Т и А находятся юрские отложения, представленные переслаиванием песчано-глинистых пород. Выделить ловушки на сейсмических разрезах не представляется возможным из-за частого переслаивания пластов. В юрских отложениях распространены ловушки литологического типа, наибольшие перспективы нефтегазоносности связаны с древними палеореками.

Аномальных отражений горизонта Б не наблюдается, что может свидетельствовать об отсутствии перспектив баженовской свиты. Ачимовский клиноформенный комплекс четко прослеживается на широтных сейсморазрезах. Однако для заложения скважин необходимо проводить дополнительные исследования по поиску зон улучшенных коллекторов. В пределах исследуемого участка пробурено две поисково-оценочные скважины, в которых получены непромышленные смешанные притоки газа, конденсата и пластовой воды. По данным геолого-геофизических исследований отмечается возможная продуктивность нижнемеловых отложений.

Для подтверждения перспективности выделенных объектов предлагается использование новых подходов в установлении закономерностей распространения зон улучшенных коллекторов. Один из них – литологический метод, который применяется для диагностики битуминозности горных пород с высокой чувствительностью обнаружения нефтенасыщенных пластов – люминесцентно-битуминологический анализ. Для исследования взят образец мелкозернистого песчаника (рис. 2а) в скв. Демьяновской 1-П (с глубины 3294,7 м, пласт Ю<sub>8.9</sub>), его анализ выполнен с помощью вытяжки ЛБА. В ультрафиолетовых лучах образец вытяжка (рис. 2б) люминесцирует белым и желтым цветом по всей массе, что говорит о том, что в вытяжке содержатся рассеянные твердые битумоиды.



2а

2б

Рис. 2. Образец керна скв. 1 Демьянского лицензионного участка

2а – образец песчаника мелкозернистого, 2б – образец вытяжки люминесцентно-битуминологического анализа (рассеянные твердые битумоиды)

Вместе с этим методом использовалась фотолюминесценция. С помощью данного метода были обнаружены битумоиды в интервалах нижнемеловых отложений (пласты АС<sub>9</sub>, АС<sub>10</sub>), а также юрских отложений (Ю<sub>8.9</sub>, Ю<sub>10</sub>). Для примера был взят керновый материал с интервала 2289...2296 м, который был снят при дневном свете и при фотолюминесценции.

Кроме выше описанных методов, авторами был использован гранулометрический анализ с привязкой геофизических данных и подсчет порового пространства с выходом на палеофациальные условия осадконакопления [2].

Гранулометрический анализ, проведенный по 45 шлифам, показал, что осадконакопление шельфовых нижнемеловых пластов происходило на пляжах и в приподнятых участках шельфа морского бассейна. В период седиментации шельфовых отложений существовали направленные потоки, об этом свидетельствуют встреченные в керне типы слоистости и текстурные особенности пород. Для описываемых пород шельфовых пластов характерна горизонтальная, полого- и косо-волнистая слоистость, текстуры оползания и смятия осадков. Нередко слоистость нарушена ходами донных организмов. Все это свидетельствует о мелководных условиях накопления осадков. Из визуального анализа образцов пород и расположения точек на диаграмме Пассега следует, что седиментация осадков происходила в условиях «направленных» течений, формировавших фации пляжа и фации приподнятых частей шельфа [1]. Ачимовские отложения откладывались в условиях лавинной седиментации.

Детальные петрофизические исследования нижнемеловых шельфовых и ачимовских пластов позволили сделать вывод о различном генезисе этих отложений и связанных с ними фильтрационно-емкостных свойств. Важной особенностью пластов коллекторов являются низкие фильтрационно-емкостные свойства, учет которых необходим при проектировании испытаний с использованием новых технологий вскрытия пластов.

#### Литература

1. Гулари Ф.Г. Строение и условия образования клиноформ Западно-Сибирской плиты (история становления представлений). – Новосибирск: СНИИГГиМС, 2003. – 141 с.
2. Котельников Б.Н. Реконструкция генезиса песков. – Л.: ЛГУ, 1989. – 132 с.

### ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ГРАНИТОИДОВ ШАРАНУРСКОГО И ХАЙДАЙСКОГО КОМПЛЕКСОВ ОЛЬХОНСКОГО РЕГИОНА

Н.В. Горлачева

Научный руководитель профессор В.А. Макрыгина

Институт геохимии им. А.П. Виноградова СО РАН, г. Иркутск, Россия

В геологическом строении Ольхонского региона участвуют различные по составу гнейсы и кристаллические сланцы, метаосадки и магматические породы. Ранее породы острова Ольхон и Приольхонья были расчленены на несколько свит [1, 3]. Крупномасштабное картирование показало, что многие свиты региона повторяются и представлены переслаиванием однотипных пород. Таким образом, наблюдается чередование пластин, имеющих тектони-

ческие границы, с разным сочетанием ассоциаций пород [4]. Поэтому, строго говоря, толща не стратифицируется, и описание пород проводится в рамках двух крупных подразделений – ольхонской и ангинской толщ.

Все толщи вместе с тем охвачены ореолом палеозойского зонального регионального метаморфизма со смежной зон от эпидот-амфиболитовой до гранулитовой фаций включительно, с одновременным ростом температур (450...850° С) и давлений (3,5...7 кбар).

Породы ольхонской толщи слагают весь остров Ольхон и большую часть Приольхонья. В строении серии выделяется две структурно-парагенетические ассоциации. Одна представлена переслаиванием метатерригенных пород – гранат-биотитовых и биотитовых гнейсов с metabазальтами – амфиболитами и пироксен-амфиболовыми сланцами, интенсивно гранитизированными. Между ними зажаты пластины переслаивания кальцитовых, доломитовых мраморов, диопсидовых плагиосланцев и графитовых кварцитов.

Породы ангинской толщи слагают юго-западное Приольхонье. Это пестрые сланцы, известково-силикатные породы, мраморы, кварциты, а также монцогаббро, диориты, гранодиориты, граниты и метавулканиды, представляющие вулcano-плутоническую серию островодужного типа.

В тектоническом развитии региона выделяется два этапа, отвечающие покровно-надвиговому и сдвиговому тектогенезу [4]. Первый развивается на стадии каледонской коллизии кратона и островной дуги (около 500 млн л), а второй – на позднеколлизийном этапе (470 млн л). Процессы второго этапа играют важную роль в образовании более мелких тектонических пластин и переходе от мигматитов и гранитогнейсов к массивам и жилам гранитного состава.

Гранитоиды объединены в два комплекса: шаранурский и хайдайский.

Шаранурский комплекс представлен гранитогнейсами, мигматитами, автохтонными гранитами, жилами гранитов и гранит-пегматитов. Комплекс мигматитов и гранитогнейсов ярко выражен в структуре Приольхонья и острова Ольхон своеобразными купольными зонами или валами. В них граниты являются автохтонными образованиями. При формировании комплекса шаранурских гранитоидов магматическая дифференциация не проявлялась (т.к. все гранитоиды относятся к одному типу нормальных щелочноземельных пород гранитного семейства). Как и во всех высоко метаморфизованных комплексах, процесс гранитизации в ольхонской толще протекал по схеме: исходные породы (сланцы, гнейсы) – плагиомигматиты – калишпатовые мигматиты – гранитоиды (гранитные выплавки). Но осуществлялся он здесь на фоне характерных для коллизийных зон интенсивных тектонических движений, с перерастанием складчатых деформаций покровного типа в «...более поздние (но мощно проявленные) системы сдвигового типа» [4]. Сдвиги привели к формированию контрастных зон повышенного и пониженного давления в толще и к частичному плавлению в последних мигматитов и гранитогнейсов с образованием гранитных жил по оперяющим главным сдвиги трещинам. О сложной истории развития шаранурских гранитоидов свидетельствует строение цирконов в них. Зональные зерна циркона содержат в ядрах раскристаллизованные расплавленные включения (момент выплавки), в тонкой оболочке – включения со стеклом, возникшие в момент быстрого перемещения расплава в трещину при сбросе давления. Внешняя оболочка с газовой-жидкими метаморфическими включениями представляет этап регрессивного метаморфизма (данные Е.В.Толмачевой).

К юго-западу от Бирхинского (Озерского) габброидного массива большие площади занимают гранитоидные массивы, относимые к хайдайскому комплексу (Крестовский, Булыкский, Таловский массивы). Гранитоиды этого комплекса проявлены только в пределах ангинской толщи. Массивы не гомогенны: их состав меняется от габбро-диоритов, кварцевых диоритов и гранодиоритов до гранитов. Породы имеют явно интрузивный облик и содержат ксенолиты вмещающих плагиоклазовых порфиритов (метаандезиты) и габбро. Границы разновидностей гранитоидов также резкие, что позволяет называть их фазами. В то же время более основные разности амфиболитованы и эпидотизированы, что свидетельствует о дометаморфическом их образовании. В этих породах цирконы имеют явно интрузивный облик и содержат расплавленные раскристаллизованные включения. Однако в них есть тонкая внешняя кайма метаморфического генезиса.

Жильные граниты шаранурского комплекса прорывают сланцы ангинской толщи и массивы габбро, а также гранитоиды Крестовского массива.

Раньше возраст изучаемых толщ считался архейским, но по данным оценок возраста U-Pb, Ar-Ar и Sm-Nd методами, проведенных в разных лабораториях, он является раннепалеозойским (500...465 млн л). При этом, метаморфические и основные интрузивные породы имеют возраст 500...480 млн л, гранитоиды – 480...465 млн л, что отражает возраст метаморфизма и гранитообразования [4].

Согласно геохимическим данным, шаранурский комплекс гранитоидов имеет повышенные содержания Ва, К, Sr, Zr и пониженные содержания Ti, Y, Ni и Cr (рис.).

Гранитоиды этого комплекса по составу не различаются между собой и относятся к нормальным щелочноземельным гранитоидам. Однако соотношения редких элементов отражают особенности состава вмещающих пород, что свидетельствует о мелкоочаговом характере выплавки [2]. На острове Ольхон в мигматитах и гранитах фиксируются аномально низкие (в 10...100 раз ниже кларковых) содержания Rb – 1...18 г/т. Там же встречаются аномально богатые Sr (до 1100 г/т) разности калиевых гранитов и плагиомигматитов. На северной оконечности острова, где развиты ассоциации гранулитовой фации, гнейсы, мигматиты и особенно граниты резко обогащены Zr, Nb, P3Э.

Хайдайский комплекс гранитоидов имеет высокие содержания К, Yb, Y, пониженное содержание Ti, Ni, Cr, а также наблюдается значительное содержание V (рис.). Содержания элементов в разновидностях пород этого комплекса резко различаются, т.к. комплекс образован в несколько фаз. Состав фациальных разновидностей гранитоидов из интрузивных массивов юга Приольхонья широко варьирует. В Крестовском массиве от кварцевых диоритов и гранодиоритов к гранитам снижаются концентрации Sr, F и мафических компонентов, растут содержания Rb [2].

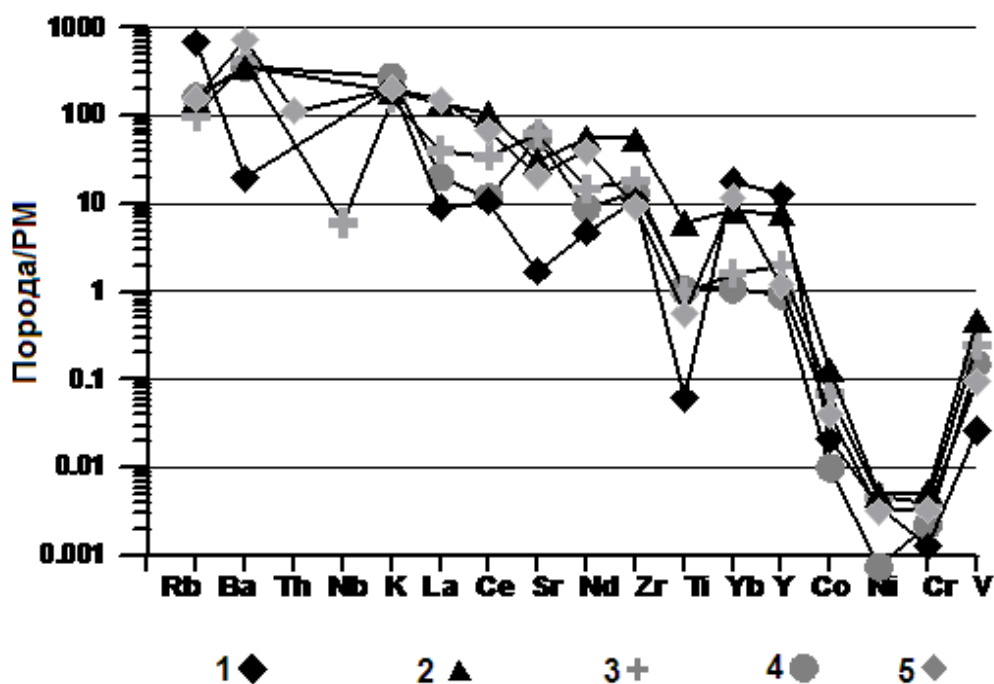


Рисунок. Спайдердиаграммы для гранитоидов хайдайского (1, 2) и шаранурского (3, 4, 5) комплексов

Породы хайдайского комплекса имеют геохимические характеристики, близкие к метаэффузивным породам среднего и основного состава ангинской толщи и идентичные островодужным мигматитам. Это доказывает их образование в обстановке островной дуги. Породы комплекса имеют признаки наложенного метаморфизма, то есть формировались до коллизии островной дуги и Сибирского кратона. Шаранурский комплекс образовался в породах ольхонской толщи в процессе гранитизации и анатексиса, то есть является постметаморфическим.

#### Литература

1. Куклей Л.Н. Тектонические структуры гранитизации (на примере Зап. Приольхонья). М.: Наука, 1988. – 214 с.
2. Макрыгина В.А., Петрова З.И. Геохимия мигматитов и гранитоидов Приольхонья и острова Ольхон (Зап. Прибайкалье). – 1996. – № 7. – С. 637–649.
3. Павловский Е.В., Ескин А.С. Особенности состава и структуры Архея Прибайкалья. М.: Наука, 1964. – 126 с.
4. Федоровский В. С., Добржинская Л. Ф., Молчанова Т. В., Лихачев А. В. Новый тип меланжа // Геотектоника. – 1993. № 4. – С. 30–45.

### ТИПОМОРФИЗМ КВАРЦА АЯН-ЮРЯХСКОЙ ПЛОЩАДИ МАГАДАНСКОЙ ОБЛАСТИ

А.А. Ескин

Научный руководитель доцент О.Н. Лопатин

Казанский государственный университет им. В.И. Ульянова-Ленина, г Казань, Россия

В ходе прохождения практики в Магаданской области были отобраны образцы горных пород магматического и осадочного генезиса и образцы жильного кварца, исследованные в дальнейшем различными методами для изучения геологического строения района и типоморфизма жильного кварца.

При оптико-микроскопическом описании вмещающих горных пород получены данные о вторичных изменениях. В ряде образцов наблюдается серицитизация полевого шпата, пиритизация и растворение кварца. В образцах из зоны тектонического контакта интенсивно проявлены процессы щелочного метасоматоза, на который наложена пиритизация, что указывает на поступление кислых серосодержащих растворов.

Экспериментальные работы проводились в рентгенографической лаборатории на дифрактометре «ДРОН-2.0».

В результате проведенных рентгенографических исследований был изучен минеральный состав образцов (рис.1): кварц, хлорит, мусковит, полевой шпат (предположительно плагиоклаз). Определена блёкляя руда состава, соответствующего тетраэдриту с формулой  $Cu_{12}Sb_4S_{13}$ .

В процессе исследования методом ЭПР было проанализировано несколько мономинеральных протолочек кварца и кальцита.

На рис. 2 приведены спектры образцов, записанные при комнатной температуре и представленные линиями ионов  $Mn^{2+}$ , изоморфно входящего в структуру кальцита.

На рис. 3 приведён спектр образца в диапазоне изменений магнитного поля 3250...3700 Гс, записанного при температуре жидкого азота (77° К).

Запись спектров при низкой температуре позволила определить примесный ион  $Al^{3+}$  в образцах жильного кварца и радиационный O-центр. Установлено, что E'-центры наблюдаются практически во всех образцах. Из литературных данных известно, что концентрация E'-центров уменьшается с ростом глубины, т.е. происходит залечивание вакансий кислорода в структуре кварца; этот факт обусловлен повышенными P/T условиями формирования пород и/или снижением палеодозы.

Условия образования минерала и процессы метаморфизма оказывают существенное влияние как на концентрацию примесного алюминия, так и на распределение примесей по возможным разновидностям дефектов. Ионы алюминия в кварце занимают кремниевые позиции, а недостающий положительный заряд компенсируется каким-либо щелочным ионом или протоном.

Значительная часть алюминия находится в дефектных областях структуры или имеет в качестве компенсатора протон.

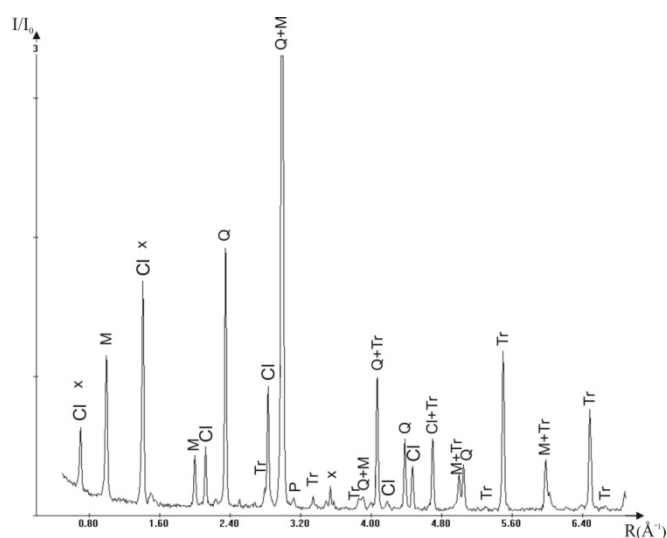


Рис. 1. Результаты рентгенографических исследований. Cl – хлорит, M – мусковит, Q – кварц, Tr – тетраэдрит, P – полево шпат, x – предположительно сульфиды меди и/или серебра

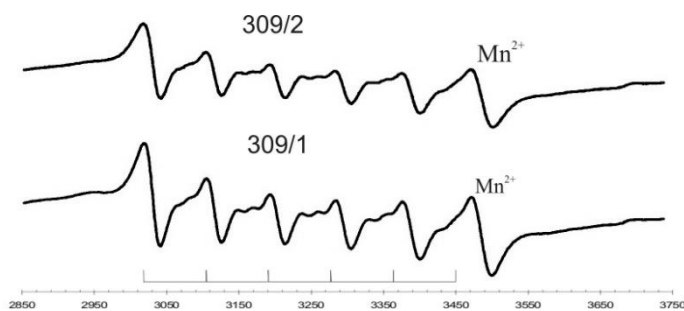
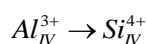


Рис. 2. Спектры образцов 309/2 и 309/1

Одним из ведущих параметров минералообразующей среды, влияющим на изоморфное замещение кремния алюминием, является режим кислотности-щелочности гидротермальных растворов, связанный с недосыщением кремнеземом и высокой концентрацией ионов щелочных металлов ( $Na^+$ ,  $Li^+$ ). По данным моделирования процессов минералообразования и спектроскопического изучения структурных дефектов в силикатах отмечается, что в таких растворах  $Al^{3+}$  образует комплексные соединения с координационным числом "четыре" и входит в образующиеся структуры в виде радикального комплекса  $AlO_2$  [1, 2]



Постепенная смена состава и концентрации растворов, соответствующая периоду их подкисления, препятствует вхождению структурного алюминия на место кремния и, наоборот, способствует стабилизации трехвалентной катионной формы алюминия, кристаллохимически более расположенного для вхождения в октаэдрические позиции.

Количество примесей щелочных ионов уменьшается от высокотемпературного к низкотемпературному кварцу. Также существует тенденция смены ионов-компенсаторов от натрия в ранних генерациях до лития и водорода в промежуточных и поздних [3].

Ионы алюминия в кварце гетеровалентно замещают ионы кремния. Значительная часть алюминия имеет в качестве компенсатора положительного заряда какой-либо щелочной ион или протон.

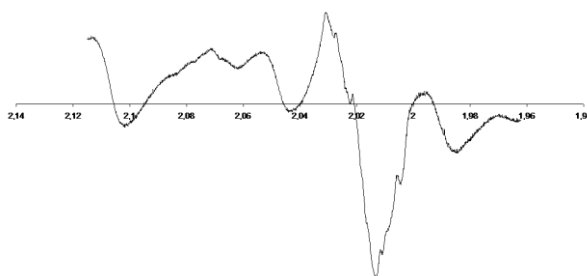


Рис. 3. Спектр образца 309

Одним из ведущих параметров минералообразующей среды, влияющим на изоморфное замещение кремния алюминием, является режим кислотности-щелочности гидротермальных растворов, связанный с недосыщением кремнеземом и высокой концентрацией ионов щелочных металлов. Также существует тенденция смены ионов-компенсаторов от натрия в ранних генерациях до лития и водорода в промежуточных и поздних генерациях гидротерм.

#### Литература

1. Максимчук В.Г., Таращан А.Н. О собственной люминесценции кислородсодержащих минералов (силикаты) // Кристаллохимия и спектроскопия минералов. – Киев, 1984. – С. 15–35.
2. Румянцев В.Н. Структурный алюминий в кварце как индикатор физико-химических условий кристаллизации // Записки ВМО. – 1979. – Вып. 6. – С. 647–657.
3. Юргенсон Г.А. Типоморфизм и рудоносность жильного кварца. – Москва, 1984. – 149 с.

### ВОЗМОЖНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ СКВАЖИННОЙ ГЕЛИЕВОЙ СЪЕМКИ ДЛЯ ПОИСКОВ НЕФТИ НА ЮЖНО-ЯГУНСКОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ (Г. КОГАЛЫМ)

Д.В. Зелинский

Научный руководитель доцент Ю.В. Индукаев  
Томский государственный университет, г. Томск, Россия

Гелий – благородный газ, из-за химической инертности не сорбируется породами и не образует соединений с другими химическими элементами. Способность гелия к миграции выше, чем у остальных газов, кроме водорода.

Для решения геологических задач выбор в качестве инструмента детализации гелиевой съемки (определение концентрации гелия в почвенном слое) имеет серьезное физико-геологическое обоснование. Это обусловлено тем, что в современных флюидодинамических потоках, носителем которых обычно является глубинный (неатмосферный) азот, CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> и другие УВ-газы гелиенасыщенность во всех случаях очень высокая и составляет от первых до 10, и даже до 20 объемных процентов.

Изменение степени вертикальной проницаемости тектонических нарушений и, как следствие, изменение характеристик трещинных коллекторов находит отражение в изменении концентрации гелия в подпочвенном слое.

В основе геохимических поисков, одним из методов которых является газовая съемка, лежит представление о фильтрационно-диффузионном массопереносе газов, в том числе углеводородных, и низкомолекулярных жидких углеводородов из залежей к поверхности Земли.

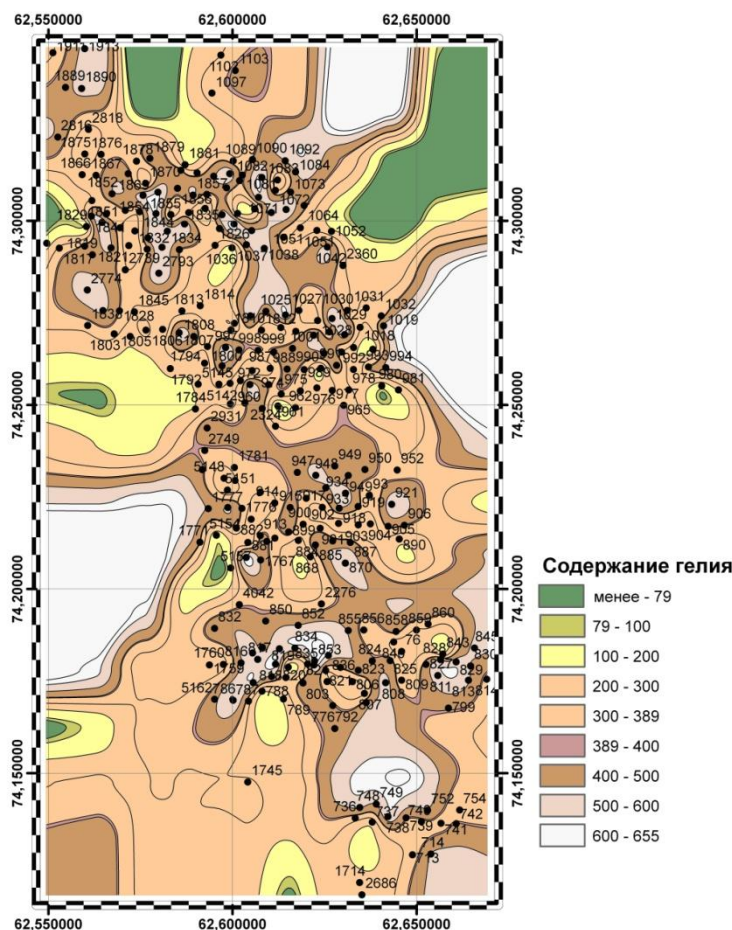
Вертикальная миграция газов представляет сложный, поддающийся лишь приближенному анализу, процесс с интенсивным проявлением фильтрации по системам трещин и каналов в зонах тектонических нарушений. Реальность процесса подтверждается наличием газовых аномалий над месторождениями в неглубоко залегающих горизонтах надпродуктивных отложений и подпочвенных образований в зонах распространения тектонических нарушений и на участках трещиноватости пород.

Фундаментальным для прогноза залежей нефти и газа по гелию является факт, что растворимость гелия в нефти на порядок больше, чем в воде, а содержание гелия в свободном газе еще на порядок выше. Основным источ-



ником гелия в контурах нефтегазоносности при наземных и скважинных измерениях являются нефтяные и газовые залежи [1, 2].

В разнообразных геологических ситуациях высокочувствительная гелиометрическая съемка необходима для постановки буровых работ. Она необходима для выявления зон распространения залежей нефти и газа и прогноза развития наиболее проницаемых коллекторов, для выявления зон с трещинной проницаемостью в наиболее преобразованных и нефтегазонасыщенных горизонтах осадочного чехла, для сравнения и оценки проницаемости выявленных зон улучшенной проницаемости и трещиноватости. Однако также актуально было бы применять скважинную гелиометрическую съемку на месторождениях, которые долго отрабатываются. Результатами скважинной гелиевой съемки является районирование территории работ по величинам концентрации Не в скважинном воздухе и на этой основе геометризация невовлеченных в разработку активных запасов. Такая гелиометрическая съемка проведена в северной части Южно-Ягунского месторождения (г. Когалым).



**Рисунок. Схематическая карта модельного представления распределения гелия на участке Южно-Ягунского месторождения**

Южно-Ягунское месторождение относится к длительно разрабатываемым объектам, – оно открыто в 1979 году, в эксплуатацию введено в 1983 году. В его пределах к настоящему времени пробурен обширный фонд поисковых, разведочных и эксплуатационных скважин. Оно расположено в пределах Сургутского свода, многопластовое. Продуктивные пласты: БС 10-1, БС 10-2, БС 11-1, БС 11-1а, БС 11-2, БС16, БС18, ЮС1. В эксплуатации находятся пласты БС 10-1, БС 10-2, БС 11-1, БС 11-2 и ЮС1.

Работы по гелиевому мониторингу эксплуатационных скважин выполнены с использованием портативных гелиевых течеискателей "Helitest" и PHD-4.

Мониторинг залежей измерением концентрации Не на устье эксплуатационных скважин выполнен в два этапа. На первом этапе выполнено 6 циклов наблюдений в 287 скважинах, на втором этапе мониторинга – 3 цикла наблюдений в 329 скважинах, из них в 259 скважинах первого этапа.

Обработано 24054 значений, полученных в результате съемки по 289 скважинам. Данные обработаны по каждому прибору (Helitest и PHD), в результате получены средние содержания гелия и основные статистические характеристики.

При первичной интерпретации данных по каждому из приборов было выявлено, что предварительные аномалии, полученные по результатам съемки обоими приборами, накладываются друг на друга. Было решено взять

средние результаты по двум приборам, чтобы увеличить надежность полученных данных и уменьшить объем обрабатываемого материала.

На основании полученных значений содержания гелия на устье скважин с использованием программного продукта ArcGIS 9.3 построена цифровая модель содержания гелия (рис.).

В дальнейшем по рисунку будут выделяться аномалии гелия, так как модель построена на основании данных съемки. Поскольку юго-западная и северо-восточная части модели достроены программной средой ArcGis, эти части модели учитываться не будут, так как результаты таких построений ничем не подтверждены.

Так как фоновое содержание гелия равно 389,0451, то все значения, превышающие фоновое, будут аномальными, а районы распространения таких значений – аномалиями.

По данным гелиевой съемки выделяются четыре группы положительных аномалий гелия, которые могут указывать на присутствие углеводородов: первый – аномалии с содержанием 389...400, второй – аномалии с содержанием 400...500, третий – аномалии с содержанием 500...600, четвертый – аномалии с содержанием 600...655. Но практическое значение имеют лишь третья и четвертая аномалии, так как содержание гелия в них максимально и прогноз присутствия неотработанных залежей нефти будет более точным.

Выделяются отработанные участки месторождения, на которых предположительно отсутствуют не отработанные нефтяные залежи. Так как Южно-Ягунское месторождение обрабатывается давно, то в районе исследований отмечается существенное количество таких участков. Участки на карте, где содержания гелия ниже фонового значения, считаются отработанными.

Подтвердить полученные результаты возможно только бурением или геофизическими работами.

Подтверждение выводов будет свидетельствовать о возможности применения данного метода гелиевой съемки для поисков текущих запасов нефти на достаточно долговременно обрабатываемых месторождениях. Метод не доработан и существуют ограничения его применения. Но за счет малых финансовых затрат, а также скорости и легкости обработки данных гелиевая скважинная съемка может найти широкое применение для поисков участков месторождения с неотработанными запасами.

Считаю, что обнаружение дополнительных запасов нефти весьма актуально и целесообразно доработка метода гелиевой скважинной съемки.

#### Литература

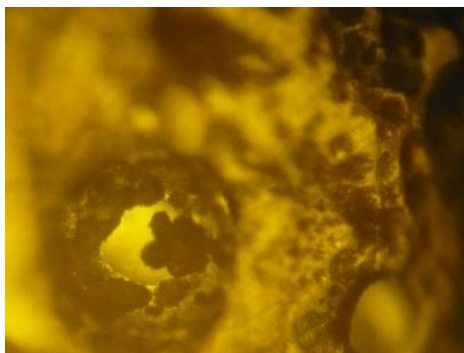
1. Якуцени В.П. Геология гелия. – Л.: Недра, 1968. – 232 с.
2. Яницкий И.Н. Гелиевая съемка. – М.: Недра, 1979. – 170 с.

### ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОКАМЕНЕНИЯ ЯНТАРЯ ПРИМОРСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

**Н.С. Иванова**

Научный руководитель доцент В. В. Дьяконов  
Российский университет дружбы народов, г. Москва, Россия

Методами микроскопии нам удалось зафиксировать в воздушных включениях янтаря минерализованные бактериальные колонии (рис. 1).



**Рис. 1. Минерализованные бактериальные колонии. Шлиф. Ув. 150. Без анализатора**

Помимо бактериальных форм в янтаре разными авторами описано более трехсот видов разнообразных растительных и фаунистических остатков прекрасной сохранности. На их основе палеонтологами реконструированы обстановки субтропического климата горной страны типа современной Японии и Южного Китая. Вместе с тем, анализ опубликованных материалов показывает, что помимо наземных органических остатков в янтарях из разных месторождений фиксируются остатки фауны, средой обитания которой являются речные и морские водоемы. В таблице 1 сведены некоторые данные по этому вопросу.

Поскольку янтарь включает остатки организмов, обитавших в водной среде, то, очевидно, при перемещении до бассейна осадконакопления его выделения, хотя бы частично, сохраняли липкие свойства.

Нашими исследованиями выявлены остатки панцирей микрорачков рода *balanus*, замещенных янтарным веществом. Последнее обстоятельство свидетельствует об определенной подвижности янтарного вещества и его способности участвовать в процессах метасоматоза.

Из минеральных включений в янтаре описаны пленки пирита, пелитоморфного кальцита, скопления битумов. Нами дополнительно фиксируются захваченные янтарем аутигенные и переотложенные зерна глауконита, таблички слюды и обломки кварца (рис. 2, 3). Следовательно, янтарь, попадая в морские осадки, все еще сохранял липкие свойства, и его превращение в твердое вещество происходило под воздействием диагенеза вмещающих отложений.

Таблица 1

*Заключенные в янтаре остатки организмов, обитавших в пресных и морских водоемах*

Наименование	Систематика	Среда обитания	Регион	Авторы
Амфиподы (рачки)	Isaeidae Niphargidae	Морское мелководье Пресные водоемы	Прибалтика, P <sub>2</sub> <sup>3</sup>	С. Coleman, А. Myers., 2000 г.
Кораллы		Морское мелководье	Прибалтика, P <sub>2</sub> <sup>3</sup>	Б.И. Серебродольский, [7]
Водомерки	Gerridae, Hydrometridae	Пресные водоемы		
Личинки веснянки	Trichoptera			
Жуки вертячки	Girmitidae			
Жуки плаунцы	Dytiseidae			
Поденки	Ephemeroptera			
Веснянки	Plecoptera			
Верховодки				
Фораминиферы		Открытый шельф моря	Франция, K <sub>2m</sub>	J.Amos, 2008 г.
Диатомовые				
Радиолярии				
Остатки губок				

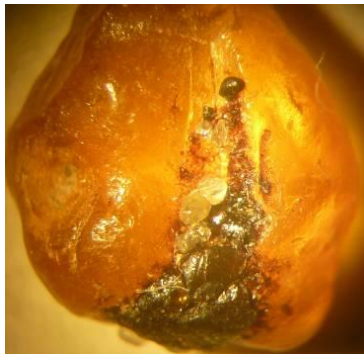


Рис. 2. Включения глауконита, кварца и битумного вещества. Ув. 32

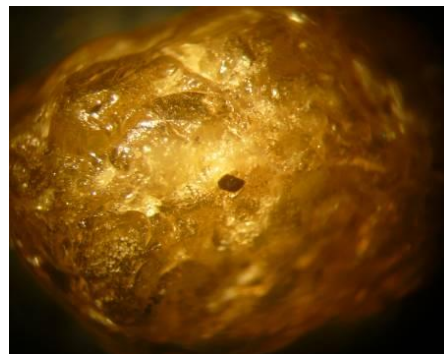


Рис. 3. Включения аутигенных чешуек слюды. Ув. 32

В принятых классификациях и инструкциях ГКЗ Приморское месторождение относится к группе прибрежно-морских россыпей. Однако по целому ряду особенностей оно заметно выделяется среди россыпей классического типа. В таблице 2 дано сопоставление этих объектов.

Показанные в таблице различия отражают два разных механизма транспортировки минерального материала в бассейн осадконакопления.

Рудные минералы при формировании классических россыпей перемещались вместе с донными наносами речных и морских течений, что обусловило сортировку и окатанность минералов. В отличие от них, транспорт янтаря осуществлялся, по нашему мнению, на стволах деревьев, которые реки выносили в море и где затем они волнами разносились по всей его акватории. При насыщении морской водой стволы погружались на дно, и после разложения древесины куски янтаря самого разного размера и формы попадали в осадки, нередко сохраняя вязкие и липкие свойства. Благодаря этому к ним прилипал посторонний материал, который по мере окаменения янтаря консервировался по периферии его кусков. В отдельных случаях диагенетическая литификация янтаря протекала не полно, и тогда формировался сорт янтаря, который на месторождении местные геологи называют кранцит, т.е. пластичный, мягкий янтарь, способный легко разрезаться ножом.

Таблица 2

Сопоставление характеристик прибрежно - морских россыпных металлоносных месторождений и янтара

Характеристики	Россыпи рудных минералов	Приморское месторождение янтара
Механическая прочность полезного минерала	Высокая	Низкая (янтарь хрупкий)
Плотность минерала	Высокая ( $> 3 \text{ г/см}^3$ )	Низкая ( $\sim 1.05 \dots 1.06$ ) (тяжелее пресной, легче морской воды)
Степень сортировки и окатанности материала	Высокая	Низкая (отсутствует)
Связь с гранулометрическим составом вмещающих отложений	Хорошо выражена	Отсутствует
Способность к длительной транспортировке водным потоком	Высокая	Из-за хрупкости, низкой твердости и слабой литификации (частично находится в вязком, липком состоянии) не способен к длительному переносу
Способность к гравитационной аккумуляции в морской воде	Хорошо проявлена (материал тяжелее морской воды)	Отсутствует (материал легче морской воды)
Протяженность вкостригания залежи	n 100 м	n 10 км

## Литература

1. Гуревич Г.И., Казанов Ю. В. Полезные ископаемые Калининградской области. – Калининград: Калининградское книжное издательство, 1976.
2. Загородных В.А, Кунаева Т.А. Геология и полезные ископаемые Калининградского региона. – Калининград: Янтарный сказ, 2005.
3. Смит Г. Драгоценные камни. – М.: Мир, 1980.
4. Соболевский В.И. Замечательные минералы. – М.: Просвещение, 1983.
5. Сребродольский Б.И. Янтарь. – М.: Наука, 1984.
6. Сребродольский Б.И. Мир янтара. – Киев: Наука думка, 1988.
7. Сребродольский Б.И. Геологическое строение и закономерности размещения месторождений янтара СССР. – Киев: Наука думка, 1984.

### МИНЕРАЛОГ-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПЕРМСКИХ УГЛЕЙ ВОЛГО-УРАЛЬСКОГО РЕГИОНА

**А.Ф. Исламов, Р.Р. Гайфуллина, Е.В. Нуждин**

Научный руководитель профессор Р.Р. Хасанов

*Казанский государственный университет им. В.И. Ульянова-Ленина, г. Казань, Россия*

На территории Волго-Уральского региона в раннеказанское время существовали благоприятные для угленакпления условия. В связи с регрессией морской акватории на запад на обширном обмелевшем побережье в низинных участках образовались мелкие торфяники. Наибольшая угленосность пермских отложений территории наблюдается в бассейне нижнего течения рек Камы и Белой.

По разрезу угли представлены линзовидными, быстро выклинивающимися телами незначительной мощности (0,1...1,75 м), которые часто замещаются глинами [2]. Характерной особенностью пермского угленакпления является широкое развитие в обрамлении углей красноцветных отложений аридного литогенеза, представленных молассовым комплексом (продукты разрушения Уральских гор). По природному типу пермские угли гумусовые, соответствуют бурым (стадия метаморфизма Б1), обладают относительно высокой зольностью (40...48 %), которая в зоне гипергенеза увеличивается до 80 %. Их свойства и показатели качества достаточно сильно меняются в пространстве. На северо-востоке Татарстана угли обладают более высоким качеством – в пределах Голушурминского месторождения уголь относительно плотный, зольность в среднем около 40...45 %. Органическое вещество углей находится на низкой ступени метаморфического преобразования и содержит не разложившиеся фрагменты растительной ткани. В химическом составе золы углей преобладающим компонентом является кремнезем (60,41 %) и высока доля оксидов железа (4,68 %). Пермские угли характеризуются низкими значениями алюмокремниевого модуля ( $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2 = 0,26$ ), что, вероятно, указывает на преобладание в бассейне осадконакопления процессов механического выветривания над химическим, характерного для аридного типа литогенеза. К настоящему времени в пермских углях Волго-Уральского региона установлены [1] значительные концентрации ряда элементов-примесей (ЭП), таких как Ti, Mn, Ba, Sr, Zr, Zn, Mo, V, Ni и др. По разрезу такие концентрации не выдержаны, но, как правило, увеличиваются в приконтактовых участках угольного пласта.

Актуальной проблемой является установление форм нахождения металлов в составе углей. Известно, что состав минерального вещества углей определяется как составом питающей провинции, так и климатическими и фациальными условиями образования. Последние являются определяющими на стадии торфонакопления.

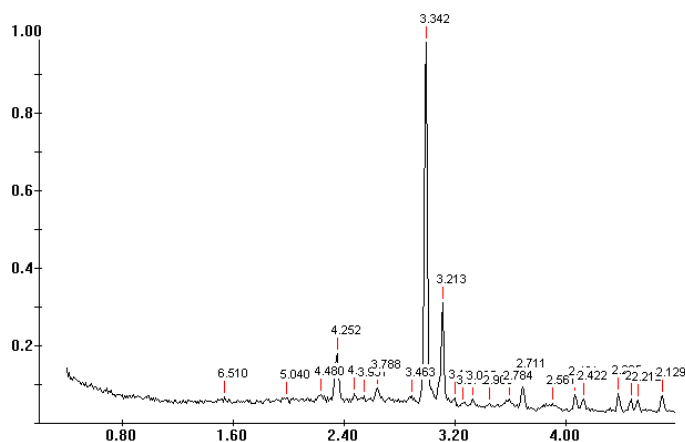


Рис. 1. Рентгеновская дифрактограмма осадка, выделенного из угля

В рамках настоящей работы были изучены образцы угля, отобранные из 8 угленосных территорий Волго-Уральского региона. Исследование минерального состава углей проводилось на растровом электронном микроскопе (РЭМ-202М) с приставкой энергодисперсионного спектрометра (ЭДАР) и рентгеновском дифрактометре (ДРОН-3).

Неорганическое вещество углей представлено, в основном, глинистым веществом (преобладает каолинит), а также кварцем, мусковитом, кальцитом, гипсом, альбитом, КПШ, пиритом и др (рис. 1, табл.). Рудные минералы представлены оксидами железа, рутилом, галенитом, сфалеритом, баритом и др.

Таблица

Рентгенофазовый анализ осадка, выделенного из угля

d, Å	Минерал	d, Å	Минерал	d, Å	Минерал
9,921	Мусковит	3,230	КПШ	2,556	Мусковит+каолинит
7,08	Каолинит	3,181	Альбит	2,451	Кварц
6,510	Альбит	3,125	Пирит	2,280	Кварц
4,480	Мусковит	2,990	Альбит	2,236	Кварц
4,252	Кварц	2,90	Альбит	2,208	Кварц
3,765	Альбит	2,778	Альбит	2,122	Кварц
3,342	Кварц	2,706	Пирит		

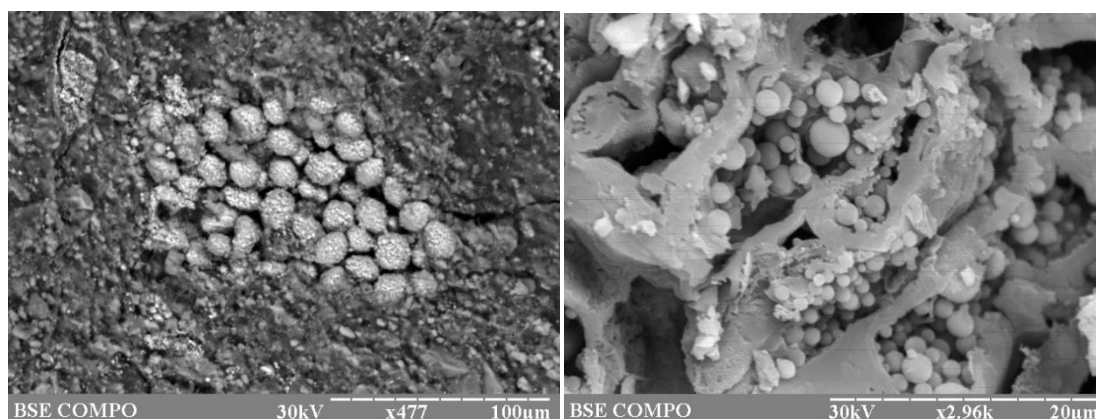


Рис. 2. Органогенные формы выделения пирита в углях (фрамбонды)

Для пермских углей характерно широкое развитие сульфидов железа преимущественно органогенных (рис. 2). Это указывает на присутствие в растворе торфяника достаточного количества сульфат-иона (известны высокие корреляционные связи между количеством общей серы в углях и близостью моря, основного источника сульфат-

иона), необходимого для осуществления бактериальных сульфатредукционных процессов, и реакционноспособного железа.

Присутствие известняков и гипсов в угленосных толщах также указывает на постоянное соседство торфяника и моря. Периодически море затопляло торфяники, и вследствие этого в торфяниках отлагались известняки и гипсы. В связи с этим в угленосных отложениях по всему разрезу встречаются прослои морских известняков, а в неорганическом веществе углей – обломки зерен кальцита.

В результате проведенной работы были получены новые данные о минеральном и химическом составе пермских углей, отражающем влияние ландшафтно-климатических условий на стадии углеобразования. На качество углей большое влияние оказывает также региональный минеральный и химический фон. Так, для пермских углей Волго-Уральского региона внешние факторы осадконакопления обусловлены близостью морской среды и наличием разрушающейся Уральской складчатой системы. В торфяники поступало большое количество терригенного материала, в составе которого было привнесено значительное количество элементов-примесей. Минеральных форм этих металлов не обнаружено, что позволяет считать их основными концентраторами органического вещества.

#### Литература

1. Гафуров Ш.З., Хасанов Р.Р. Угольный тип // Методическое руководство по поискам, оценке и разведке месторождений твердых нерудных полезных ископаемых Республики Татарстан (в 3-х частях) // Под ред. Ф.М. Хайретдинова, Р.М. Файзуллина. – Казань: Изд-во Казан. ун-та, 1999. – 256 с.
2. Гафуров Ш.З., Ларочкина И.А., Тимофеев А.А., Хасанов Р.Р. Камский угольный бассейн // Угольная база России. Том 1. Угольные бассейны и месторождения европейской части России // Редколлегия тома: И.Б. Гранович, О.Е. Жуков и др. – М.: ЗАО «Геоинформмарк», 2000, – 483 с.

### ВЕЩЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ УГЛЕЙ КАК ИНДИКАТОР УСЛОВИЙ ВИЗЕЙСКОГО УГЛЕОБРАЗОВАНИЯ В КАРБОНАТНЫХ ВРЕЗАХ НА ТЕРРИТОРИИ ТАТАРСТАНА

А.Ф. Исламов, А.Г. Нуриев

Научный руководитель профессор Р.Р. Хасанов

Казанский государственный университет им. В.И. Ульянова-Ленина, г. Казань, Россия

В визейское время на территории современного Татарстана существовал мелководный морской бассейн. На юго-востоке территории Южно-Татарский свод представлял островной участок суши, на дневную поверхность которого выходили карбонаты турнейского возраста. Процессы интенсивного карстообразования определили высокую степень расчлененности рельефа, основными формами которого стали разнообразные карбонатные врезы. По мере развития врезов происходило их заболачивание и накопление растительного вещества. На сегодняшний день на территории Татарстана известно 95 визейских углепроявлений. По природному типу визейские угли гумусовые, по марочному составу относятся к каменным (марка Д), участками обладают свойствами бурых (БЗ) и характеризуются невысокой зольностью (15...26 %) [3].

Исследовались образцы угля, отобранные из керна нефтепоисковой скважины № 4021 (Ивинская площадь), вскрывшей ранее не изученную залежь ископаемого угля визейского возраста.

Изучение неорганического вещества (НОВ) углей проводилось на растровом электронном микроскопе (РЭММА-202М) с приставкой энергодисперсионного рентгеновского спектрометра (ЭДАР), глинистое вещество изучалось на рентгеновском дифрактометре (ДРОН-3).

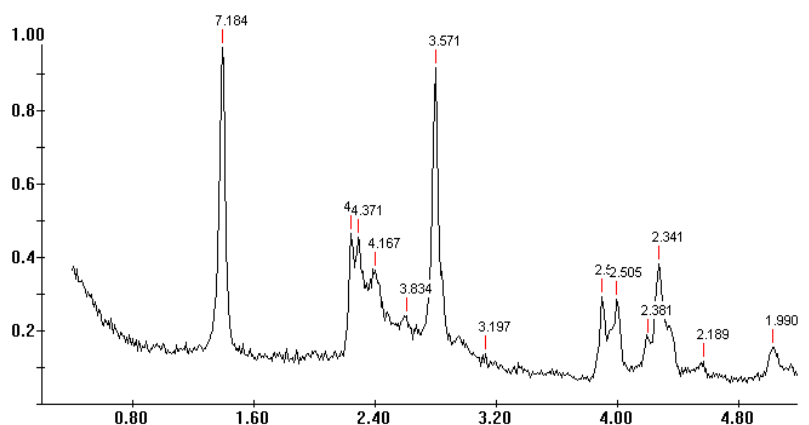


Рис. 1. Рентгеновская дифрактограмма осадка, выделенного из угля

В результате проведенных исследований установлено, что состав НОВ исследованных углей аналогичен составу угля в одновозрастных залежах Татарстана. К золообразующим минералам могут быть отнесены кальцит,

гипс, полевые шпаты (в основном альбит) и кварц. Из рудных минералов диагностируются рутил, магнетит, сфалерит.

Для изучения тяжелой фракции углей использовалась ультразвуковая мойка, в которую помещался предварительно измельченный в агатовой ступке порошок угля. В результате из раствора выпадал осадок, рентгенофазовый анализ которого показал, что основным минералом углей является каолинит (рис. 1).

Минеральный состав неорганического вещества углей отражает ландшафтно-климатические условия болотной седиментации. Визейское углеобразование происходило в жарком и влажном климате. Южно-Татарский свод представлял собой обширную кору выветривания, и на прилегающих к торфяникам водосборах протекал латеритный процесс, поэтому в составе неорганического вещества значительной становится доля каолинита [4]. В результате зола углей оказывается обогащена труднорастворимыми в воде элементами-гидролизатами (Al, Fe, Ti, REE, Th и т.д.).

Таблица

Результаты рентгенофазового анализа осадка, выделенного из угля (чистый каолинит)

d, Å	Минерал	d, Å	Минерал	d, Å	Минерал
7,184	Каолинит	3,834	Каолинит	2,505	Каолинит
4,464	Каолинит	3,571	Каолинит	2,381	Каолинит
4,371	Каолинит	3,197	Альбит	2,341	Каолинит
4,167	Каолинит	3,567	Каолинит	2,189	Каолинит
				1,99	Каолинит

Жильная и трещинная минерализация представлена пиритом и галитом (рис. 2). Эти минералы образовались в эпигенетическую стадию, т.е. проникали по трещинам в уже сформированную угольную матрицу [2], на что указывают идиоморфные формы их выделений (рис.3). Галит встречается по всему разрезу угольного пласта (мощность угольной залежи 6,6 метров) и в его кровельной части образует соляную корку. Вероятно, минерализация галита связана с подземными минеральными водами, богатыми хлоридом натрия. Угольный пласт в данном случае выступал в качестве экранирующего горизонта. Подобные минеральные включения в углях являются основными концентраторами S и Cl, которые относят к технологически вредным элементам-примесям.

Органическое вещество визейских углей содержит стойкие к разложению части растений, среди которых наиболее типичны стеблевые части растений, кутикула, оболочки (экзины) спор. Последние (рис. 2) сложены стойким к разложению веществом споронином [1].

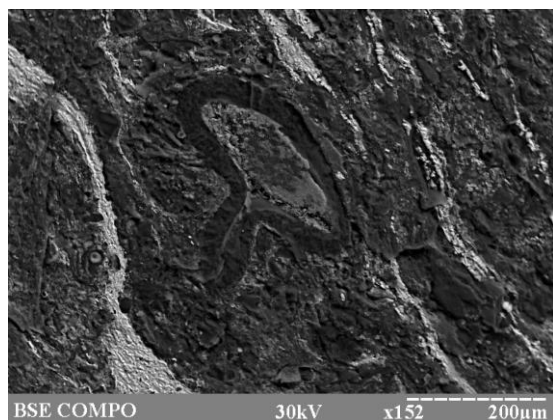


Рис. 2. Снимок локального участка образца угля. Светлые полосы представлены галитом. В центре снимка оболочка (экзина) споры

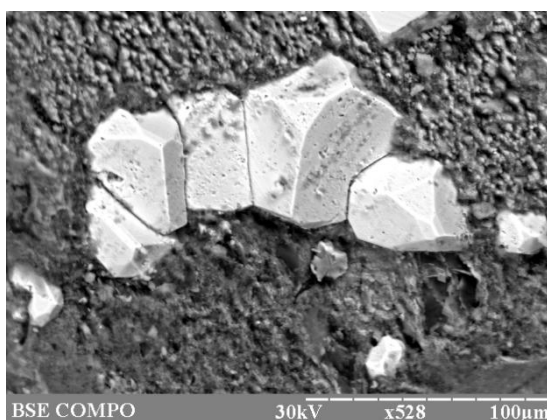


Рис. 3. Участок сульфидной минерализации. Кристаллы пирита

Таким образом, можно констатировать, что состав минерального вещества исследованных углей обусловлен условиями палеоседиментогенеза. В результате проведенных исследований установлены формы нахождения ряда элементов, что можно использовать для разработки новых технологий использования изученных углей, позволяющих снизить вредное влияние токсичных элементов.

## Литература

1. Блудоров А.П. История палеозойского угленакопления на юго-востоке Русской платформы. – М.: Наука, 1964. – 275 с.
2. Рябчук Ю.И. Минеральные и органоминеральные составляющие соленых углей. – Режим доступа: <http://masters.donntu.edu.ua/2007/fema/ryabchuk/library/bibl/7.htm>.

3. Хасанов Р.Р. Геолого-геохимические факторы оруденения в палеозойских угленосных формациях центральной части Волго-Уральской антеклизы // Изв. вузов. Геология и разведка. – 2006. – № 2. – С. 36–41.
4. Юдович Я.Э., Кетрис М.П. Неорганическое вещество углей. – Екатеринбург: УрО РАН, 2002. – 423 с.

## УСЛОВИЯ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ МАГМ И ПОПЕРЕЧНАЯ ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ЗОНАЛЬНОСТЬ СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ ОХОТСКО-ЧУКОТСКОГО ВУЛКАНИЧЕСКОГО ПОЯСА

О.И. Кабанова

Научный руководитель доцент П.Л. Тихомиров

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, г. Москва, Россия

Меловой Охотско-Чукотский вулканический пояс (ОЧВП) протягивается на 3200 км вдоль северо-восточной окраины Евразии от западного побережья Охотского моря до восточной части Чукотского полуострова, являясь, таким образом, одним из крупнейших надсубдукционных вулканических поясов Земли. Общий объем вулканитов ОЧВП приблизительно оценивается в 1 млн. км<sup>3</sup> [1].

Охотско-Чукотский пояс характеризуется относительно хорошей сохранностью пород – здесь практически отсутствуют следы наложенных тектонических событий и регионального метаморфизма. Одной из особенностей Охотско-Чукотского пояса, отличающих его от большинства прочих надсубдукционных вулканических провинций, является значительная доля кремнекислых вулканитов, в отдельных сегментах достигающая 80...90 % от общего объема изверженных пород [9].

В составе ОЧВП принято выделять две зоны и шесть поперечных сегментов. Для изучения были отобраны 13 образцов кремнекислых вулканитов, представляющих разрез фронтальной и тыловой зон Охотско-Чукотского пояса в области сочленения его Центрально-Чукотского и Анадырского сегментов. Отобранные образцы представляют весь разрез, доступный в данном районе.

Задачами этого исследования было получение информации об условиях кристаллизации магм ОЧВП, а также анализ пространственно-временных закономерностей изменения вещественных характеристик пород.

Исследование включало изучение состава и характера зональности фенокрит и оценку условий их кристаллизации методами минеральной термобарометрии, определение составов вулканических стекол, а также выявление пространственных вариаций этих параметров. Образцы изучались в институте ISEI (г. Мисаса, Япония) и на кафедре петрологии геологического факультета МГУ, в лаборатории локальных методов исследования вещества.

Проведенное исследование показало, что составы пироксенов, амфиболов и, особенно, биотитов изменяются в гораздо более широком диапазоне, чем валовые содержания петрогенных элементов в породе, и могут использоваться в качестве показателя зональности вулканического пояса. Одним из таких параметров является магнезиальность (Mg#) биотита, амфибола и пироксена. В ЦЧС наблюдается увеличение магнезиальности биотита от тыловой зоны (Mg# = 0.41...0.45) к фронтальной (0.67...0.74). В Анадырском сегменте, наоборот, магнезиальность железомagneзиевых силикатов незначительно увеличивается от тыла (Mg# = 0.3...0.36) к фронту (0.39...0.45). Изменения среднего состава фенокрит, как правило, происходят не постепенно, а скачкообразно. Эта зональность совершенно не отражается в составах стекол.

Для оценки условий кристаллизации магм использовались двуполевошпатовый [6], магнетит-ильменитовый [8], плагиоклаз-амфиболовый [7] геотермометры, амфиболовый геобарометр [3] и биотитовый термооксиметр [10]. Также использовалась программа QUILF, рассматривающая магнетит-ильменит-пироксеновое равновесие, по которому рассчитываются температура и фугитивность кислорода [2].

Кристаллизация минеральных парагенезов в рассмотренных образцах протекала большей частью в температурном интервале 750...950°C. Магнетит-ильменит-пироксеновые и клинопироксен-ильменитовые равновесия иногда показывают более высокие температуры, до 1000...1050°C, что свидетельствует об относительно ранней кристаллизации безводных магматических парагенезов.

Литостатическое давление при формировании амфиболсодержащих парагенезов оценивается в 1...4 кбар, что соответствует глубинам 4...15 км. Наименьшие глубины формирования минеральных парагенезов (около 4 км) характерны для тыловой зоны Анадырского сегмента ОЧВП. Для Центрально-Чукотского сегмента характерен достаточно большой диапазон давлений, при более высоком среднем значении (глубины от 6 до 10 км). Несмотря на вариации, все оценки глубин соответствуют уровню верхней коры.

Оценки фугитивности кислорода производились по равновесиям магнетит-ильменит и магнетит-ильменит-пироксен при помощи программы QUILF [2], а также по биотиту в ассоциации с калишпатом, магнетитом и кварцем [10]. Для фронтальной зоны ЦЧС уровень расчетной  $f_{O_2}$  варьирует между NNO+1 и NNO+3, для АС и тыловой зоны ЦЧС – между QFM-1 и NNO+1. Главным фактором, контролирующим окислительно-восстановительную обстановку коровых магм, принято считать наличие или отсутствие высокоокислованных фаз в протолите, в первую очередь органического вещества в метapelитах [4]. Соответственно, наблюдаемые вариации  $f_{O_2}$  в изучаемых породах ОЧВП можно объяснить латеральной неоднородностью коры, вовлеченной в петрогенез.

Магнезиальность биотитов напрямую зависит от фугитивности кислорода [10], поэтому найденную зональность логично связать с ее вариациями. Скачкообразные изменения магнезиальности темноцветных минералов могут быть связаны с существованием крупных (до 100...130 км по латерали) магматических камер, подобных очагу, выявленному на глубине около 20 км под вулканической областью Альтиплано-Пуна в Центральных Андах [5], в которых фугитивность кислорода выдерживается на постоянном уровне. Согласно предложенной модели, химиче-



ская гетерогенность нижней части континентальной коры, являющейся протолитом толщ кремнекислых вулканитов ОЧВП, является причиной различий кислородного потенциала в разных очагах.

#### Литература

1. Котляр И.Н., Белый В.Ф., Милов А.П. Петрохимия магматических формаций Охотско-Чукотского вулканогенного пояса. – М.: Наука, 1981. – 223с.
2. Andersen D.G., Lindsley D.H., Davidson P.M. QUILF: a Pascal program to assess equilibria among Fe-Mg-Mn-Ti oxides, pyroxenes, olivine, and quartz // Computers & Geosciences. – 1993. – V. 19. – P. 9.
3. Anderson J.L., Smith D.R. The effects of temperature and  $fO_2$  on the Al-in-hornblende barometer // American Mineralogist. – 1995. – V. 80. – P. 549–559.
4. Czamanske G.K., Ishihara S., Atkin S.A. Chemistry of Rock-Forming Minerals of the Cretaceous-Paleocene Batholith in Southwestern Japan and Implications for Magma Genesis // Journal of Geophysical Research. 1981. – V.86. – P. 10431–10469.
5. De Silva S.L., Gosnold W.A. Episodic construction of batholiths: Insights from the spatiotemporal development of an ignimbrite flare-up // Journal of Volcanology and Geothermal Research. – 2007. – V. 167. – 320–355.
6. Elkins L.T., Grove T.L. Ternary feldspar experiments and thermodynamic models // American Mineralogist. – 1990. – V. 75. – P. 544–559.
7. Holland T., Blundy J. Non-ideal interactions in calcic amphiboles and their bearing on amphibole-plagioclase thermometry // Contributions to Mineralogy and Petrology. – 1994. – V.116. – P.433–447.
8. Spencer K.J., Lindsley D.H. A solution model for coexisting iron-titanium oxides // American Mineralogist. – 1981. – V. 66. – P. 1189–1201.
9. Tikhomirov P.L., Kalinina E.A., Kobayashi K., Ershov A.V., Nakamura E. The volcanic flare-ups in silicic large igneous provinces: data from the Okhotsk-Chukotka belt, NE Russia. The COE-21 International Symposium MISASA-III "Origin, Evolution and Dynamics of the Earth". – 2008. – P.151–152.
10. Wones D.R. Mafic silicates as indicators of intensive parameters in granitic magmas // Mining Geology. – 1981. – V. 31. – P. 191–212.

### ВЕЩЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ ЗОЛОТОСОДЕРЖАЩИХ РУД РУДОПРОЯВЛЕНИЯ «РАСЧЕТНОЕ» (СУРСКАЯ ЗЕЛЕНОКАМЕННАЯ СТРУКТУРА, УКРАИНА)

А.И. Ковригин

Научный руководитель профессор В.Н. Иванов

*Днепропетровский национальный университет им. О. Гончара, г. Днепропетровск, Украина*

Рудопроявление Расчетное, выявленное в 80-е годы прошлого столетия Новомосковской геологоразведочной экспедицией (в настоящее время – комплексная геологическая партия в структуре предприятия “Южургеология”) при проведении поисковых работ на золото, находится в западной части так называемого Солоньянского рудного поля, выделенного в южной части Сурской зеленокаменной структуры, расположенной в пределах Среднеприднепровского мегаблока Украинского щита. Буровыми скважинами на рудопроявлении пересечено 8 золотоносных тел, преимущественно локализованных в эндоконтакте субвулканического тела метадацитового состава первой фазы сурского комплекса позднеархейского возраста. Тело падает на восток под углом  $65^\circ$  и внедрилось в метабазальты аполлоновской толщи, которая также относится к позднему архею. Шесть рудных тел (№№ 1, 2, 3, 6, 7 и 8), представленных зонами кварцевых и карбонат-кварцевых прожилков и отдельными кварцевыми жилами, залегают в коре выветривания вмещающих пород, оставшиеся два – в незатронутом процессами выветривания линейном штокверке тонких ветвящихся кварцевых прожилков, в котором заключены единичные жилы аналогичного состава. По данным пробирного анализа, в этих рудных телах содержится в среднем до 25,2 г/т золота на мощность 0,5 м (рудное тело № 7).

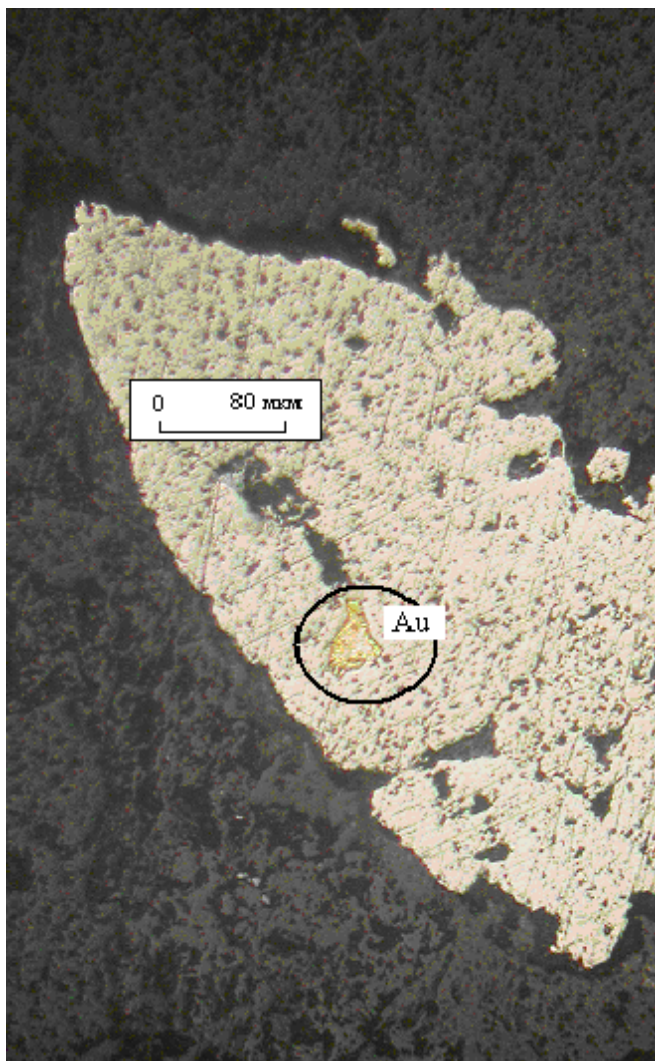
В качестве вмещающих пород на рудопроявлении принимают участие в разной степени измененные субвулканические и вулканические образования, по составу варьирующие от кислых до основных: дацит-порфиры, дациты, метабазальты (порфириты), ультрабазиты.

Породы кислого состава, как правило, серицитизированы, в меньшей степени карбонатизированы и еще реже хлоритизированы. Иногда они превращены в породы, содержащие преобладающий кварц, в несколько меньших количествах – карбонат и хлорит, а также еще менее распространенные серицит, плагиоклаз и редкий эпидот. Рассланцованные их разновидности характеризуются набором преимущественно тех же самых минералов: главными являются кварц, хлорит и серицит; практически постоянно, но в подчиненных количествах присутствуют карбонат и, реже, плагиоклаз; изредка встречаются эпидот и цюзит. В сланце кварц-альбит-карбонат-хлорит-серицитового состава (скв. М-30, инт. 163,7 м) обнаружены призматические кристаллы турмалина длиной до 0,3 мм, плеохроирующие в буровато-розовых тонах.

Дацинты, обычно хлоритизированные, карбонатизированные и серицитизированные, иногда преобразованы в породу серицит-хлорит-карбонат-кварцевого состава, в которой также встречаются кристаллы турмалина аналогичной длины, цвета плеохроизма которых изменяются от желтого до темно-зеленого (скв. М-31, инт. 178,6 м), и в сланцы серицит-кварцевого и хлорит-кварц-серицитового (серицитолит) состава.

Более основные по составу вулканыты (метабазальты, порфириты) замещаются хлоритом, эпидотом, цюзитом и клиноцюзитом, а при более интенсивном преобразовании переходят в породы, содержащие в качестве главного минерала хлорит и менее распространенные тремолит и карбонат. Систематически, но в небольших количествах, присутствуют альбит и кварц, реже – эпидот и цюзит. Примерно та же совокупность минералов (хлорит, альбит,

кварц, карбонат) присуща и сланцам, образованным по данной разновидности вулканитов. В интервале 277,8 м скважины М-30 встречен турмалин светло-коричневого цвета в виде призматических выделений длиной до 0,25 мм.



**Рисунок. Включение золота в пирите на рудопроявлении  
Расчетное.  
Полированный шлиф. Без анализатора**

ним и халькопиритом, выполняет интерстиции между зернами пирита.

В ассоциации со сфалеритом, образуя пленки на прожилкообразных скоплениях последнего в кварце, встречены теллуриды серебра и свинца – гессит и алтаит. Два анализа гессита ( $Ag_2Te$ ; стандартное содержание  $Ag$  – 62,86 %,  $Te$  – 37,14 %) дали следующие составы минерала: 1) 61,73 %  $Ag$  и 40,8 %  $Te$ ; 2) 63,00 %  $Ag$ , 36,12 %  $Te$  и 0,05 %  $Au$ .

Одним определением состава алтаита ( $PbTe$ ; 61,91 %  $Pb$  и 38,09 %  $Te$ ) в нем установлены  $Pb$  в количестве 61,5 %,  $Te$  – 39,57 %, а также примесь золота (0,63 %).

Главный ценный минерал рудопроявления – самородное золото – обнаружен в аншлифах по скважине М-30, главным образом в интервале 236,0...237,2 м, представленном породой кварц-карбонатного состава с вкрапленностью сульфидов в количестве около 10 % и содержанием  $Au$  6,2 г/т. Практически все золото здесь находится в тесной ассоциации с пиритом, образуя в нем включения преимущественно неправильной формы размером до 45 мкм в трещинах, секущих зерна пирита и вне видимой связи с ними, а также более редкие сростки с этим минералом (рис.).

Кроме того, золотины, имеющие формы выполнения трещин, комковидную и неправильную с поперечными размерами не более 0,3 мм, выделены из проб, отобранных из скважин №№ 423, 27526 и 27532.

Химический состав (86,17%  $Au$  и 10,58%  $Ag$ ) золотинок, находящихся в интервале 93,0...93,8 м скважины №27532, отвечает золоту средней пробы по классификации Н.В. Петровской [1].

К наиболее распространенным минералам, слагающим метаспороды, развивающиеся по ультрабазитам, относятся карбонаты и тальк, ассоциирующие с подчиненными количествами хлорита и кварца.

Содержание сульфидов в описанных вмещающих породах варьирует в широких пределах – от единичных зерен до 40...45 % их объема в отдельных участках (скв. М-30, инт. 237,2...239,6 м, порода кварц-тальк-карбонатного состава).

Главным сульфидом оруденелых зон является пирит, образующий самостоятельные выделения разной формы до 3,0...3,5 мм в поперечнике, а также линзо- и прожилкообразные мономинеральные скопления до нескольких миллиметров в длину, приуроченные к пустоткам и трещинкам в породе.

Ко второму по частоте встречаемости, но, как правило, присутствующему в количестве не более 1% от объема породы минералу, относится халькопирит. Самостоятельные его выделения преимущественно имеют неправильную (до 350...370 мкм в поперечнике) и неправильно-удлиненную (до 500 мкм в длину) форму. Встречаются сростки халькопирита с пиритом, в которых халькопиритовая составляющая обычно не превышает 100 мкм в поперечном сечении. Иногда халькопирит корродирует зерна пирита и образует в последних включения до 85...90 мкм длиной.

Реже встречающиеся сульфиды рудопроявления – пирротин и сфалерит – обнаружены лишь в керне скважины М-23; первый минерал обнаружен в пяти аншлифах, а второй – в четырех.

Пирротин, количество которого в шлифах как правило, не превышает 1 %, образует выделения, достигающие 400 мкм в длину, сростки с пиритом, а также включения в пирите до 35 мкм в поперечнике и до 50 мкм в длину.

Самые высокие количества сфалерита (1,0...1,5 %) обнаружены в интервале 234,7 м скважины М-23, где присутствуют его выделения до 600 мкм в длину. Кроме того, этот минерал нарастает на зерна пирита, находится в сростках с

Вместе с рудопроявлением Расчетное, которое на данный момент считается наиболее перспективным, в пределах Андреевского участка локализованы еще два золотопроявления – Новое и Дорожное. Имеющиеся данные свидетельствуют о том, что все указанные объекты заслуживают дальнейшего изучения.

#### Литература

1. Петровская Н.В. Самородное золото (общая характеристика, типоморфизм, вопросы генезиса). – М.: Наука, 1973. – 347 с.

### ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ЦЕОЛИТОВОГО ЦЕМЕНТА В ПРОДУКТИВНЫХ НИЖНЕМЕЛОВЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ СЕВЕРА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Е.С. Королев

Научные руководители доцент Е.А. Жуковская, доцент И.В. Вологодина

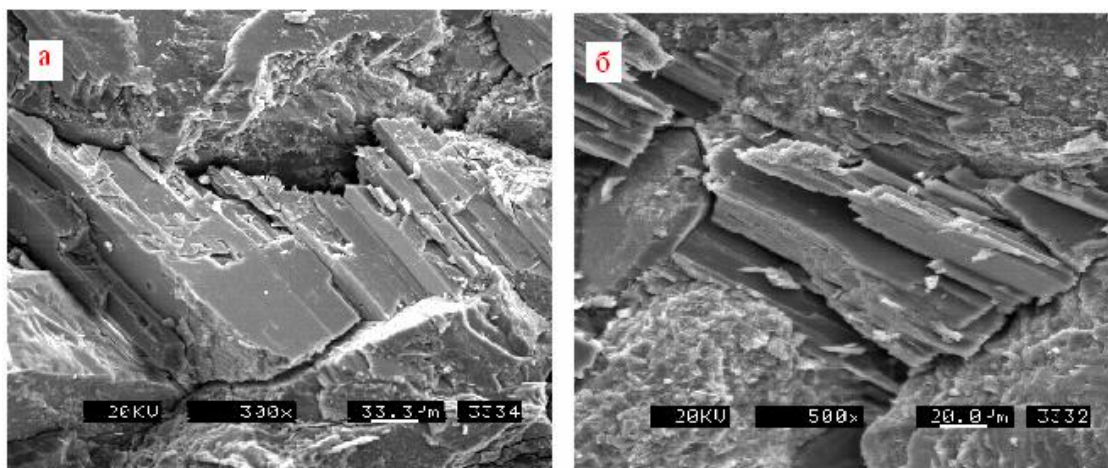
ОАО «ТомскНИПинефть», г. Томск, Россия

В результате исследования керн ряда месторождений северных районов Западной Сибири был выявлен не типичный для осадочных терригенных отложений цемент. В нижнемеловом интервале здесь наряду с традиционными минералами – каолинитом, гидрослюдой, хлоритом, кальцитом в его составе отмечаются цеолиты. Порода с таким цементом по своим петрофизическим свойствам существенно отличается от таковых с глинистым или карбонатным типом цемента вследствие своеобразной структуры кристаллических решеток цеолитов.

По вещественному составу изучаемые породы относятся к аркозам – характерно преобладание полевых шпатов над кварцем и относительно малое содержание обломков горных пород.

Стадиальный анализ аутигенного минералообразования показал, что одними из первых образовались регенерационный кварц и каолинит, более поздней по времени образования можно считать гидрослуду, однако структурные взаимоотношения между ними неясны.

Затем происходило формирование хлорита (нередко крустификационного), который часто окаймляет обломки кварца. Далее кристаллизовались цеолиты, заполняющие пространство между зернами с уже существующими пленками хлорита. Самым поздним минералом является кальцит, образующий поровый и иногда базальный тип цементации. Цеолиты и кальцит генетически связаны, т.к. оба минерала образуются в щелочных условиях среды, но кальцит имеет более широкие физико-химические пределы минералообразования. В изученных породах кальцит и цеолиты или развиваются отдельно, независимо друг от друга, или встречаются совместно, но тогда видно, что кальцит относится к более поздней генерации. Предварительно можно сделать вывод, что перечисленные вторичные минералы выстраиваются в следующий ряд: регенерационный кварц – каолинит (и гидрослуда) – хлорит – цеолиты – кальцит. Каолинит образуется в кислой среде, хлорит – в нейтральной или слабо щелочной, цеолит и кальцит – в щелочной. Из этого следует, что химизм водной среды в процессе диа- и катагенеза изменялся от кислотной к щелочной. Под микроскопом обнаруживаются довольно крупные размеры кристаллов цеолитов, в среднем от 0,3 до 0,5 мм, что говорит о длительной спокойной кристаллизации при повышенных температурах и давлениях.



*Рисунок. Агрегаты ломончита в песчанике в виде призматических кристаллов с совершенной спайностью*

Другим необходимым условием для выпадения цеолитов из растворов является высокая проницаемость отложений.

Связь кристаллизации цеолитов с гранулометрическим составом и пористостью пород несомненна. В песчаниках средне-мелкозернистых содержание цеолитов достигает 13 % от площади шлифа, при этом количество пор составляет до 17 %. С уменьшением размера обломочных зерен уменьшается количество пор и цеолитов. В песчаниках мелко- и тонкозернистых содержание цеолитов и количество пор менее 10 %. В алевролитах цеолиты отсутст-

вуют. Кристаллизация цеолитов также связана и с содержанием глинистых минералов (каолинита, гидрослюда). В песчаниках, где их содержится немного, количество цеолитов относительно большое, а в алевролитах с содержанием глинистых минералов до 10 %, цеолиты отсутствуют.

По результатам выполненного рентгеноструктурного анализа цеолит был определен как ломонтит.

Ломонтит образует агрегаты из призматических кристаллов с совершенной спайностью, с хорошо выраженной ступенчатой отдельностью кристаллических агрегатов. Агрегаты ломонтита образованы призматическими кристаллами с совершенной спайностью (рис.). Наблюдается хорошо выраженная ступенчатая отдельность кристаллических агрегатов. Цеолит выполняет роль порового и пойкилитового цемента в средне-мелкозернистом алевритовом песчанике.

Результаты исследований фильтрационно-емкостных свойств (ФЕС) показали, что при насыщении цеолитизированных пород минерализованной водой полученные значения пористости по воде более высокие, чем по керосину. Чем выше содержание цеолитов, тем больше разность между пористостью (Кп) по воде и по керосину.

Алюмосиликатный каркас этого минерала, как известно, содержит 4-, 6- и 10- членные кольца. Ионы  $\text{Ca}^{2+}$  и молекулы воды при этом локализованы в каналах, причем места локализации воды, по-видимому, заняты только частично. Если ломонтит состоит из 10-членных колец, то максимальный размер каналов равен  $6,3 \text{ \AA}$ , тогда как размеры молекул воды равны  $3,5 \text{ \AA}$ , а керосина – более  $7,5 \text{ \AA}$ . что объясняет проникновение воды в полости кристаллической структуры. Таким образом, пористость по воде оказывается выше пористости по керосину за счет полостей и каналов структуры цеолитов, за счет способности цеолитов к абсорбции молекул воды, имеющих меньший молекулярный радиус, чем молекулы керосина.

Таким образом, установлено, что цеолиты образуются в щелочных условиях среды в породах с повышенными фильтрационно-емкостными свойствами. Они снижают фильтрационно-емкостные свойства пород, несмотря на то, что ведут к разуплотнению, к образованию вторичной (межагрегатной) пористости. Коллекторы, залегающие выше и ниже по разрезу цеолитизированных пород, имеют более высокие значения Кп в среднем на 2,5 %. Эпигенетический кальцит и глинистые минералы более существенно ухудшают ФЕС в сравнении с цеолитами. Особенности кристаллической структуры цеолитов приводят к поглощению ими воды, в связи с чем Кп рекомендуется для таких пород определять по керосину.

### **ПРЕНИТ И ПУМПЕЛЛИТ КАК ИНДИКАТОРЫ ГЛУБОКОГО КАТАГЕНЕЗА ПЕТРОКЛАСТИЧЕСКИХ ГРАУВАКК (НА ПРИМЕРЕ СРЕДНЕПАЛЕОЗОЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ВОСТОЧНОГО СКЛОНА ЮЖНОГО УРАЛА)**

**Л.В. Кокшина**

Научный руководитель профессор Г.А. Мизенс

*Институт геологии и геохимии УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия*

Характер постседиментационных преобразований осадочных пород зависит от многих факторов, в том числе и от состава исходных отложений, на что в свое время обращали внимание А.Г. Коссовская и В.Д. Шутов [1], выделившие фацию катагенеза для разных типов пород. С тех пор в данной области геологии сделано очень много, но, главным образом, это относится к относительно зрелым песчаникам. Проявления постдиагенетических процессов в петрокластических граувакках различного состава, для которых одними из главных индикаторов фаций являются Са-цеолиты, пренит и пумпеллит, остаются хуже изученными.

Согласно распространенной точки зрения, пренит и пумпеллит образуются по вулканокластическим (петрогенным) грауваккам и являются минералами-индикаторами стадий позднего катагенеза и начального метагенеза. Как показало изучение петрографического состава девонских граувакк Южного Урала, указанные минералы там широко распространены, следовательно, имеется возможность уточнить их свойства, особенности кристаллизации (в том числе в зависимости от состава аллотигенных компонентов), а также границу между катагенезом и метагенезом.

Рассматриваемые песчаники представлены (по классификации В.Д. Шутова [5]) кварц-полевошпатовыми, полевошпатовыми и собственно граувакками, которые по составу обломков пород соответствуют петрокластической разновидности. Содержание кварца в них колеблется в пределах 5...10 %, в некоторых случаях до 30 %, полевых шпатов – 10...50 %, обломков пород от 30...50 до 70...90 %. Обломки пород представлены главным образом вулканитами основного состава (от 20 до 50...60 %), кислыми вулканитами (10...30 %), метаморфическими породами (5...10%, местами до 20 %), силицитами (5...25 %, в кремневых разностях до 40...50 %), известняками до 5 %. Вероятнее всего некоторые из описанных пород по происхождению являются тефроидами [3].

Содержание пренита и пумпеллита в этих песчаниках изменчивое. Пренит максимальное распространение получил в песчаниках нижнего и нижнего-среднего девона (рис.). В обломочных породах верхнедевонской зилаирской серии (менее измененных) пренит развивается эпизодически. Он утрачивает свою значимость и по мере увеличения степени измененности пород. В нижне-средне девонских рыскужинской толще и ирендыкской свите пренит присутствует лишь в виде чешуек в зернах плагиоклаза и малочисленных неоднородных радиально-лучистых образований, активно замещаемых более поздними минералами – эпидотом и карбонатами (кальцитом, сидеритом).

По морфологическим особенностям и, частично, оптическим свойствам среди пренитов выделяются 4 группы.

1. Небольшие бесцветные чешуи и пластинки, в некоторых случаях розетки. Преобладают сечения размером  $0,005 \times 0,015$  мм и меньше. Развиваются по зернам плагиоклазов, иногда практически полностью их замещают. Встречаются в песчаниках всех рассмотренных толщ.

2. Лучистый и радиально-лучистый, неоднородный, буроватый. Преобладающий размер зерен 0,3х0,2 мм, иногда до 0,4х0,4 мм. Развивается либо по цементу и матриксу, либо по обломкам вулканитов. Встречается в песчаниках в незначительных количествах, хотя присутствует во всех изученных толщах, наиболее характерен для ильтабановской, туратской, рыскужинской толщ, ирендыкской свиты и зилаирской серии.

3. Лучистый и радиально-лучистый, однородный, бесцветный. Преобладающий размер зерен 0,15х0,20 мм. Преимущественно ассоциирует с кварцем и пумпеллиитом, развиваясь по обломкам вулканитов и пироксенов. Встречается в песчаниках мансуровской и ишкининской толщ.

4. Шестоватый и радиально-шестоватый минерал. Бесцветный до бурого, однородный. Размер зерен 0,2х0,8 мм. Встречается в песчаниках ишкининской и туратской толщ.

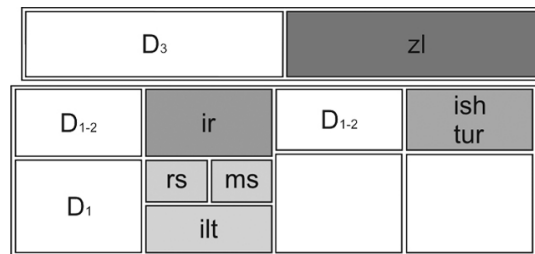
Пумпеллииты тоже неоднородны, хотя по форме выделений они между собой не различаются. Это пластинки, брусочки, тонкозернистые агрегаты. Их разнообразие проявляется в окраске и плеохроизме:

- по Ng – зеленовато-голубой, по Np – бесцветный. В случаях, когда минерал развивается по матриксу, цвета более насыщенные;

- по Ng – зеленовато-желтый, по Np – бледно-желтый;

- по Ng – слабо синевато-зеленый, по Np – бесцветный.

В целом, в составе ильтабановской и мансуровской толщ пумпеллииты развиты относительно мало, а в ишкининской и туратской – встречаются лишь в единичных случаях. В породах зилаирской серии почти нет пумпеллиитов. В то же время, в отличие от пренита, пумпеллиит не теряет своей значимости в ирендыкских и рыскужинских песчаниках. Правда, здесь распространена иная минеральная разновидность, – преобладает практически бесцветный пумпеллиит.



**Рисунок. Схема взаимного расположения девонских литостратиграфических подразделений Магнитогорской мезазоны, по [2].**

**D<sub>1</sub> – нижнедевонские отложения: ilt – ильтабановская толща, rs – рыскужинская толща, ms – мансуровская толща; D<sub>1-2</sub> – нижне-среднедевонские отложения: ir – ирендыкская свита, tur – туратская толща, ish – ишкининская толща; D<sub>3</sub> – верхнедевонские отложения: zl – зилаирская серия**

Наряду с пренитами и пумпеллиитами, в рассматриваемых песчаниках развиты и такие аутигенные минералы как кварц, хлорит, эпидот, кальцит, сидерит, халцедон, актинолит, каолинит. Из них наибольшее значение имеют карбонаты (преимущественно кальцит), хлориты, эпидот, кварц. С пренитами ассоциируют хлорит, эпидот. В некоторых случаях прениты встречаются с кварцем. В этом случае в ассоциацию входит также пумпеллиит и хлорит, нередко актинолит. Чаще всего такой комплекс вторичных минералов развивается по пироксенам.

В песчаниках зилаирской серии вторичные изменения представлены хлоритами, минералами кремнезема, значительно реже встречаются минералы группы эпидота. В песчаниках рыскужинской толщи и ирендыкской свиты широко развит эпидот и карбонаты (кальцит, сидерит).

Данные рентгенофазового анализа показали, что все разновидности пренитов и пумпеллиитов характеризуются одинаковыми пиками на рентгенограмме.

Изучение рассматриваемых минералов с помощью электронного микроскопа позволило уточнить химический состав, в том числе влияние химического состава на оптические свойства и морфологию выделений, рассчитать кристаллохимические формулы пренитов и пумпеллиитов, а также оценить связь химического состава рассматриваемых минералов с общим петрографическим составом породы. Так, наиболее густоокрашенные в бурые тона прениты имеют относительно повышенное содержание железа, в них концентрация Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> колеблется в пределах 1,40...1,80 масс %, реже до 2,60 %, хотя для породы в целом не характерна высокая железистость. В то же время в песчаниках с отчетливым вторичным ожелезнением (с выделениями гидроокислов железа) это значение поднимается еще выше – до 4,29 %. А вторичное ожелезнение, скорее всего, связано с высокой первичной железистостью. В этих песчаниках развиты также железистые хлориты.

Связь между оптическими характеристиками и примесями в пумпеллиите не столь показательна. Имеется лишь одна неявная зависимость между содержанием MgO (до 5,47 мас. %) и появлением желтоватого оттенка в окраске пумпеллиита. В целом же пумпеллииты представлены железистыми разновидностями.

Таким образом, полученные данные позволяют заметить перелом в развитии пренитов и пумпеллиита в составе граувакк Южного Урала, что можно трактовать как границу катагенеза и метагенеза. Имеется в виду существенное замещение пренита эпидотом в песчаниках ниже-среднедевонских ирендыкской свиты и рыскужинской толщи (метагенез) в отличие от других изученных породных комплексов (поздний катагенез). Кроме того, степень кристаллизации пренита и пумпеллиита, наряду с другими признаками, позволяет выделить фации на уровне позд-

него (глубокого) катагенеза. Так, отложения зилаирской серии, вероятно, следует отнести к ломонитовой фации. Там пренит и, тем более пумпеллиит, развиты эпизодически, а в некоторых разрезах присутствует ломонит. А отложения среднего и некоторых толщ нижнего девона представляют пренит-пумпеллиитовую фацию позднего катагенеза.

Оптические разновидности пренитов позволяют оценивать степень преобразования пород. Встречаются прениты с повышенным содержанием магния (до 2...2,5 % MgO) и, соответственно – пониженным содержанием кальция, иногда наблюдаются относительно высокие концентрации MnO (до 0,3 %). Приблизительно те же колебания химического состава наблюдаются у пумпеллиитов. Содержание Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> в их составе может меняться от 9 до 15,7 %, имеет место некоторые колебания содержания CaO и MgO. Однако, чтобы коррелировать их с особенностями материнской породы, данных мало.

На основе полученного материала можно попытаться оценить также основные факторы, определяющие степень преобразования пород. Судя по положению в разрезе (рис.), песчаники верхнедевонской зилаирской серии были погружены на меньшую глубину, чем ниже- и ниже-среднедевонские образования, следовательно, можно предположить, что различный уровень преобразования здесь определяется глубиной погружения. В то же время высокая степень перекристаллизации пород ниже-среднедевонских ирендыкской свиты и рыскужинской толщи, по-видимому, определяется еще и другими причинами. Вряд ли это влияние тектонического (стрессового) давления, поскольку степень деформации ирендыкских и рыскужинских слоев примерно такая же, как и ильтабановских, мансуровских, ишкининских, туратских. Все эти толщи находятся в одной и той же структурной зоне [4]. Возможно, основным фактором здесь является вещественный состав. Ирендыкские и рыскужинские песчаники сложены только вулканогенным материалом, это тефроида [3], в то время как состав других рассмотренных толщ несколько более сложный. Они содержат примесь сиалического материала – образовались при размыве вулканических толщ с участием сиалических блоков (энсиалической островной дуги).

#### Литература

1. Коссовская А.Г., Дриц В.А. Вопросы кристаллохимической и генетической классификации слюдястых минералов осадочных пород // Эпигенез и его минеральные индикаторы. Труды ГИН АН СССР. – М.: Наука, 1971. – Выпуск 221. – С. 71–95.
2. Маслов В.А., Артюшкова О.В. Стратиграфия и корреляция девонских отложений Сибай – Баймакского района Башкирии. – Уфа: ИГ УфНЦ РАН, 2002. – 199 с.
3. Мизенс Г.А. Средне- и верхнепалеозойские обломочные породы юга Урала как индикаторы палеотектонических и палеогеодинамических обстановок // Литология и геология горючих ископаемых. Межвузовский научный тематический сборник. – Екатеринбург: УГГУ, 2008. – Выпуск II (18). – С. 183–195.
4. Пучков В.Н. Палеогеодинамика Южного и Среднего Урала. – Уфа: Даурия, 2000. – 145 с.
5. Шутов В.Д. и др. Граувакки. – М.: Наука, 1972. – 345 с.

### УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ И ЛОКАЛИЗАЦИИ ЗОЛОТО-СЕРЕБРЯНОГО ОРУДЕНЕНИЯ НА ЗАПАДНЫХ ФЛАНГАХ БАЛХАЧСКОГО РУДНОГО УЗЛА (ЦЕНТРАЛЬНАЯ КАМЧАТКА)

У.Н. Куринная

Научный руководитель профессор А.С. Лапухов

*Институт геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН, г. Новосибирск, Россия*

Изучение условий формирования и локализации благородных металлов в метасоматических образованиях близповерхностных месторождений и рудопроявлений вулканогенного класса является одной из важнейших проблем геологии коренного золота во всем мире [1]. В этом аспекте углубленный анализ геолого-генетических особенностей формирования эпитермальных золото-серебряных месторождений является важной предпосылкой для более корректного прогнозирования благороднометалльного оруденения рассматриваемого типа.

Объект данного исследования, – северо-восточные фланги Еловского рудного поля и одноименного рудопроявления «Еловое», расположен в центральной части полуострова Камчатка в северо-западной части Балхачской вулканотектонической структуры (ВТС) Центрально-Камчатского вулканического пояса. Вулканотектоническая структура богата на золоторудные объекты. Помимо рудопроявления «Еловое», Балхачский золото-серебряный рудный узел включает известные золоторудные месторождения: Бараньевское, Золотое и Кунгурцевское. Прогнозно-поисковые работы и изучение объекта проводилось в рамках проекта «ГДП-200 листа N-57-IX (Кимитинская площадь в пределах Центрально-Камчатского золоторудного района), осуществляемого ОАО «Камчатгеология» [3].

Площадь рудопроявления составляет около 20 км<sup>2</sup>, наиболее перспективной является центральная его часть площадью около 2,25 км<sup>2</sup>, где по ретроспективным данным сосредоточена большая часть золотосодержащих зон. Прогнозно-поисковые работы (2008 год) были сосредоточены в наиболее перспективной зоне и захватили центральную часть рудопроявления и западные его фланги.

В геологическом строении участка принимают участие эффузивные нижнемиоценовые образования андези-базальтового кимитинского комплекса (N<sub>1</sub>km), плиоценовые вулканы крерукского андезибазальтового вулканического комплекса (N<sub>2</sub>kr); нижнемиоценовые вулканы прорываются субвулканическими образованиями андезитового состава, близкими по возрасту с покровными образованиями. Большую часть площади проявления занимает интрузивное тело лавкинского гранодиоритового комплекса (N<sub>2</sub>l). Интрузия прорывает покровные образования ки-

митинского комплекса. В пределах участка широко распространены четвертичные солифлюкционно-колловиальные, аллювиальные и пролювиальные отложения.

Породы участка в различной степени подверглись процессам гидротермального метасоматоза. Среди гидротермально измененных пород выделяются пропилиты, аргиллизиты и вторичные кварциты. Пропилитизации подверглись практически повсеместно породы кимитинского комплекса, причем метасоматически изменены не только вулканиты покровной фации, но и субвулканические и интрузивные образования. Процесс пропилитизации носит региональный характер. Аргиллизиты образуют поля и линейные зоны вдоль тектонических разломов и зон дробления. Центральные части линейных аргиллизитов слагают тела вторичных кварцитов. В линейных зонах аргиллизиты и вторичные кварциты содержат тонкие прожилки кварца (по материалам 2008 года) [2].

Для выяснения генетических особенностей формирования золотого оруденения Еловского рудного поля выполнено изучение флюидных включений в кварце из вторичных кварцитов и аргиллитизированных вулканитов.

При проведении термобарогеохимических исследований использованы специально изготовленные прозрачно-полированные пластинки из образцов кварцевых жил, отобранных на рудопроявлении Еловое. Толщина пластинок варьирует от 0,3 до 0,5 мм. При увеличении от 50 до 2500 изучены структуры жил, слагающие их минералы и включения минералообразующих сред в них в кварце из типичного вторичного кварцита и интенсивно аргиллитизированного вулканита. Исследования проводились на микроскопе фирмы Leica в ФГУП «ВСЕГЕИ» совместно с Е.В. Толмачевой.

Петрографические исследования вторичных кварцитов рудопроявления Еловое показали наличие в породе двух генераций кварца. Кварц первой генерации (гидротермальный) образует мелкие ксеноморфные зерна, находящиеся в тонкодисперсной гелеобразной массе. Кварц второй генерации образует крупные, чистые зерна, заполняющие трещины и развивающиеся вблизи этих трещин. Такой поздний кварц имеет сотовую структуру (рис., а). Таким образом, морфологически в породе встречаются участки крупнозернистого сотового кварца и участки тонкодисперсного, мелкозернистого геля кремнезема и редкие участки гидротермального первичного кварца.

Понятие геля и коллоидной среды применительно к флюидным системам наиболее ясно и четко сформулировано еще в 1955 году Ф. В. Чухровым [4].

Гели или коагелы – студнеобразные (в первые моменты образования) коагуляты, возникновение которых связано с коагуляцией лиофильных коллоидов и выражается в застудневании раствора без отделения растворителя. С течением времени коагуляты стареют и подвергаются ряду изменений, одним из которых является дальнейшее увеличение кристаллических частиц. Скорость кристаллизации в различных коагулятах неодинакова. У некоторых веществ она очень велика. Наряду с кристаллизацией происходит постепенная дегидратация коагулятов, вызывающая сокращение их объема. Потеря коагулятами воды, происходящая самопроизвольно и, по-видимому, связанная с кристаллизацией, получила название синерезиса или отмокания. Помимо синерезиса, выделение воды из коагулятов может быть обусловлено действием повышенной температуры и давления. Жидкость, выделяемая при синерезисе, не представляет чистого растворителя; она содержит в небольшом количестве как коллоидные частицы, так и электролиты и, по существу, является слабым коллоидным раствором. Гель кремнезема, являясь минеральным коагулятом, легко отделяет жидкость при синерезисе [4].

Схожая ситуация наблюдается и в исследуемых препаратах. В породе встречается не дегидратированный гель, представленный тонкодисперсной массой, и дегидратированный гель с характерными зонами сотовидного, полигонального кварца, образующегося вблизи трещин усыхания (трещин синерезиса).

В исследуемой породе количество не дегидратированного геля велико (около 40...45 %). Этот факт указывает на резкий сброс физико-химических показателей на определенном этапе становления системы (Р и Т). В исследуемом образце наблюдается характерный признак распада геля – наличие бахромчатых и губчатых включений (рис., б). При этом, присутствуют включения начальной и завершающей стадий распада.

Остаточная жидкость газонасыщена. Остаточный кварц приобретает пористую текстуру, а поры выполнены газовыми пузырями (рис., в). Часто в таких полостях встречаются мелкие кварцевые друзы или ксеноморфные кварцевые образования по границам пустот, которые свидетельствуют о дефиците кремнекислоты. Также встречаются заполненные кварцевыми зернами поры, маркирующие раннюю стадию, и насыщенные кремнекислотой растворы.

Включения образуются преимущественно на заключительных стадиях метасоматического процесса, в момент окончательного формирования породы. На заключительной стадии процесса формируются нормальные однофазовые водно-солевые включения. Чаще такие включения приурочены к трещинам.

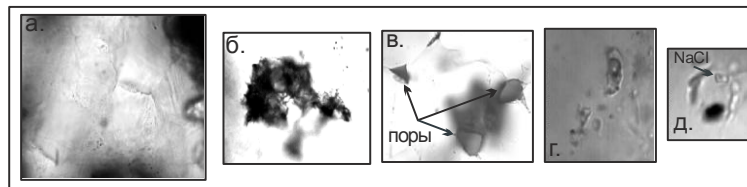
В трещинах между зернами сотового позднего кварца встречаются мелкие газовые пузырьки, свидетельствующие о том, что синеретическая жидкость была обеднена кремнеземом. В целом для породы, как было отмечено ранее, характерно наличие большого количества газовой фазы. Это так называемый эффект «вспененности», являющийся косвенным доказательством верхних уровней эрозионного среза.

В кварце первой генерации (гидротермальном) достаточно много газовой-жидких включений (рис., г). По методике, предложенной Н. П. Ермаковым, учитывающей соотношение объема газовой фазы к объему водной фазы, можно дать грубую оценку температур раствора в момент формирования породы. Полученные таким образом температуры характеризуют свойства флюида, за счет которого формировалась ранняя генерация кварца. Температуры флюида варьируют в пределах 150...185 °С.

В раннем кварце встречаются также рудосодержащие и водно-солевые (NaCl) включения. Присутствие соли во включениях указывает на характерный солевой Cl-Na состав флюида (рис., д).

Эволюционную последовательность формирования породы можно описать следующим образом: В начальной стадии становления гидротермально-метасоматической системы флюид находился в критическом или надкритическом состоянии. Газонасыщенность породы и так называемый эффект «вспененности» указывают на кипение

флюида и резкий сброс температуры и давления. Такой процесс характерен для вулканогенных систем [1, 3]. В результате снижения температуры формируются коллоидные растворы и гели, сорбирующие в себя большую часть компонентов, в том числе и рудных, которые не успели выделиться до резкой смены физико-химических условий. Гели неустойчивы и начинают «стареть» с выделением синеретической жидкости. Синеретическая жидкость представляет собой истинный гидротермальный раствор. Из этого раствора формируется поздний сотовый кварц. Рудные минералы, в том числе и золото, преимущественно наблюдаются в зоне не дегидратированного геля и в зонах развития позднего кварца.



**Рисунок.** а) сотовидный, полигональный остаточный кварц. Увеличение 500; б) бахромчатое включение, распад геля кремнезема. Увеличение 500; в) поры, вскрытые газовые пузыри. Увеличение 500. г) пора с газом-жидким включением внутри, рудная фаза; д) водно-солевое включение с рудной фазой (темное). Увеличение 1000

Автор выражает глубокую признательность сотрудникам ОАО «Камчатгеология» за предоставление материалов и всестороннюю помощь в проведении исследования, а также сотрудникам ФГУП «ВСЕГЕИ» за помощь в проведении термобарогеохимических исследований.

#### Литература

1. Константинов М. М. Золотое и серебряное оруденение вулканогенных поясов мира. – М: Недра, 1984 – 165 с.
2. Куринная У.Н. Геология и перспективы рудоносности восточных флангов Еловского золоторудного поля (Центральная Камчатка) // Металлогения древних и современных океанов – 2009. Модели рудообразования и оценка месторождений, 2009. – С. 91–95.
3. Петренко И.Д. Золото-серебряная формация Камчатки. – Петропавловск-Камчатский: Изд-во картографической фабрики ВСЕГЕИ, 1999. – 116 с.
4. Чухров Ф.В. Коллоиды в земной коре. – М.: Издательство академии наук СССР, 1955.

### МИНЕРАЛОГИЯ АЛЛЮВИАЛЬНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ВОСТОЧНО-МАНЬХАМБОВСКОЙ ПЛОЩАДИ ПРИПОЛЯРНОГО УРАЛА

**В.И. Леонтьев, А.В. Фауст**

Научный руководитель доцент А.А. Малюгин

*Уральский государственный горный университет, г. Екатеринбург, Россия*

Район работ расположен в горной части ХМАО-Югра, вблизи восточной границы Маньхамбовского массива гранитоидов, в пределах которого в настоящее время активно проводятся поиски золото-редкометалльной минерализации. В геологическом строении территории принимают участие в различной степени метаморфизованные осадочные, вулканогенно-осадочные и вулканические породы хобейнской, саблегорской и мороинской свит среднего и верхнего рифея, прорванные малыми телами и дайками от основного до кислого состава. В геоморфологическом отношении площадь исследований относится к подзоне низких гор восточного склона Урала (Сигов, 1969) с абсолютными отметками 200...400 м. Большинство водотоков имеют типичный горный характер, местами глубоко врезаюсь (до 15...20 м) в коренные породы. Долины рек слабо террасированные, antecedentные и имеют преимущественно восточное направление. По данным предшественников, практически все они в той или иной степени золотоносны.

Материалом для исследований послужили шлиховые пробы, собранные Северной НИГЭ УГГУ в рамках темы по составлению шлихоминералогической карты Приполярного Урала. Наиболее интересными оказались пробы из современного аллювия рек Няйс и Маньяйс, истоки которых располагаются непосредственно на Маньхамбовском массиве, а долины практически поперек пересекают рифейский комплекс пород, включая редкометалльные песчаники и конгломераты. Опробованные участки долин расположены в 5...12 км от границы массива.

Минеральный состав аллювиальных отложений характеризуется значительным разнообразием (табл. 1). Наиболее часто встречаемыми (> 75 % проб) минералами являются гранаты, амфиболы, эпидот, цоизит, моноклинные пироксены, хлорит, дистен, турмалин, магнетит, гематит, ильменит, рутил, титанит, лейкоксен, анатаз, пирит, циркон, апатит и монацит. К часто встречающимся (50...75 %) отнесены ортит, щелочные амфиболы (глаукофан, реже рибекит), хлоритоид, ставролит, хромшпинелиды и очень близкие к ним по распространенности ромбические пироксены, силлиманит и везувиан. В группу редко встречаемых (20...50) минералов входят андалузит, шпинель, пумпеллиит, барит, корунд (в том числе рубин) и самородное золото. Весьма редкими (менее 20 %) являются шеелит, касситерит, ильменорутил, тантало-ниобаты, пирохлор, торит, сульфиды меди, свинца, ксенотим, карбонаты, флогопит и биотит.



Таблица 1

## Минеральный состав аллювия рек Няйс, Маньяйс, Толья, Щугор

Минерал	Встречаемость, %	Содержание минералов, г/м <sup>3</sup>	
		min	max
1	2	3	4
золото	30	Ез	39 зн
<i>шеелит</i>	6	Ез	5 зн
<i>касситерит</i>	9	Ез	15 зн
ортит	56	Ез	10-12 зн
<i>торит</i>	1		3 зн
<i>ильменорутил</i>	11		4 зн
<i>тантало-ниобаты</i>	13,5		3 зн
<i>пироксид</i>	4,5		ез
<b>магнетит</b>	100	0,3	2320
<b>гр. гранатов</b>	100	ез	1300
<b>гр. амфиболов</b>	100	0,1	200
амфибол щелочн.	51	ез	рз
1	2	3	4
<b>гр. эпидота</b>	100	2,3	473,2
<b>пироксен мон.</b>	75	Ез	13
пироксен ромб.	48	ез	дз
<b>хлорит</b>	90	ез	48
<i>оливин</i>	6		ез
<b>гематит</b>	100	0,1	1160
хромшпинелид	68	ез	144
<b>ильменит</b>	100	ез	3212
<b>рутил</b>	98	ез	47
<b>лейкоксен</b>	78	ез	18,6
<b>титанит (сфен)</b>	100	1	809
брукит	56	ез	дз
<b>анатаз</b>	92	ез	1,2
<b>пирит</b>	89	ез	16,7
<i>халькопирит</i>	11	ез	рз
<i>борнит</i>	0,8		ез
<i>галенит</i>	2,4		ез
<i>бисмутит</i>	1,5		ез
<b>циркон</b>	100	рз	106,3
<b>апатит</b>	96	0,1	61
<b>монацит</b>	75	ез	рз
<i>ксенотим</i>	12	ез	рз
<b>турмалин</b>	97	ез	14
хлоритоид	46	ез	рз
ставролит	57	ез	3,8
<b>дистен</b>	80	ез	2,1
силлиманит	48	ез	0,3
андалузит	38		ез
пумпеллиит	31		ез
везувиан	47		ез
шпинель	40		ез
<i>корунд</i>	23		ез
барит	34,5	ез	2,5
<i>флогопит</i>	4	ез	51
<i>биотит</i>	6	ез	16,5
<i>карбонаты</i>	10		ез

Примечание. Жирным выделены ведущие минералы (встречаемость 75...100 %), курсивом – редкие минералы (встречаемость менее 20 %); в единичных пробах установлены: флюорит, диаспор, ковеллин, вторичные минералы висмута и свинца – в 2-х пробах, топаз – в 4-х, пренит и глауконит – по 1 пробе.

Таким образом, в минеральном составе аллювиальных отложений достаточно четко отражен местный породный комплекс рифейско-палеозойского фундамента, а также рудный редкометалльно-полисульфидный комплекс,

характеризующий рудопроявления типа «несогласия» в метаосадках позднего рифея, обрамляющих Мань-Хамбовский массив гранитоидов.

Под бинокулярным микроскопом МБС-9 проводилось изучение морфологических и гранулометрических особенностей золотин, степени окатанности, степени гипергенного изменения поверхности, состава и количества минеральных включений и вторичных налетов. Химический состав минерала изучался на растровом электронном микроскопе с микрозондовой приставкой.

Было исследовано 12 проб, в самой крупной навеске – 37 знаков, в среднем около 13 знаков на пробу. Рассчитанный средний размер зёрен составляет 0,34 мм. Гистограмма гранулометрического состава представлена на рис. 1. В морфологическом отношении преобладают уплощённые формы золотин – чешуйки и пластинки (рис. 2).

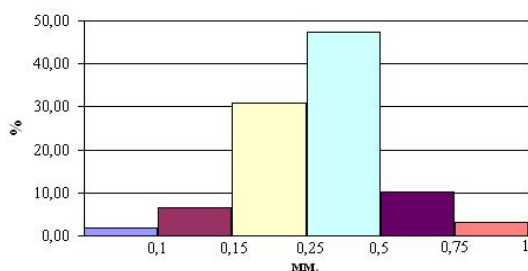


Рис. 1. Гранулометрический состав аллювиального золота

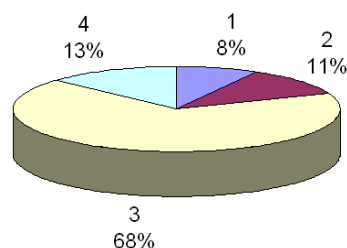


Рис. 2. Морфологический состав аллювиального золота. Морфотипы:  
1 – кристалломорфные;  
2 – комковатые; 3 – пластинчатые; 4 – прочие

Химический состав золота изучался под растровым электронным микроскопом с микрозондовой приставкой (табл. 2). Большая часть проанализированных золотин имеет среднюю пробу 764...866. В качестве элементов-примесей присутствуют серебро (2,78...18,99 мас. %) и медь (до 3,77 мас. %). *Pd*, *Hg* и *As* не обнаружены.

Большинство золотин имеет тёмно-жёлтый цвет. Включения присутствуют в 32 % золотин и в основном представлены слюдой и силикатами, также встречаются кварц и гематит.

Таблица 2

Химический состав золотин из пробы М-07-529 (мас.%)

№ зерен	1			2		3		4	5		6	7	8
	край	ср.	центр	край	центр	край	центр	центр	край	центр	центр	центр	центр
<i>Au</i>	76,4	84,2	85,27	97,22	97,17	100,00	81,55	98,57	99,1	81,01	94,84	86,62	96,79
<i>Ag</i>	23,5	15,7	17,73	2,78	2,83	-	18,41	1,20	0,76	18,99	1,39	13,28	2,39
<i>Cu</i>	-	-	-	-	-	-	0,04	0,71	0,18	-	3,77	0,11	-

Учитывая в целом невысокую окатанность частиц самородного золота и слабую степень гипергенного изменения поверхности золотин, а также многочисленность минеральных включений, можно предположить, что коренные источники золота расположены достаточно близко от площади работ. Простой химический состав золота, по нашему мнению, указывает на сульфидно-кварцевый жильный тип коренных источников. Кроме того, источником золота могли служить рудоносные (ураново-редкометалльные) конгломераты хобейнской свиты [2].

#### Литература

1. Душин В.А. Рифейский гранитный магматизм и металлогения Маньхембовского блока // Региональная геология и металлогения. – 2008. – № 35. – С. 25–33.
2. Щербин С.С. Рудные формации в древних метаморфизованных грубообломочных породах / Геология и полезные ископаемые Урала // Труды СГИ. – 1968. – Вып 53. – С.186–191.

### ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ КВАРЦИТ–КАРБОНАТНОГО МЕЛАНЖА ОЛЬХОНСКОГО РЕГИОНА

П.П. Максимова

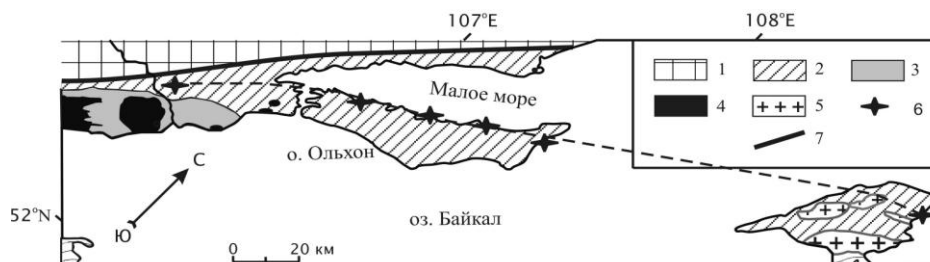
Научный руководитель профессор В.А. Макрыгина

Институт геохимии им. А.П. Виноградова СО РАН, г. Иркутск, Россия

Относительно небольшая по площади территория Ольхонского региона отличается поразительной пестротой пород, образующих не менее разнообразные тектонические структуры. Отдельные полосы однородного состава или ансамбли, ограниченные небольшой группой различных пород, выделялись предшествующими исследователями

в определенные стратиграфические подразделения: горизонты, свиты, подсвиты [1]. Все свиты считались архейскими или нижнепротерозойскими. В настоящее время различными методами твердо установлен только возраст их метаморфизма – 500...465 млн. лет. В.С. Федоровский показал, что наблюдается чередование пластин, имеющих тектонические границы, с разным сочетанием ассоциаций пород. Поэтому, строго говоря, толща не стратифицируется, и далее описание пород будет проводиться в рамках двух крупных подразделений – ольхонской и ангинской толщ [5].

Породы ольхонской серии слагают остров Ольхон и северную часть Приольхонья до бухты Орсо и низовьев р. Анги (рис. 1). В толще четко выделяются две характерных ассоциации пород, образующих тектонические пластины. Это гнейсово-купольные зоны, сложенные в основном биотитовыми и гранат-биотитовыми гнейсами, мигматитами с прослоями амфиболитов в зоне амфиболитовой фации и диопсид-амфиболовых и двупироксеновых кристаллических сланцев в зоне гранулитовой фации [4].



**Рис. 1. Схема геологического строения Ольхонского региона**  
 1 – Сибирский кратон, 2 – ольхонская серия, 3 – ангинская толща,  
 4 – габбро озерского комплекса, 5 – граниты Ангаро-Витимского батолита,  
 6 – выходы меланжа вдоль зоны сдвига (штрих), 7 – зона Приморского разлома

Породы ангинской толщи слагают южную часть Приольхонья от бухты Орсо до устья р. Бугульдейка, где Приморский разлом выходит непосредственно на берег оз. Байкал. Толща сложена метавулканиками (плаггиоклазовыми и пироксеновыми порфиритами, метаандезитами) в переслаивании с пестрыми сланцами, известково-силикатными породами, мраморами, кварцитами и отдельными прослоями гранат-андалузит-биотитовых гнейсов. Породы этой толщи отличаются от ольхонских отложений отсутствием графита в мраморах и кварцитах, низкими содержаниями в них Cr, V и Sr, но высокими содержаниями Mn, Ba и P [2].

В тектоническом развитии региона выделяется два этапа – покровно-надвиговый и сдвиговый тектогенез [4]. Первый развивается на стадии каледонской коллизии кратона и островной дуги (около 500 млн. лет), а второй – на позднеколлизионном этапе (470 млн. лет). Первый этап выразился в образовании синметаморфических деформаций и включает ранние складчатые системы покровного типа. Позднее покровные деформации перерастали в сдвиговые, которые выразились в образовании линейных складок, зон меланжа и роев гранитных даек по оперяющим сдвиги трещинам. Полосовой рисунок пород отражает наиболее позднюю, но интенсивно проявленную деформацию вязкого синметаморфического сдвига, а границы полос чаще всего представлены бластомилонитами и очковыми гнейсами. Меланж в Ольхонском регионе был впервые закартирован В.С. Федоровским [4]. Вдоль зоны сдвига наблюдается чередование участков повышенного и пониженного давления. Суперпластичные мраморы тектонически выжимаются из наиболее напряженных участков в зоны пониженного давления, выноса с собой обломки более хрупких пород – кварцитов или амфиболитов. Тела меланжа картируются в виде узких и протяженных линзующихся горизонтов, но чаще они представляют то небольшие, то достаточно крупные по площади поля, не имеющие линейной формы.

Протяженная зона мощного тектонического перетирания была прослежена от мыса Левый Шунтэ (бухта Узур) на севере Ольхона, где меланжированы пачки переслаивания мраморов с углистыми кварцитами и амфиболитами. Далее она проходит через северные мысы острова Ольхон до бухты Семь Сосен и Улан-Харганы в Приольхонье. Обнаружены выходы кварцит-мраморного меланжа и на п-ве Святой Нос, где продолжают выходы пород ольхонской серии. Чаще всего это кварцит-мраморный меланж, но в бухте Семь Сосен зона меланжа проходит по пачке диопсидовых и амфиболитовых сланцев, глыбы которых образуют хаотичную смесь в дробленном цементе тех же пород.

Особенностью кварцит-карбонатного меланжа Ольхонского региона является проявление в нем редкой Cr-V минерализации: ярко-зеленых слюд, гранатов, пироксенов, амфиболов, ванадиевых турмалинов. Cr-V минерализация проявлена, главным образом, на контакте обломков кварцитов с мраморами.

Появление Cr-V минерализации определяется даже не столько высокими концентрациями хрома и ванадия в породах, сколько безжелезистым составом мраморов и кварцитов, т.е. отсутствием железистых силикатов. Важную роль в стабилизации примесей Cr и V в породах при осадконакоплении играет восстановительная среда, о которой свидетельствует постоянное наличие графита.

В момент отложения мраморов, кварцитов и диопсидовых сланцев в бассейн практически не поступал терригенный материал, но периодически добавлялась вулканокластика (диопсидовые сланцы) и растворенный материал кор выветривания по основным – ультраосновным породам. В условиях застойного режима хемогенные карбонаты и

кварциты неравномерно обогащались остатками органического вещества, сорбирующего V и Cr, что в процессе метаморфизма привело к появлению Cr-V минералов с их укрупнением при перекристаллизации в зонах меланжа.

В кварцитах и кварцитосланцах ольхонской серии наблюдается прямая корреляция содержаний Cr и V, что говорит о едином источнике их поступления в породы (рис. 2).

Отклонение отдельных точек проб кварцитосланцев, особо обогащенных Cr, отобранных из зон меланжа, свидетельствует, скорее всего, о наличии в породе зерен хромита. Помимо Cr и V кварцевые породы ольхонской серии спорадически резко обогащены Mo, Ag (рис. 3), что характерно для кремнисто-углеродистой формации, а породы ангинской толщ – P, F, Ba.

Формирование исходных осадков ольхонской и ангинской толщ происходило в бассейнах с различными условиями седиментации. Судя по тому, что в ольхонской толще метаосадки переслаиваются с основными метавулканитами, состав которых соответствует геохимическому типу окраинноморских толеитов, и постоянно содержат графит и сопутствующие обычно черным сланцам Cr, V, Mo, Ag, можно полагать, что их протолит формировался в окраинном море с восстановительными условиями.

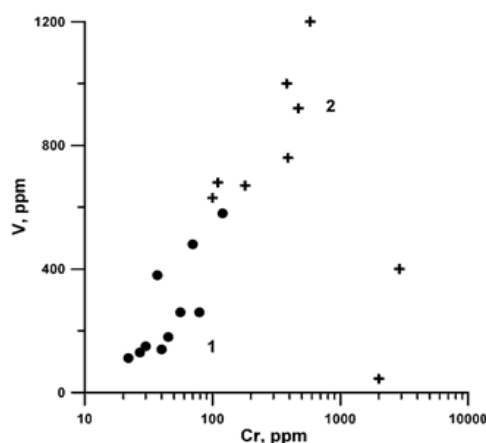


Рис. 2. Графитовые кварциты (1) и кварцитосланцы (2) ольхонской серии

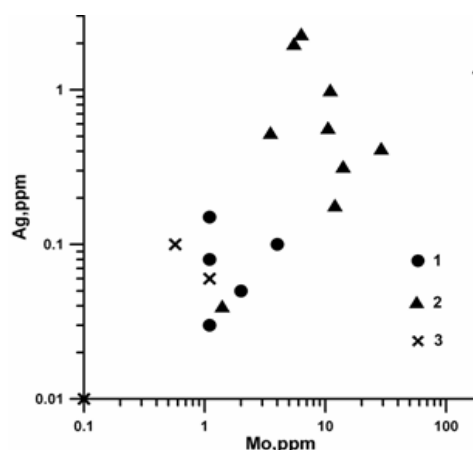


Рис. 3. Соотношение Mo–Ag в мраморах и кварцитах ольхонской (2) и ангинской (1) толщ

Таким образом, характерные для осадочного процесса изменения концентраций элементов-гидролизатов в ряду кварциты – кварцитосланцы ольхонского метаморфического комплекса и устойчивая ассоциация их с мраморами и основными сланцами свидетельствуют о хемогенно-осадочной природе их протолита. Кварциты и кварцитосланцы этого комплекса представлены двумя геохимическими типами: с Cr-V спецификой в ольхонской толще и Mn (вплоть до появления пород гондитовой формации) в ангинской толще. Более того, Cr-V породы обогащены Mo, Ag, S, характерными для черных сланцев, а марганцовистые – P, F, Ba – типичными элементами Mn-конкреций, что свидетельствует о накоплении протолита ольхонской толщ в обстановке окраинного моря и восстановительных условиях, а ангинской – в окислительных условиях на склоне зрелой островной дуги. Наконец, в процессе образования меланжа происходит поступление раствора, за чем следуют метасоматические преобразования, которые являются причиной образования редких Cr-V минералов.

#### Литература

1. Куклей Л.Н. Докембрий Западного Прибайкалья. – М.: Наука, 1985. – 189 с.
2. Макрыгина В.А., Петрова З.И., Конева А.А. Геохимия кварцитов и кварцитосланцев Приольхонья и острова Ольхон (Западное Прибайкалье) // Геохимия. – 1995. – № 10. – С. 1447–1464.
3. Макрыгина В.А., Петрова З.И., Конева А.А., Суворова Л.Ф. Находка Cr-V-содержащих минералов в мраморах и кварцитах п-ва Святой Нос (оз. Байкал) // Геология и геофизика. – 2004. – Т. 45. – № 12. – С. 1441–1449.
4. Федоровский В.С., Добржинская Л.Ф., Молчанова Т.В., Лихачев А.В. Новый тип меланжа // Геотектоника. – 1993. – № 4. – С. 30–45.

### ТИПОМОРФНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПИРИТА ЗОЛОТО-СКАРНОВОГО ОРУДЕНЕНИЯ

Е.М. Михайлова

Научный руководитель профессор В.Г. Ворошилов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Пирит – самый распространенный рудный минерал золоторудных и золотосодержащих месторождений. Во многих случаях он представляет промышленный интерес, так как нередко содержит достаточно высокие концентрации золота, являясь основным накопителем этого металла в рудных телах и околорудных метасоматитах. Для пирита наиболее информативными признаками являются морфология кристаллов, химический состав и термоэлектрические

свойства. Кристаллы его в силу высокой твердости, отсутствия спайности слабо поддаются физическому разрушению. При химическом выветривании по ним образуются псевдоморфозы гётита, гидрогётита, которые сохраняют сравнительно долго внешние черты исходного пирита.

Типоморфные особенности пирита золото-скарнового оруденения исследовались на пиритах Сухаринского рудного поля (Горная Шория) [1, 4].

Изучено около 150 проб пирита, где он представлен кристаллами и зёрнами в жилах и прожилках, метакристаллами во вмещающих породах. Размеры индивидов колеблются от сотых долей мм до 1 см.

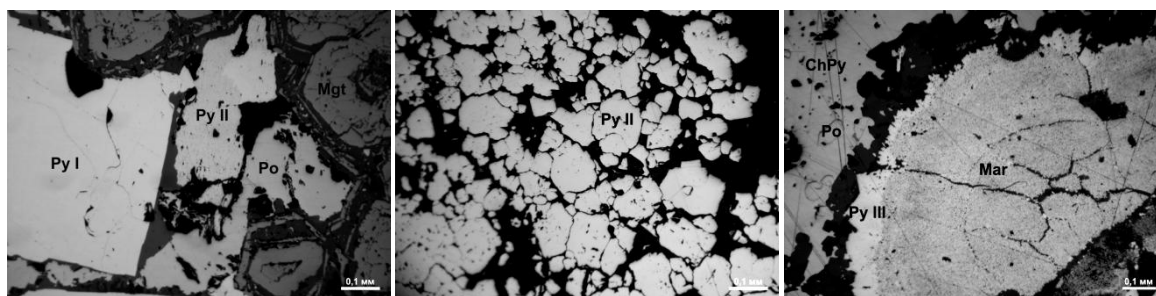
Изучение пирита в отраженном свете четко определило три генерации кристаллического пирита и модификацию марказита (рис. 1).

Пирит I морфологически характеризуется идиоморфными кристаллами размером 0,5...2,0 мм (лишь в северо-восточной части рудного поля его размеры достигают 1 см). Кристаллы представлены квадратными, прямоугольными, ромбическими и шестиугольными сечениями. Отмечается хорошая полировка. Цвет пирита соломенный. Линии ограничения четкие, ровные. Тесно связан с агрегатами пирротина, халькопирита и сфалерита.

Пирит II отмечается на локальных участках в виде ксеноморфных проявлений губчато-дырчатого типа, реже отмечаются гипидиоморфнозернистые формы. Контуры неровные, местами нечеткие. Размеры ограничиваются в пределах 0,1...0,5 мм. В основном пирит II приурочен к кварц-карбонатным и пирротиновым прожилкам.

Пирит III отмечается в виде периферийных идиоморфных агрегатов по колломорфным образованиям марказита и в виде просечек в нем. Размеры отдельных индивидов резко отличаются от остальных – менее 0,01 мм. Сами кристаллы абсолютно чистые без видимых признаков изменений замещения и дробления.

Марказит характеризуется лучистыми субпараллельными, почковидными агрегатами, концентрическими гелевыми структурами, которые различаются в диаметре от 0,1 до 4,0 мм. Цвет со всеми переходами от светло-желтого пиритового до густо-желтого и густо-коричневого. Наблюдаются просечки халькопирита и новообразованного пирита III.



**Рис. 1. Фотографии полированных образцов различных генераций пирита и марказита. Py I, II, III – соответствующие генерации пирита, Mgt – магнетит, Po – пирротин, ChPy – халькопирит, Mar – марказит**

По мере удаления от Тельбесской интрузии в западном направлении растет количество марказита; его слабо почковидные удлиненные агрегаты сменяются почковидными округлыми, а с глубиной – концентрически зональными, сферическими агрегатами. Размер агрегатов с глубиной изменяется от 0,2 до 3,4 мм. В силу того, что марказит относительно низкотемпературный гидротермальный минерал, то вышеописанные наблюдения можно интерпретировать как снижение температуры рудообразования с востока на запад.

В связи с тем, что из всех описанных генераций пирита идеально ровную поверхность и необходимые размеры имеют кристаллы пирита I, то отражательная способность минерала измерялась именно по этому пириту. В каждом полированном шлифе производилось по 8-10 измерений отражательной способности при пяти длинах волн: 460, 500, 540, 600 и 660 нм. Результаты измерений показывают, что в юго-западном направлении от интрузии отражательная способность уменьшается от 51,70 % до 49,47 %.

С целью выявления зональности рудного поля были изучены кристалломорфологические особенности пирита из разных минеральных ассоциаций и рудных тел в образцах, отобранных из отвалов карьеров и керна скважин.

Было установлено, что в кристаллах пирита присутствует три формы: куб  $a\{100\}$ , пентагондодекаэдр  $e\{210\}$ , октаэдр  $o\{111\}$ . В зависимости от простых форм, входящих в комбинации, и развитости граней для Сухаринского рудного поля выделено 15 морфологических типов кристаллов (МТК) пирита (рис. 2) и 6 габитусов: кубический, куб-октаэдрический, куб-пентагондодекаэдрический, пентагондодекаэдрический, пентагон-октаэдрический, октаэдрический.

Реальные кристаллы пирита не всегда изометричны. Они часто уплощены или вытянуты в одном направлении. Грани их неравномерно развиты или присутствуют не все комбинации. Штриховка на гранях комбинационная неслучайная.

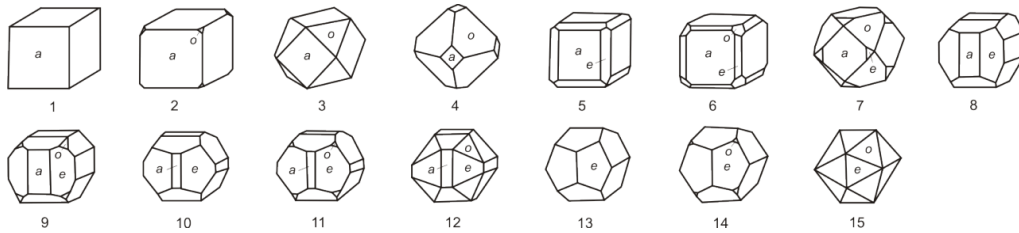


Рис. 2. Морфологические типы кристаллов пиритов Сухаринского рудного поля с сочетанием граней куба –  $a\{100\}$ , пентагондодекаэдра –  $e\{210\}$ , октаэдра –  $o\{111\}$

Максимальное количество МТК приурочено к продуктивным минеральным ассоциациям (рис. 3). Увеличение ассортимента кристаллов происходит за счет появления в комбинациях слабо (а местами и преимущественно) развитых граней (210) и (111) в пиритах руд. Частота встречаемости отдельных типов кристаллов колеблется от долей % до 35 %. При этом, наибольшую морфологическую устойчивость имеют главные МТК №№ 1 и 5 с частотой встречаемости кристаллов до 35 %, второстепенную роль играет 2-ой МТК с частотой встречаемости до 4 %. Доля остальных МТК пиритов редко превышает 2 %, зато количество их достигает 12.

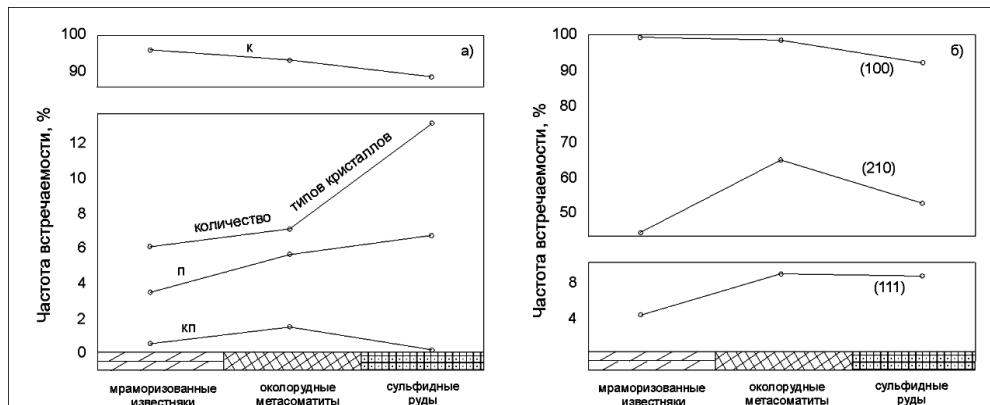


Рис. 3. Изменение встречаемости габитусов (а) и граней в комбинациях кристаллов пирита (б) (%) в разных минеральных ассоциациях Сухаринского рудного поля: габитусы: К – кубический, КП – куб-пентагондодекаэдрический, П – пентагондодекаэдрический

Пириты околорудных метасоматитов отличаются от пиритов руд более правильными кристаллами, преобладающим кубическим габитусом и меньшим в 2 раза набором МТК (рис. 3). По направлению к рудному телу в метасоматитах увеличивается количество кристаллов куб-пентагондодекаэдрического и пентагондодекаэдрического габитусов. В рудных интервалах появляются кристаллы пентагон-октаэдрического и октаэдрического габитусов.

По падению рудных тел и с востока на запад от участка Аргыш-Таг Южный к участку Самарский V в кристаллах пиритов намечается закономерное увеличение частоты встречаемости граней октаэдра в комбинациях и смена куб-октаэдрического на пентагондодекаэдрический и октаэдрический габитусы. Роль кристаллов пирита кубического габитуса в этом направлении уменьшается.

Далее внимание уделялось изучению термоэлектродвижущей силы (термо-ЭДС) пирита, чему придается большое значение в связи с возможностью получения дополнительной информации об условиях формирования рудных месторождений, изучения их зональности и оценки уровня эрозионного среза рудных тел, а также использования изменчивости этого параметра в зонах метасоматической проработки как поискового признака.

Работами А.Я. Пшеничкина и других исследователей [2] было установлено, что термо-ЭДС закономерно изменяется от пиритов с дырочной проводимостью из низкотемпературных минеральных ассоциаций и верхней части рудных тел к пиритам с электронно-дырочной проводимостью среднетемпературных ассоциаций и средних частей рудных тел и к пиритам с электронной проводимостью из высокотемпературных минеральных ассоциаций и прикорневых частей рудных тел.

При обработке измерений термо-ЭДС в Сухаринском рудном поле было выделено три типа проводимости пиритов: 1) с преобладающей электронной проводимостью ( $-n$ ), 2) с равным соотношением электронной и дырочной проводимости, 3) с преобладающей дырочной проводимостью ( $+p$ ) [4]. При этом, для различных минеральных ассоциаций рудного поля установлено, что для пиритов из вмещающих пород свойственны 2-й и 3-й типы, для пиритов из метасоматитов – все три типа, а для пиритов из руд – 1-ый и 2-ой типы проводимости (таблица).

Пириты рудных тел и околорудно-измененных пород характеризуются значительным разбросом значений разности потенциалов (10...70 мВ), близкими в большинстве случаев средними положительными (33...41 мВ) и отрицательными (-17...29 мВ) значениями термо-ЭДС. При этом, наблюдается тенденция уменьшения средних значе-

ний термо-ЭДС пиритов (как *p*-, так и *n*-типов) от карбонатно-пиритовой ранней ассоциации к пиритам из околорудно-измененных пород и к рудным пиритам. Доля электронной проводимости в пиритах из метасоматитов по направлению к рудным телам увеличивается в 2,5...3 раза, а доля дырочной проводимости – сокращается.

С глубиной средние значения термо-ЭДС и доля *n*-пиритов на участках рудного поля изменяются волнообразно с максимумами на горизонтах, обогащенных продуктивной минерализацией, подобно кристалломорфологическим особенностям пиритов.

Таблица

**Изменение средних значений термо-ЭДС и типов проводимости пиритов из пород и руд Сухаринского рудного поля**

Породы и руды	Средние значения термо-эдс, мВ		Доля проводимости, %		Типы проводимости
	(+ <i>p</i> )	(- <i>n</i> )	(+ <i>p</i> )	(- <i>n</i> )	
Мраморизованные известняки	41	19	80	20	1, 2
Метасоматиты	26	17	51	62	1, 2, 3
Руды	21	16	44	51	2, 3

При изучении химического состава пирита особое внимание уделялось особенностям распределения элементов-примесей – индикаторов условий образования этого минерала. В пиритах Сухаринского рудного поля выявлены следующие элементы-примеси: Cr, Ni, Co, Zn, Cu, Pb, As, Mn, Sb, Se, Bi, Cd, Sr, Ag, Rb, Zr, Pd.

Содержания золота в пирите колеблются в пределах 0,035...1,077 г/т на участке Романовско-Кедровский и 0,430...9,650 г/т на участке Самарский V.

В целом, исходя из характера проводимости и величины термо-ЭДС, температуру формирования пирита можно оценить в 200...400<sup>o</sup>C. О средне-низкотемпературных условиях рудообразования свидетельствует также преобладание в рудах кристаллов пирита кубического габитуса, а о снижении температуры рудообразования с востока на запад рудного поля, по мере удаления от гранит-гранодиоритовой интрузии, свидетельствуют закономерные изменения в генерациях пирита и мельниквит-пирита, уменьшение отражательной способности пирита, а также смена высокотемпературной турмалин-(шеелит)-арсенопирит-пиритовой минерализации (В, W, As) пирит-арсенопиритовой (As, Co, Bi), и увеличение относительной роли более поздней полиметаллической минерализации (Pb, Zn, Ag) [3].

По результатам исследований типоморфных свойств пирита можно сделать вывод, что рудные участки поля имеют небольшой эрозионный срез, увеличивающийся в юго-западном направлении при удалении от интрузии, и имеют значительную перспективу на глубину. Это заключение основано на том, что пириты руд и метасоматитов имеют преобладающую электронно-дырочную проводимость, кубический габитус кристаллов (95 %), повышенную концентрацию элементов, характерных для верхних-средних частей рудных тел – свинца, меди, мышьяка, цинка, висмута (10...400\*10<sup>-3</sup>) и золота (до 9 г/т).

#### Литература

1. Коробейников А.Ф., Зотов И.А. Закономерности формирования месторождений золото-скарновой формации: научное издание. – Томск: ТПУ, 2006. – 235 с.
2. Коробейников А.Ф., Нарсеев В.А., Пшеничкин А.Я. и др. Пириты золоторудных месторождений (свойства, зональность, практическое применение). – Москва: ЦНИГРИ, 1993. – 213 с.
3. Михайлова Е.М. Поисковая геолого-геохимическая модель золотого оруденения в Сухаринском рудном поле // Проблемы геологии и освоения недр. – Томск: ТПУ, 2009. – С. 158–161.
4. Михайлова Е.М., Селин О.П. Кристалломорфологические и термоэлектрические особенности пиритов рудопроявлений Сухаринского железорудного месторождения // Проблемы геологии и освоения недр. – Томск: ТПУ, 2007. – С. 73–76.

### ТИПОМОРФНЫЕ ОСОБЕННОСТИ КРИСТАЛЛОМОРФОЛОГИИ ПИРИТА СУХАРИНСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ

**Е.М. Михайлова, П.М. Адигешова**

Научный руководитель заведующий лабораторией А.Я. Пшеничкин

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

Сухаринское рудное поле расположено в западной части Тельбесского железорудного района Горной Шории. Сложено отложениями самарской, сухаринской, мрасской и усинской свит [1]. На скарново-железорудное оруденение накладывается золото-сульфидная минерализация с пиритом, пирротинном, реже отмечаются арсенопирит, халькопирит, сфалерит, галенит, а также базовисмутин, тетрадимит, молибденит.

С целью выявления зональности рудного поля были изучены кристалломорфологические особенности пирита из разных минеральных ассоциаций и рудных тел, отобранных из отвалов карьеров и керна скважин. Изучение проводилось под бинокулярным микроскопом МБС-10 из фракции 0,5...0,25 мм, так как эта фракция наиболее полно характеризует морфологические особенности минерала [2]. Для количественной оценки распространенности выде-

ляемых морфологических типов кристаллов (МТК) производился подсчет кристаллов методом дорожки под бинокулярным микроскопом. В каждой пробе набиралось до 50 кристаллов, производился подсчет встречаемости граней в комбинациях и определялся габитус кристаллов. Всего было изучено 37 проб пирита из отвалов карьеров и 68 проб из керна скважин.

При изучении кристалломорфологии пирита было установлено, что в кристаллах пирита из рудных тел и околорудных метасоматитов присутствует три формы: куб  $a\{100\}$ , пентагондодекаэдр  $e\{210\}$ , октаэдр  $o\{111\}$ . Кристаллы встречаются в виде простых форм и их комбинаций (рис. 1–3).

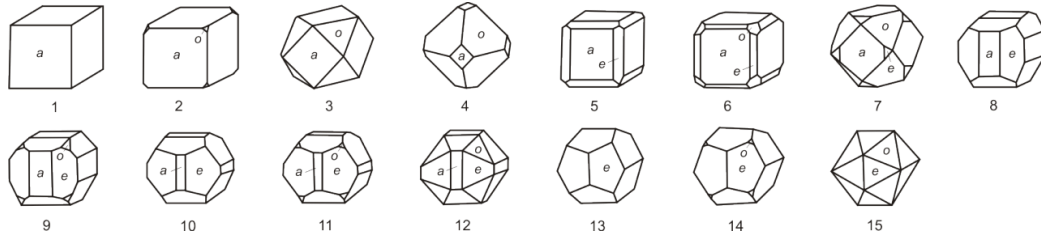


Рис. 1. Морфологические типы кристаллов пиритов Сухаринского рудного поля с сочетанием граней куба –  $a\{100\}$ , пентагондодекаэдра –  $e\{210\}$ , октаэдра –  $o\{111\}$

Грань (100) присутствует во всех комбинациях, является габитусной, ее встречаемость снижается только в пирит-пирротиновых рудах. Грань (210) в комбинациях кристаллов развита умеренно, чаще всего встречаемость ее в комбинациях от 50 до 100 %, часто она хорошо развита и становится габитусной, увеличиваясь по направлению к рудному телу в околорудных метасоматитах и в рудных зонах. Более 60 % кристаллов составляют комбинации  $\{100\} + \{210\}$ . Встречаемость грани (111) в комбинациях кристаллов пирита составляет 4...9 %, она слабо развита, в основном у пиритов пирит-пирротиновых руд. Часто в комбинации кристаллов присутствуют не все грани. Лишь у кристаллов пиритов участков Романовско-Кедровский и Самарский V грань (111) становится габитусной. Грани пентагондодекаэдра и октаэдра у кристаллов пиритов из околорудных метасоматитов встречаются чаще, чем у пиритов руд, однако комбинационные их типы встречаются только на участке Романовско-Кедровский. В зависимости от преобладающего развития граней в комбинациях выделено 6 габитусов: кубический, куб-пентагондодекаэдрический, пентагондодекаэдрический, куб-октаэдрический, пентагон-октаэдрический, октаэдрический (рис. 2).

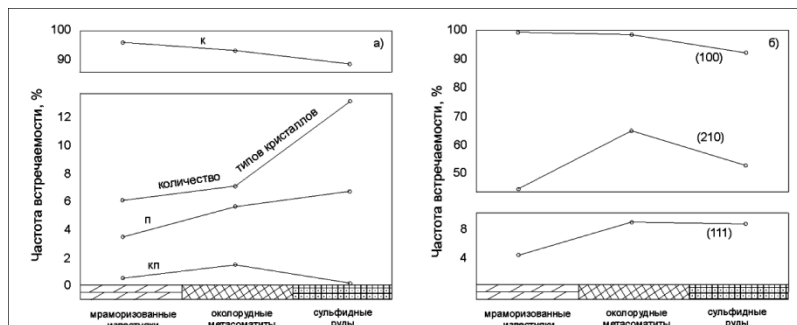


Рис. 2. Изменение встречаемости габитусов (а) и граней (б) в комбинациях кристаллов пирита (в %) в разных минеральных ассоциациях Сухаринского рудного поля. Габитусы: К – кубический, КП – куб-пентагондодекаэдрический, П – пентагондодекаэдрический

В зависимости от простых форм, входящих в комбинации, и развитости граней для Сухаринского рудного поля выделено 15 морфологических типов кристаллов (МТК) пирита (рис. 1). Максимальное их количество приурочено к продуктивным минеральным ассоциациям. Увеличение ассортимента кристаллов происходит за счет появления в комбинациях слабо (а местами и преимущественно) развитых граней (210) и (111) в пиритах руд. Частота встречаемости отдельных типов кристаллов колеблется от долей % до 35 % (табл., рис. 3). При этом наибольшую морфологическую устойчивость имеют главные МТК № № 1 и 5 с частотой встречаемости кристаллов до 30...35 %, второстепенную роль играет 2-ой МТК с частотой встречаемости до 4 %. Доля остальных МТК пиритов редко превышает 2 %, зато количество их достигает 12.

Пириты околорудных метасоматитов отличаются от пиритов руд более правильными кристаллами, обладающим кубическим габитусом и меньшим в 2 раза набором МТК. По направлению к рудному телу в метасоматитах увеличивается количество кристаллов куб-пентагондодекаэдрического и пентагондодекаэдрического габитусов. В рудных интервалах появляются кристаллы пентагон-октаэдрического и октаэдрического габитусов.



Таблица

Частота встречаемости (в %) морфологических типов кристаллов, граней в комбинациях и габитусов пиритов в рудах и породах Сухаринского месторождения

		Вмещающие породы	Околорудные метасоматиты	Сульфидные руды
МТК	1	34,8	11,1	33,0
	2	3,4	0,3	3,5
	5	22,8	18,1	30,7
	6	0	0,5	0,6
	8	0,5	1,4	0
	10	1,6	2,6	1,7
	13	0,3	0,3	2,3
		МТК 3 – 0,1	МТК 7 – 4,7	МТК 4 – 0,3, МТК 9, 15 – 0,2, МТК 11 – 0,5, МТК 12 – 0,1, МТК 14 – 1,6.
Грани	(100)	99,9	99,7	91,6
	(210)	43,1	64,5	51,9
	(111)	4,1	8,9	8,5
Габитусы	{100}	96,2	92,9	88,9
	{210}	3,3	5,7	6,3
	{100}+{210}	0,5	1,4	0
				{111} – 0,3, {210}+{111} – 0,2.

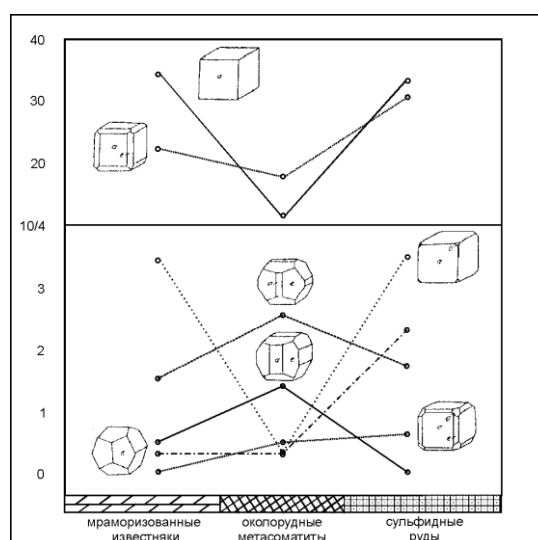


Рис. 3. Частота встречаемости наиболее распространенных морфологических типов кристаллов пиритов Сухаринского месторождения

На глубоких горизонтах рудных тел и с востока на запад от участка Аргыш-Таг Южный к участку Самарский V в кристаллах пиритов намечается закономерное увеличение частоты встречаемости граней октаэдра и смена куб-октаэдрического на пентагондодекаэдрический и октаэдрический габитусы. Роль кристаллов пирита кубического габитуса в этом направлении уменьшается. Установлено, что наибольшее количество МТК пирита встречается на Романовско-Кедровском участке (11 МТК), а наименьшее – на Самарском I-II (3 МТК).

Таким образом, на основании изучения кристалломорфологии пирита можно сделать вывод, что эрозионный срез руд Сухаринского месторождения увеличивается в юго-западном направлении от участка Аргыш-Таг Южный к участку Романовско-Кедровский и что рудные тела месторождения вскрыты в средних их частях и имеют перспективы на глубину.

#### Литература

- Кузьмин Г.И. Литолого-петрографическая характеристика рудовмещающих отложений Сухаринского рудного поля // Проблемы генезиса, закономерности размещения и перспективы железоруднения Алтае-Саянской складчатой области. – Новосибирск, 1974. – С. 119–128.
- Пшеничкин А.Я. Кристалломорфология пирита и ее использование в практике поисково-разведочных работ // Геология и геофизика. – 1989. – № 11. – С. 65–75.

**НОВЫЙ АЛМАЗОНОСНЫЙ КИМБЕРЛИТОВЫЙ РЕГИОН СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ АНГОЛЫ****А.Б. Москаленко, Н.Г. Вавриш**Научный руководитель профессор В.Н. Нагорный  
*Национальный горный университет, г. Днепропетровск, Украина*

Ангола расположена в южной части Африки. Это одна из богатейших стран континента по своим природным ресурсам, особенно по алмазам. По экономическому потенциалу она сравнима с ЮАР и Намибией. Помимо алмазов, страна богата запасами нефти и золота.

Наиболее богатые месторождения алмазов располагаются в северо-восточной части страны в провинции Лунда-Норте - Лунда-Сул. Этот регион, где сосредоточены основные алмазные ресурсы страны, включает четыре кимберлитовых поля - Катока, Камачия, Камафука-Камазамбо и Камутуэ [2]. Месторождения здесь разрабатываются более 70 лет и дали более 60 миллионов каратов алмазов высокого качества. Алмазы Лунды характеризуются крупными кристаллами (5 камней на карат) и высоким качеством (содержание ювелирных алмазов достигает 78 %). Следует отметить, что ангольские алмазы по стоимости занимают одно из первых мест в мире при значительной их добыче. Максимальное количество алмазов добыто в Анголе в 2003 году, оно равнялось 6.061.071,90 каратов [1]. В Анголе сейчас известно, по крайней мере, 650 кимберлитовых тел [3].

В последние годы интенсивно проводятся геологические работы в северо-западной части страны. Сведения о строении кимберлитовых тел и их вещественном составе до настоящего времени отсутствовали. В ходе геолого-разведочных работ в районе Муссенде (провинция Кванза-Сул) с помощью геофизических исследований был выявлен ряд аномалий. В ходе буровых работ было подтверждено наличие девяти кимберлитовых трубок. Также определены формы и размеры каждой. В основном они имеют овальную форму, а площадь составляет от 0,5 до 125 га.

В геологическом строении района принимают участие докембрийские кристаллические комплексы фундамента и интрузии гранитов позднеархейского возраста. Позднепротерозойские отложения серии Шишту-Грезозу несогласно залегают на нижнеархейских кристаллических породах в долине р. Кванза, в северо-восточной части района. В нижней части серии залегают полимиктовые конгломераты с разнообразной галькой (кварцитов, основных пород, гранитов, кварца и др. пород). Верхняя часть представлена красноцветными аркозовыми песчаниками с просями пестрых аргиллитов и алевролитов с трещинами усыхания.

Завершают разрез коренных пород продукты кимберлитового магматизма, судя по литературным данным возраст которых датируется 102...104 млн. лет.

Аллювиально-пролювиальные четвертичные отложения широко распространены в бассейне р. Кванза, и в меньшей степени в ее притоках. Они представлены галечниками, песками и глинами. Мощность отложений составляет первые десятки метров.

В тектоническом отношении район исследований находится на Ангольском щите. В центральной и юго-западной частях района разломы северо-западного направления контролируют развитие раннепротерозойских магматических пород кислого и среднего составов.

В пределах исследуемого участка Муссенде достаточно четко выделяются парагенетически связанные тектонические нарушения с характерным структурным рисунком, что свидетельствует о преобладающих сдвиговых деформациях в соответствии с моделью разломообразования Андерсона. При этом, поля распространения кимберлитовых трубок также имеют закономерное расположение относительно выделенных разломов. К настоящему времени механизм образования зон сдвигов наиболее хорошо изучен и подтверждается как результатами экспериментальных работ в механике сплошных сред, так и специальными полевыми исследованиями реальных геологических обстановок.

Тектонические нарушения выявлялись в ходе полевых исследований по зонам милонитизированных пород, смещениям геологических границ, наблюдениям над ориентировкой кливажа. Кинематика разломов определялась за мерами ориентировки борозд скольжения по трещинам различной направленности. Закономерная ориентировка разломов свидетельствует о структурном парагенезисе зоны левого сдвига субширотного простирания. В соответствии с предлагаемой моделью выделяются следующие типы тектонических нарушений.

- 1) Главные разломы (Y-сдвиги) ориентируются в субширотном направлении. Азимут простирания 285...290°.
- 2) Синтетические сдвиги (R-сдвиги) ориентируются под углом 15...20° к главному разлому. Азимут простирания – 270°.
- 3) Вторичные синтетические сдвиги (P-сдвиги) ориентируются под углом 15...20° к главному разлому. Азимут простирания 305...310°.
- 4) Антитетические сдвиги (R/-сдвиги) ориентируются под углом 60...75° к главному разлому с азимутом простирания 200...210°. Важно подчеркнуть, что перемещения по синтетическим, вторичным синтетическим сдвигам происходят в том же направлении, что и по главному разлому, тогда как по антитетическим сдвигам – в противоположную сторону. В нашем случае антитетические сдвиги имеют правосдвиговую кинематику, что подтверждается и за мерами ориентировки борозд скольжения.
- 5) Трещины растяжения (T-трещины), которые контролируют размещение кимберлитовых трубок. Эти зоны также закономерно ориентируются под углом приблизительно 45° к простиранию главных разломов и имеют достаточно хорошо выраженную периодичность, по всей видимости, совпадающую с шириной сдвиговой зоны.

Предлагаемая классификация тектонических нарушений с левосдвиговой кинематикой показывает, что возраст структурных парагенезисов соответствует времени внедрения кимберлитов и принимается как раннемело-

вой. В то же время, заложение тектонических нарушений, вероятно, имеет гораздо более древний возраст, с длительным и сложным характером развития.

В региональном плане четко выделяются разломы, которые по простиранию совпадают с направлением главных тектонических нарушений на участке работ.

По геологической позиции и минералого-петрографическому составу кимберлитовые трубки этого района относятся к классическим кимберлитам 1-й группы Южной Африки.

Петрографически кимберлит представляет собой агрегат серпентина, кальцита, флогопита, перовскита, магнетита, водных алюмосиликатов. При этом, полностью сохраняется текстура и структура первичных магматических пород и минералов. Породы содержат разнородные вкрапленники минералов и обломки пород, среди которых выделяются: обломки кимберлита ранних генераций; ксенолиты вмещающих карбонатных и терригенных пород; ксенолиты долеритов; ксенолиты кристаллосланцев; различные минералы-вкрапленники, главными среди которых являются гранат, пикроильменит, ильменит, пироксен, хромдиоксид, шпинель. Содержание ксеногенного материала приблизительно 15 %.

Алмазы представлены кристаллами и осколками кристаллов. Преобладают осколки и поврежденные зерна. Среди морфологических типов преобладают кристаллы ромбододекаэдрического габитуса. По классификации Ю.Л. Орлова, все обнаруженные кристаллы были отнесены к I группе. Изучение алмазов еще продолжается.

Вопрос о перспективах развития алмазодобывающей промышленности северо-западной части Республики Ангола окончательно будет решен после проведения следующего этапа исследований, который должен включать поиски новых объектов и более детальное изучение минералого-петрографического состава.

#### Литература

1. Moises A.A. Os diamantes em Angola. – Lda, 2006.
2. Романько Е.Ф. и др. Кимберлиты юго-западной части Анголы. – М.: ООО "Геоинформмарк", 2005.
3. Харьков А.Д. и др. Многоликий алмаз. – Донецк, 1993.

### **БАРИТОВАЯ МИНЕРАЛИЗАЦИЯ ВЕРХНЕЮРСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ УЛЬЯНО-САРАТОВСКОГО ПРОГИБА: ФОРМА ПРОЯВЛЕНИЯ, СОСТАВ, ГЕНЕЗИС** **В.М. Николаева**

Научный руководитель доцент Э.А. Королев

*Казанский государственный университет им. В.И. Ульянова-Ленина, г. Казань, Россия*

Баритовая минерализация в терригенных комплексах верхнеюрских отложений известна с начала XX-го века. Однако, несмотря на это, никто не занимался ее систематическим изучением. В публикациях основное внимание уделяется проблемам стратиграфического расчленения мезозойских отложений, лишь мельком упоминая о присутствии баритовых образований. Между тем, факт наличия барита в глинистой толще, которая во всем Поволжье характеризуется нижекларковыми содержаниями  $Ba^{2+}$  [2], и его локальное распространение вызывает определенный научный интерес.

В рамках изучения аутигенных образований верхнеюрских отложений нами было проведено детальное изучение баритовой минерализации в пределах северо-восточной части Ульяновско-Саратовского прогиба. Наиболее представительные коллекции баритов были собраны в обнажениях правого берега р. Волги у с. Большие Тарханы и в карьерах у с. Кильдюшево.

На всех исследуемых участках баритовая минерализация приурочена к киммериджским отложениям верхнего отдела юрской системы, представленным глинами с редкими прослойками алевролитов. В естественном залегании глины характеризуются темно-серой с зеленоватым оттенком окраской, преимущественно однородной текстурой и пелитовой структурой. По данным рентгенографического анализа порода имеет поликомпонентный состав. Из глинистых минералов преобладает неупорядоченное смешаннослойное образование, в структуре которого незаконно чередуются монтмориллонитовые и иллитовые пакеты. В меньших количествах присутствуют обломочный мусковит, хлорит и каолинит. Помимо глинистых минералов порода содержит кальцит, зерна аллотигенного кварца, альбита и микроклина.

Исследования поверхностей скола глинистой породы с помощью растрового электронного микроскопа (РЭМ) позволило установить, что карбонатная составляющая представлена известковистыми остатками нанопланктона. На снимках отчетливо видны фрагменты кокколитофоридов. Скелетные остатки относительно равномерно распределены в объеме породы, ориентировка пластинчатых форм произвольная. Они могут лежать как в плоскости напластования, так и под различными углами к ней. Последнее обстоятельство свидетельствует, с одной стороны, о поступлении биогенных остатков в момент существования еще вязкого, неуплотненного глинистого ила, с другой – о слабом постседиментационном уплотнении пород в стадию диагенеза.

Среди относительно однородной глинистой толщи на отдельных стратиграфических уровнях залегают баритовые конкреции, секрети и септарии размером от 5,0 см до 1,0 м. Большая часть из них имеет ожелезненную «рубашку», которая позволяет проследить особенности залегания  $BaSO_4$  в стенках естественных и техногенных обнажений. Баритовые образования характеризуются сферическим или эллипсоидным обликом, реже встречаются пирамидальные скульптурные формы.

Конкреции в зависимости от стадий привноса формирующих их минерализованных растворов можно подразделить на одноактные, рост которых происходил без существенных остановок, и многоактные, когда в процессе

роста образовалось некоторое ядро, вокруг которого затем происходила собирательная кристаллизация [1]. Первые, как правило, характеризуются преимущественно однородным вещественным составом, вторые – многокомпонентным минеральным выполнением.

К одноактным относятся небольшие баритовые стяжения размером до 10,0 см в диаметре при толщине 3,0...6,0 см. Они практически нацело сложены тонкозернистыми баритовыми агрегатами, в которых пластинчатые кристаллы ориентированы хаотично по отношению друг к другу. Крупных реликтов вмещающей породы практически нет, лишь участками фиксируется рассеянная вкрапленность глинистых частичек хлорита и иллита. Однородный размер и беспорядочное расположение кристаллов  $BaSO_4$  в агрегатах указывает на их гетерогенное зарождение в условиях относительно высокого пересыщения маточного раствора, а отсутствие захваченной в процессе формирования конкреций вмещающей породы – на раннедиагенетическое время их появления, когда илистый донный осадок еще не был уплотнен. К одноактным конкрециям можно отнести и пирамидальные обособления, сложенные крупными (1,0...2,0 см) баритовыми сферолитами. По-видимому, они являются продуктом перекристаллизации ранее сформированных тонкозернистых агрегатов в последующую стадию позднего диагенеза, когда шло диффузионное перераспределение баритового вещества внутри конкреции под действием слабо минерализованных растворов.

Многоактные конкреции представлены более крупными агрегатами, размер которых варьирует от 15,0 до 100,0 см. Все они характеризуются концентрически зональным строением. При этом, каждая зона представлена определенной минеральной выполнением. Среди многоактных конкреций преобладают барит-гипс-пиритовые и франколит-барит-кальцитовые полиминеральные разновидности. У первых ядро выполнено тонкозернистым баритом. Поверх него нарастает гипсовая оболочка, состоящая из шестоватых кристаллов, ориентированных перпендикулярно поверхности баритового ядра с многочисленными вкраплениями фрамбоздрического пирита. Периферия сложена сросшимися фрамбоздальными пиритовыми агрегатами, образующими внешнюю оторочку конкреций. У вторых центральная часть представлена скрытокристаллическим франколитом. Вокруг него нарастает баритовый слой, сложенный пластинчатыми кристаллами, ориентированными параллельно поверхности кальциево-фосфатного ядра. Краевая зона выполнена пелитоморфным кальцитом с рассеянными вкраплениями фрамбоздров пирита. Во всех многоактных конкрециях, так же как и в случае с одноактными, реликты вмещающей породы практически не фиксируются. Очевидно, их образование тоже осуществлялось в стадию раннего диагенеза в период существования вязкого донного осадка.

Секреции и септарии по сути представляют единый генетический тип аутигенных образований. И те и другие имеют внутреннюю полость, повторяющую очертания внешнего облика агрегатов. Разница заключается лишь в том, что у секретей стенки полостей ровные, а у септарий – осложнены радиально ориентированными трещинами, постепенно сужающимися по мере удаления от центра. Внутренние полости секретей содержат друзы, сложенные крупными (до 0,8 см) пластинчатыми кристаллами барита, среди которых встречаются различные по морфологии и размерам пиритовые кристаллы. В ряде случаев наблюдается пиритовая псевдоморфоза по бариту. У септарий центральная полость открытая, а расходящиеся от нее трещины полностью выполнены баритовой минерализацией. Пластинчатые кристаллы  $BaSO_4$  в трещинах ориентированы перпендикулярно стенкам. Плотная периферия секретей и септарий сложена баритовыми агрегатами, состоящими из закономерно ориентированных тончайших пластинок, расположение которых напоминает изморозь на стекле. По мере приближения к центральной полости размеры агрегатов и кристаллов в них увеличиваются. Включений реликтов вмещающей породы не наблюдается, фиксируются лишь фрамбоздальные агрегаты аутигенного пирита.

Особенности залегания и строения баритовых агрегатов позволяют в какой-то степени восстановить условия их образования в терригенных комплексах верхнеюрских отложений. Так, ограниченное пространственное распространение баритовой минерализации в глинистой толще с низкими кларковыми содержаниями  $Ba^{2+}$ , очевидно, указывает на существование каких-то внешних локальных источников, поставляющих вещество в породы, а стратиформный характер их концентрации – на узкий временной диапазон активизации этих источников. Морфология баритовых тел в совокупности с отсутствием в них реликтов вмещающей породы свидетельствует о том, что их образование осуществлялось в вязком илистом осадке.

Учитывая все вышесказанное, можно смоделировать сценарий формирования баритовой минерализации.

Юрский период характеризовался интенсивным проявлением тектонической активности на всей восточной части Русской платформы. На рассматриваемой территории в это время продолжалось развитие Ульяновско-Саратовского прогиба, зародившегося в конце герцинского тектоно-магматического цикла развития Волго-Уральской антеклизы. Столь глобальные события, как правило, сопровождаются повышениями плотности теплового мантийного потока, который и приводит к формированию тех или иных структурно-тектонических элементов.

На участках с высоким тепловым потоком толща осадочного чехла способна генерировать значительное количество газово-жидких внутриформационных флюидов. При определенных условиях, например, при раскрытии глубинных разломов флюиды могли подниматься к поверхности земли, образуя зоны разгрузки в придонной части Среднерусского палеоморя. Глубинные растворы приносили с собой химические элементы, несвойственные для существовавшей в верхнеюрское время седиментационной обстановки, и создавали специфические гидрохимические условия для формирования стратиформной аутигенной минерализации. Судя по составу конкреций, секретей и септарий флюиды характеризовались высоким содержанием миграционноспособного  $Ba^{2+}$ , концентрирование которого осуществляется только в хлоридных рассолах. Отсюда можно заключить, что разгружающиеся растворы изначально имели хлоридно-натриевый или хлоридно-кальциево-натриевый состав. В зонах субаквального высачивания глубинные хлоридные рассолы смешивались с придонными сульфат содержащими морскими водами, в результате чего здесь достигалось пересыщение по бариту. В силу своей низкой растворимости  $BaSO_4$  быстро выпадал в осадок, образуя гелиевые сгустки, которые по мере своего увеличения в размерах оттесняли неуплотненные глинистые час-

тики. Именно этим и объясняется отсутствие в баритовых агрегатах реликтов вмещающей породы. На внешних границах сгустков отвердевание шло более быстрыми темпами по сравнению с их центральными частями, что привело к формированию плотной периферии, сложной относительно мелкими баритовыми кристалликами. Во внутренних частях процесс кристаллизации барита был растянут по времени, поэтому пластинчатые кристаллы сумели вырасти до более больших размеров. В процессе раскристаллизации полужидких гелиевых сгустков, очевидно, происходило равномерное сокращение их внутреннего объема, что привело к образованию центральных полостей, повторяющих внешнюю форму секретий. При неравномерной усадке, по-видимому, образовывались радиальные трещины, расходящиеся во все стороны от центральной внутренней полости, таким образом формировались септарии. Впоследствии из остаточного кристаллизационного раствора образовывался барит поздней генерации, который вытеснял трещины синерезиса, либо формировал друзы, состоящие из крупных пластинчатых кристаллов  $BaSO_4$ . В некоторых случаях, судя по минеральному выполнению конкреций, поступающие глубинные растворы эволюционировали во времени. Именно этим объясняется чередование различных по минеральному составу концентрических оторочек внутри конкреционных образований.

Таким образом, баритовую минерализацию в глинистых отложениях киммериджского яруса с большой долей вероятности можно рассматривать в качестве маркеров придонных палеовысачиваний глубинных растворов. Нечто подобное, только в более явно выраженном варианте, в настоящее время фиксируется в пределах восточной части впадины Дерюгина Охотского моря. В соответствии с принципом актуализма между этими разновозрастными событиями, имеющими общий конечный результат в виде баритовой минерализации, можно провести событийную аналогию, показывающую возможность реализации аналогичного процесса и в предыдущие эпохи.

#### Литература

1. Годовиков А.А., Степанов В.И. Формы нахождения минералов. – М.: "Ассоциация Экост", 2002. – 64 с.
2. Низамутдинов А.Г. Распределение микроэлементов в осадочных формациях мезокайнозоя Ульяновского Поволжья // Труды геологического института: Стратиграфия, палеогеография и полезные ископаемые мезокайнозоя Урало-Поволжья. – Казань: Изд-во КГУ, 1971. – Вып. 29. – С. 139–152.

### НОВЫЕ ДАННЫЕ ПО ПЕТРОГРАФИИ И ГЕОХИМИИ МАГМАТИЧЕСКИХ ПОРОД УЛУЕЛГИНСКО-КУДАШМАНОВСКОЙ ЗОНЫ (ЗАПАДНЫЙ СКЛОН ЮЖНОГО УРАЛА)

Е.О. Пиндюрина

Научный руководитель заведующий лабораторией ИГ УНЦ РАН С.Г. Ковалев  
*Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия*

В результате научно-исследовательских и тематических работ, выполненных в последнее время, были получены новые, оригинальные минералого-геохимические материалы, позволяющие предполагать широкое развитие «нетрадиционных» для этой части Уральского региона типов благороднометалльного оруденения [1, 2]. В первую очередь к ним относится платинометалльно-золотая специализация углеродсодержащих толщ среднерифейского возраста. В процессе детального изучения сложнодислоцированных углеродсодержащих толщ западного склона Южного Урала, приуроченных к разноранговому тектоническим нарушениям, было установлено наличие неизвестной ранее мощной зоны протяженностью около 15 км с обильной сульфидной (халькопирит-пирротин-пиритовой, пирротиновой и пиритовой) минерализацией. Черносланцевые отложения сложно перемяты и импрегнированы магматическими породами основного состава.

Магматические породы в значительной степени изменены и превращены в хлорит-клиноцоизит (эпидот)-полевошпат-амфиболовые разновидности, часто биотитсодержащие, карбонатизированные и окварцованные. При их петрографическом изучении в крупных кристаллах сине-зеленой роговой обманки или плагиоклаза часто наблюдаются мелкие (0,02 мм) многочисленные (до 10...15 зерен) пойкилитовые включения циркона и монацита. Кроме того, в породах широко развита альбитизация с образованием шлиров, сложенных широкотаблитчатыми кристаллами альбита и жилообразных тел альбититов мощностью 15...20 см.

Терригенные породы зоны представлены серицит-кварцевыми алевросланцами и углеродсодержащими серицит (мусковит)-кварцевыми сланцами, часто с биотитом и хлоритом. Алевросланцы и сланцы сложно дислоцированы и сплоены, но в то же время границы между ними четкие. Характерной особенностью как для первых разновидностей, так и для вторых, является укрупнение серицита с образованием крупночешуйчатого (до 5 мм по удлинению) мусковита, перекристаллизация кварца, альбитизация и карбонатизация.

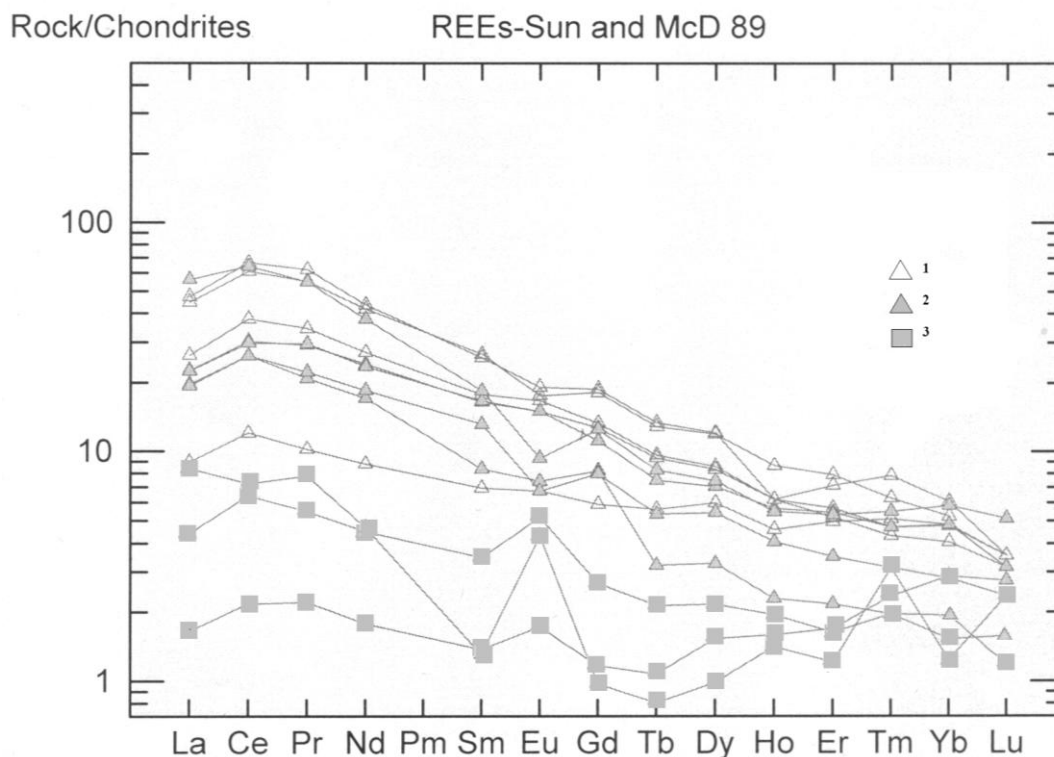
Детальное петрографическое изучение магматических пород позволило выделить среди них две разновидности. Первая разновидность представлена тонкозернистым долеритом с массивной текстурой. Минеральный состав породы: биотит, амфибол, эпидот, сфен, плагиоклаз, кварц. Амфибол в породе представлен роговой обманкой и актинолитом. В незначительном количестве (менее 1 %) встречаются выделения рудного минерала кубического габитуса. Вторая разновидность пород – средне- и крупнозернистые габбро-долериты с такситовой текстурой. Минеральный состав породы: амфибол, клиноцоизит (эпидот), сфен. Характерной особенностью породы является присутствие амфибола в виде крупных широкотаблитчатых кристаллов роговой обманки и вытянутых призматических кристаллов актинолита. Для этой разновидности пород характерна сульфидная минерализация (до 7...8 %), а также наличие мелких призматических и пирамидальных кристаллов циркона (до 3 %). Кроме того, вторичные изменения представлены хлоритизацией, окварцеванием и частичной карбонатизацией. Различия между породами заключаются в структурно-текстурных особенностях, во вторичных изменениях, а также в количестве рудных минералов.

Как показывает анализ нормализованных содержаний редкоземельных элементов (рис.), выделенные петрографические разновидности магматических пород различаются между собой. Для мелкозернистых разновидностей характерно относительно пониженное количество всей группы редкоземельных элементов и четко проявленный европиевый максимум, что служит надежным доказательством обогащенности расплава «плагноклазовой» составляющей.

Вторая разновидность – габбро-долериты характеризуется повышенным количеством (по отношению к первой) всей группы редкоземельных элементов и европиевым минимумом.

Различия в петрографии и геохимии позволяют сделать вывод о том, что вероятнее всего описанные ранее магматические породы как единое тело представляют собой две фазы, объединенные в едином пространстве.

В целом для магматических пород описываемой зоны характерны высокие нормализованные содержания большей части «некогерентных» для габбро-долеритов элементов при аномальных концентрациях цезия, тория, урана (до 0,98, 7,36 и 8,08 г/т соответственно) и калия (до 2,08 вес. %  $K_2O$ ). При этом, в черных сланцах отмечаются пониженные содержания почти всех элементов (за исключением калия, – до 5,0 мас.%  $K_2O$ ) по сравнению с их кларками в черных сланцах. Как сланцы, так и габбро-долериты характеризуются аномальными содержаниями благородных металлов (Au – 0,5...2,4 г/т, Pt – 0,09...0,1 г/т, Pd – 0,30...1,18 г/т, Os – 0,004...0,005 г/т, Ru – 0,043 г/т), а при исследовании под микроскопом в углеродистой матрице сланцев были обнаружены мелкие (3...5 микрон, очень редко до 10...12 микрон) выделения самородного золота разнообразной формы. Кроме того, здесь же были обнаружены минералы урана (уранинит, ураноцирцит) и тория (торит, торрианит), а также U- и Th-содержащий монацит и редкоземельные фазы сложного состава.



**Рисунок. Нормализованные распределения элементов в магматических породах основного состава Улуелгинско-Кудаимановской зоны. 1 – кудаимановские габбро-долериты, 2 – улуелгинские габбро-долериты, 3 – улуелгинские мелкозернистые долериты**

Детальное изучение структурно-тектонического строения выделяемых зон, вещественного состава пород и приуроченной к ним сульфидной минерализации, а также распределения в них золота и металлов платиновой группы позволяет проводить прямые аналогии между сложнодислоцированными углеродсодержащими толщами западного склона Южного Урала и близкими образованиями других регионов России, в которых уже выявлены платино-металло-золоторудные объекты с промышленными содержаниями полезных компонентов. Проведенный сравнительный анализ показывает, что по типам геохимической специализации (отношениям Au/Pt и Pt/Pd) наиболее близкими к ним оказываются докембрийские углеродистые толщи Онежского района, а также углеродсодержащие терригенные породы Восточного Саяна, Тувы и Забайкалья.

## Литература

1. Ковалев С.Г. Сложнодислоцированные углеродсодержащие породы западного склона Южного Урала // ДАН.– 2004. – № 4. – Т. 396. – С. 511–514.
2. Ковалев С.Г., Высоцкий И.В. Новый тип оруденения в докембрийских конгломератах западного склона Южного Урала // ДАН. – 2004. – № 4. – Т. 395. – С. 503–506.

**ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ ВЕЩЕСТВЕННОГО СОСТАВА РУД  
ТАТАРСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (ЕНИСЕЙСКИЙ КРЯЖ)**

**И.В. Подоляка, В.А. Соколов**

Научный руководитель доцент П.Н. Самородский  
*Сибирский Федеральный университет, г. Красноярск, Россия*

Основой для данного исследования послужила коллекция образцов руд и околорудных пород Татарского месторождения, собранная П.Н. Самородским в ходе совместной российско-германской экспедиции в августе 2009 г.

Таблица

*Результаты рентгенофазового анализа минеральных ассоциаций Татарского месторождения*

Минерал	Формула	Содержание фаз, идентифицируемых РФА, %;										
		№ образца										
		07	08	09	10	11	12	14	15	16	17	21
<b>Силикаты</b>												
Манганокуммингтонит*	$\text{Na}(\text{Na},\text{Mn})_2(\text{Mg},\text{Fe}^{3+})_5\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$	23	17	39	16	43	40				4	27
Катофорит*	$\text{Na}_2\text{Ca}(\text{Mg},\text{Fe})_4\text{Al}(\text{Si}_7\text{Al})\text{O}_{22}(\text{OH})_2$								12	10		
Гроссуляр	$\text{Ca}_3(\text{Al}_2\text{Si}_3)_{12}$	3						5				
Альбит	$\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$							78				
Оливин	$(\text{Mg},\text{Fe}^{2+})\text{SiO}_4$	4										
Донпикорит*	$(\text{Mn},\text{Mg})\text{MgSi}_2\text{O}_6$				12							
Вермикулит	$(\text{Mg},\text{Fe}^{2+},\text{Al})_3(\text{Al},\text{Si})_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$							7	1			
Ломонтит*	$\text{CaAl}_2\text{Si}_4\text{O}_{12}\cdot 2\text{H}_2\text{O}$	1			6							
Лизардит*	$\text{Mg}_3\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$							3				
Зеофиллит*	$\text{Ca}_4\text{Si}_3\text{O}_8(\text{OH};\text{F})_4\cdot 2\text{H}_2\text{O}$							3				
<b>Оксиды и гидроокислы</b>												
Кварц	$\text{SiO}_2$				14		17				,5	1
Анализ	$\text{TiO}_2$							2				
Шпинель*	$(\text{Mg},\text{Fe})\text{Al}_2\text{O}_4$	2	1	6		7	4					
Гроутит*	$\text{MnO}(\text{OH})$										,5	
Браунит*	$\text{Mn}^{2+}\text{Mn}^{3+}_6\text{SiO}_{12}$			6								3
Пироклор	$(\text{Na},\text{Ca})_2\text{Nb}_2\text{O}_6(\text{OH},\text{F})$								44	14		
Колумбит	$\text{FeNb}_2\text{O}_6$				2							
Брусит*	$\text{Mg}(\text{OH})_2$	2	2	5	14	3	4	3	6	3	2	3
Гётит	$\text{FeOOH}$	5	4	4	17	7	5		12	10	1	7
<b>Фосфаты</b>												
фторапатит	$\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$	57	72	32					22	58	93	58
Гидроксил-апатит	$\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{OH})$					38						
<b>Карбонаты</b>												
Магнезио-кальцит	$\text{Mg}_{0,06}\text{Ca}_{0,94}\text{CO}_3$			6		2						
Количество аморфных фаз, %		20	20	25	70	40	70	40	10	10	10	40

Татарское комплексное апатит-вермикулит-ниобиевое месторождение расположено на юге заангарской части Енисейского кряжа, в верховьях реки Татарки (правый приток р. Ангары). Рудное поле представлено группой пластообразных крутопадающих рудных тел, вытянутых в субмеридиональном направлении вдоль Татарского разлома Енисейского кряжа. Центральная часть рудных тел сложена доломитовыми карбонатами, периферия – амфибол-флогопитовыми метасоматитами, развивающимися на контакте карбонатитов с вмещающими породами (мраморами, песчаниками и сланцами пенченгинской свиты нижнепротерозойского возраста). Наиболее широко карбонаты развиты на северном фланге рудоносной зоны, на площади собственно Татарского месторождения [1, 3].

Образцы отобраны в западном и восточном бортах Северного карьера. Изучаемый материал представлен преимущественно рыхлыми глиноподобными породами бурого и чёрного цвета, представляющими кору выветрива-

ния карбонатитов. Среди рыхлых масс встречаются отдельные фрагменты неветрелых карбонатитов. Переход между выветрелой массой и карбонатитами постепенный.

Для изучения вещественного состава руд и околорудных пород выполнен рентгенфлюоресцентный и рентгенофазовый анализ 11 образцов. Результаты рентгенофазового (РФА) анализа отображены в таблице. Символом «\*» отмечены минералы, упоминание о которых в доступных источниках информации о Татарском месторождении отсутствует.

Согласно [2], выявленные минералы по происхождению можно отнести к трем группам. Первая группа включает минералы собственно карбонатитового процесса: оливин, щелочные амфиболы (манганкуммингтонит и катофорит), донпикорит, магнезиокальцит, фторапатит. Вторая группа объединяет метасоматические минералы посткарбонатитового генезиса: гроссуляр, альбит, лизардит, шпинель, пироксид, колумбит, зоофиллит, ломонит, анатаз. Третья группа включает продукты гипергенного преобразования: гидроксилпатит (франколит), вермикулит, гётит, брусит, кварц, гроутит, браунит. Некоторые минералы, предположительно, могут относиться к различным группам.

По минеральному составу выветрелые руды Татарского месторождения схожи с корами выветривания Чукотского месторождения (Чадобецкий купол), для которого, кроме ниобия и апатита, характерны промышленные содержания редкоземельных металлов (до первых процентов) [3]. По результатам рентгенфлюоресцентного анализа, в образцах руд Татарского месторождения установлено суммарное содержание редкоземельных металлов (Ce, Nd и La) до 0,4 %, что указывает на возможность их попутного извлечения.

#### Литература

1. Забияка А.И. и др. Тектоника и металлогения Нижнего Приангарья. – Красноярск: КНИИГиМС, 2004. – 322с.
2. Капустин Ю.Л. Минералогия карбонатитов. – М.: Наука, 1971. – 288 с.
3. Фролов А.А., Толстов А.В., Белов С.В. Карбонатитовые месторождения России. – М.: НИА-Природа, 2003. – 494 с.

### О РАСПРЕДЕЛЕНИИ РТУТИ В ПЛАСТАХ УГЛЯ КРАСНОАРМЕЙСКОГО ГЕОЛОГО-ПРОМЫШЛЕННОГО РАЙОНА ДОНБАССА

**Д.В. Приходченко, Е.С. Козий, А.В. Прудкий**

Научный руководитель профессор В.В. Ишков

*Национальный горный университет, г. Днепропетровск, Украина*

Повышение требований к охране окружающей среды обуславливает потребность в новых научно обоснованных методах прогноза содержания токсичных элементов в добываемой шахтами горной массе, отходах добычи и углеобогащения. С целью получения информации о характере распределения и уровне концентрации ртути в углях и вмещающих породах, извлекаемых в процессе добычи, в Национальном горном университете были выполнены детальные исследования.

Основными задачами являлись: установление средних концентраций Hg в угле основных пластов, отдельных свит и района в целом; анализ распределения содержания Hg в целом по району.

В целях классификации угольных пластов района по содержанию Hg была выполнена процедура кластерного анализа. Сопоставление результатов кластерного анализа (рис.), технологических характеристик, морфоструктурных особенностей пластов, литолого-фациального состава непосредственной кровли и почвы, а также петрографических исследований углей показало:

1) для углей пластов первого кластера характерны: значительное преобладание в микрокомпонентах угля гелифицированного вещества, ведущая роль в минеральных примесях сингенетических зерен кварца, диагенетических карбонатов и сульфидов при общем невысоком содержании минеральной составляющей. Угли пластов кластера 1.2 отличаются несколько повышенным содержанием глинистого вещества по сравнению с углями пластов кластера 1.1;

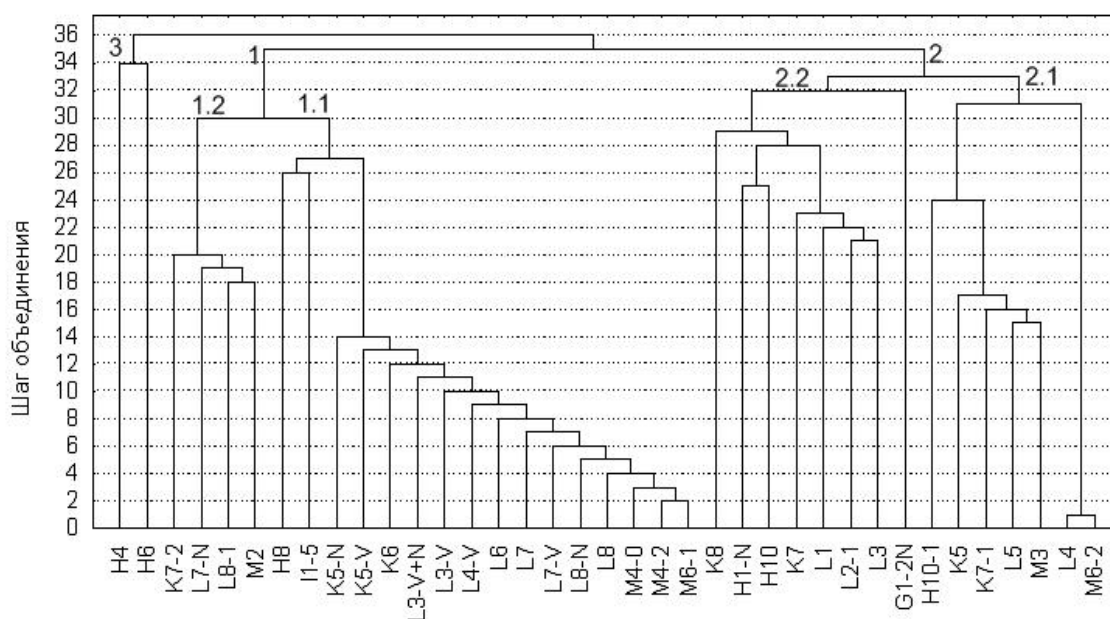
2) угли пластов, входящих во второй кластер, отличаются от вошедших в первый в целом более высоким содержанием фюзенизированного вещества и повышенной эпигенетической минерализацией. Для пластов, составляющих кластер 2.1, в отличие от пластов кластера 2.2, характерно несколько пониженное содержание глинистого вещества в минеральной части угля;

3) угли пластов, объединенных в третий кластер, отличаются высоким содержанием фюзенизированных микрокомпонентов, фосфора (в пласте h<sub>6</sub> максимальное содержание фосфора в углях района), а также наибольшим вкладом сульфидной эпигенетической минерализации и глинистых минералов в общий состав минеральной части угля;

4) в целом по району, для пластов всех кластеров их морфоструктурные особенности, марочный состав углей, степень их восстановленности, литолого-фациальный состав непосредственной кровли и почвы не оказывают значимое влияние на концентрации ртути. В то же время, в ряде случаев наблюдаются локальные повышения содержания ртути в углях на участках, непосредственно примыкающих к зонам расщепления;

5) практически во всех случаях наблюдаются увеличения содержания ртути в углях на участках, непосредственно примыкающих к разрывным нарушениям даже незначительной амплитуды и зонам повышенной трещиноватости.





**Рисунок. Дендрограмма результатов кластеризации взвешенным центроидным методом угольных пластов Красноармейского геолого-промышленного района по содержанию Hg в угле**

Для выявления основных факторов, контролирующих накопление Hg в углях района, а также ее связи с другими основными токсичными и потенциально токсичными элементами был выполнен корреляционный и регрессионный анализы ее концентраций с основными технологическими показателями, содержаниями этих элементов и петрографическим составом углей. В целом по району установлено:

1) статистически значимая связь содержания Hg с сернистостью, зольностью и петрографическим составом углей отсутствует. В то же время как для пластов, формирующих второй и третий кластеры, так и для отдельных участков других пластов с аномально высокими ее концентрациями выявлена значимая положительная связь содержания Hg с количеством эпигенетической сульфидной минерализацией, содержанием фюзенизированных микрокомпонентов и глинистых минералов. Кроме того, для большинства пластов, формирующих кластер 1.2, установлена значимая положительная связь (коэффициент корреляции Пирсона 0,44) между концентрациями Hg и содержанием глинистых минералов в углях;

2) в углях района Hg образует геохимическую ассоциацию с As (значимый коэффициент корреляции Пирсона 0,39) и с Be (значимый линейный коэффициент корреляции 0,42). В то же время, на отдельных участках исследованных пластов выявлена значимая положительная корреляционная связь Hg с Pb (участки Димитровский, Гапеевские и Лесовские) и Mn (участки Гапеевские и Северородинский 2).

Таким образом, в результате проведенных исследований можно сформулировать следующие выводы.

Среднее значение содержания Hg в угле основных рабочих пластов района существенно ниже ПДК в углях. Кроме того, в пластах зоны аномальных концентраций Hg в основном приурочены к участкам, которые не могут быть отработаны по технологическим причинам или горно-геологическим условиям. Уголь всех пластов, относящихся к первому кластеру по содержанию Hg, может быть использован после обогащения в пищевой промышленности. Уголь всех пластов, относящихся к первому, второму и частично третьему кластерам, может быть использован по содержанию Hg без обогащения в энергетической и металлургической промышленности. Уголь пластов, относящихся к четвертому кластеру, требует особого подхода в обогащении и шихтовки при любой области его использования.

Аномально высокие концентрации Hg характерны для углей пластов h6, и k71 (максимальное по району средневзвешенное содержание). В минимальном количестве Hg содержится в углях пластов k5н, k5в, l4, l51, l6, l7в, l8н.

В целом по району значимая связь содержания Hg с зольностью и сернистостью углей отсутствует, в то же время наблюдается повышение концентраций Hg с увеличением степени углефикации углей. Это связано с тем, что угли более высокой степени углефикации подвергались большим эпигенетическим преобразованиям и, следовательно, вероятность эпигенетического привноса соединений Hg была более высокой.

Для углей района типоморфной является геохимическая ассоциация Hg с As и Be. Совместное накопление этих элементов связано как с общим механизмом их поступления в угленосную толщу на стадии ее эпигенетических преобразований, так и с одинаковыми формами их накопления в угольных пластах.

## НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ НИКЕЛЯ И КОБАЛЬТА В УГОЛЬНЫХ ПЛАСТАХ КРАСНОАРМЕЙСКОГО ГЕОЛОГО-ПРОМЫШЛЕННОГО РАЙОНА ДОНБАССА

Д.В. Приходченко, Т.Г. Ляшенко, Т.В. Орлова

Научный руководитель профессор В.В. Ишков

*Национальный горный университет, г. Днепропетровск, Украина*

Исследования, посвященные распределению Ni и Co в углях основных рабочих пластов Красноармейского геолого-промышленного района Донбасса, вызваны повышением требований к охране окружающей среды. Актуальность данной проблемы определяется Законом Украины «О недрах», а также нормативными документами ГКЗ.

Собранный материал характеризует содержание Ni и Co в углях 56 пластов, относящихся к свитам  $C_1^4$ ,  $C_2^1$ ,  $C_2^2$ ,  $C_2^5$ ,  $C_2^6$ ,  $C_2^7$  полей шахт «Родинская», «Центральная», «Краснолиманская».

Для качественного анализа распределения значений содержания Ni и Co в углях построены простые гистограммы. Для выявления основных факторов, контролирующих накопление Ni и Co в углях района был выполнен корреляционный и регрессионный анализы концентраций этих элементов. Полученные результаты позволяют сформулировать следующие основные выводы.

- 1) Статистически значимая связь содержания Ni и Co с сернистостью углей отсутствует.
- 2) Установлена значимая корреляционная связь между зольностью и концентрациями Ni.
- 3) Установлена значимая корреляционная связь между концентрациями Ni и Co в углях (коэффициент корреляции 0,75).
- 4) Изменения степени углефикации не оказывают значимого влияния на вариации содержания Ni и Co в углях района.
- 5) Содержание Ni уменьшается, а отношение Co/Ni возрастает на участках пластов с непосредственной почвой, сложенной песчаниками.
- 6) В разрезе пластов, как правило, наблюдается рост содержания Ni и Co в приконтактных зонах.
- 7) Концентрации Ni и Co повышаются на участках пластов, непосредственно примыкающих к зонам размыва и разрывных нарушений.

Основное научное значение полученных результатов заключается в установлении характера распределения и расчете основных описательных статистик содержания Ni и Co в углях Красноармейского геолого-промышленного района Донбасса.

Практическое значение полученных результатов состоит в выявлении значимой связи содержания Ni и Co с зольностью углей, а также в расчете уравнений регрессии между элементами, входящими в геохимическую ассоциацию Ni и Co.

## ПЕТРОГРАФИЧЕСКОЕ И ПЕТРОХИМИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ КИМБЕРЛИТОВЫХ ПОРОД ДЮКЕНСКОГО И АРЫ-МАСТАХСКОГО ПОЛЕЙ ЯКУТСКОЙ ПРОВИНЦИИ

О.Н. Сайчук

*Сибирский научно-исследовательский институт геологии, геохимии и минерального сырья, г. Новосибирск, Россия*

Объектом изучения являются кимберлитовые породы из кимберлитовых трубок Дюкенского и Ары-Мастахского полей, расположенных в северо-восточной части Якутской кимберлитовой провинции. Цель исследования заключается в выявлении петрографических и петрохимических особенностей кимберлитовых пород в процессе детального петрографического изучения шлифов и компьютерной обработки результатов химических анализов в программе Statistica.

Дюкенское и Ары-Мастахское кимберлитовые поля, расположенные на восточном склоне Анабарского поднятия, в междуречье рр. Большая и Малая Куонапка, образуют так называемый Куонапский узел. Они приурочены к Анабарской антеклизе и северо-восточному окончанию Непско-Ботубинской антеклизы.

Изучаемые породы кимберлитовых трубок Ары-Мастахского поля представлены кимберлитами и альнеитами, а Дюкенского поля – кимберлитами, кимберлитовыми брекчиями, а также метасоматитами по кимберлитам. Подобные породы широко развиты и изучались в других алмазоносных районах Якутии [1].

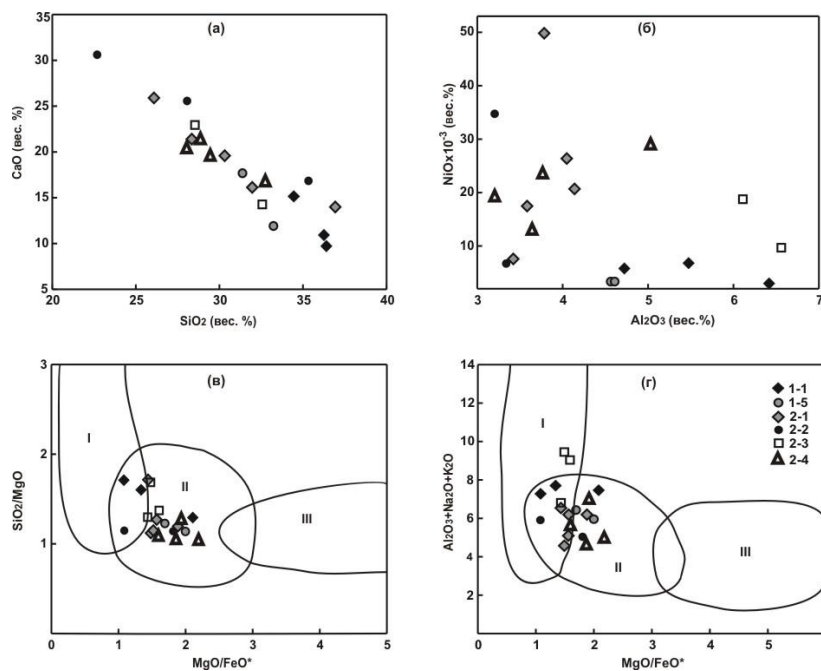
Кимберлиты представляют собой породы с порфировой структурой и массивной текстурой. Порфиновые вкрапленники (размером от 0,5 до 3 мм) составляют 10...25 % и сложены обычно зернами оливина, часто псевдоморфно замещенными серпентином и карбонатом. Редко сохраняются реликтовые индивиды свежего оливина. Иногда во вкрапленниках присутствуют индивиды флогопита. Основная масса тонкозернистая и сложена преимущественно серпентин-карбонатным агрегатом с примесью варьирующих количеств оливина, флогопита, ильменита и магнетита. Иногда в кимберлитах встречаются единичные мелкие зерна клинопироксена и апатита.

Среди кимберлитовых брекчий выделяются собственно кимберлитовые брекчии и автолитовые брекчии. Первые характеризуются наличием порфирокластовой структуры, обусловленной наличием вкрапленных обломков минералов и пород со значительной вариацией размеров (от 0,5 до 7 мм). Они представлены преимущественно зернами оливина, наряду с которыми отмечаются обломки чуждых интрузивных и метаморфических пород: оливинитов, мраморов и филлитов. Основная масса тонкозернистая и имеет массивную текстуру. Она сложена преимущественно серпентином, карбонатом и реже оливином, флогопитом и рудными минералами.

Автолитовые кимберлитовые брекчии также характеризуются порфирокластовой структурой и отличаются наличием автолитовой текстуры. Для них, в отличие от кимберлитовых брекчий, характерно более высокое содержание разноразмерных ксенолитовых обломков, главным образом, осадочных пород. Автолиты представлены как ядерными, так и безъядерными разностями с достаточно четкими контурами, часто имеющими зональное строение. Ядра автолитов обычно представлены вкрапленниками оливина, частично или полностью замещенными вторичными минералами, а также обломками вмещающих пород. Иногда они сложены флогопитом, рудными минералами, интрузивными и метаморфическими породами. Окружающие оболочки автолитов имеют значительные вариации мощности от сотых долей мм до 1 мм. Они часто наблюдаются в виде прерывистых кайм. В зависимости от мощности и строения оболочек структура порфиравая или афировая. Оболочки с порфиравой структурой состоят из вкрапленников полностью измененного оливина и непрозрачных рудных минералов, которые располагаются в тонкозернистой цементирующей серпентин-карбонатной массе. Оболочки афирового строения имеют меньшую мощность и сложены тонкозернистым серпентин-карбонатным агрегатом. Содержание автолитов обычно не превышает 20 %. Основная масса состоит из мелкозернистого серпентин-карбонатного агрегата, обычно насыщенного тонкой вкрапленностью рудных минералов с редкими индивидами апатита.

Кимберлиты и кимберлитовые брекчии часто интенсивно изменены метасоматическими процессами. В результате породы сложены, главным образом, агрегатами кристаллически-зернистого кальцита и полуизотропного серпентина, среди которых наблюдаются только контуры исходных порфировых и порфирокластовых вкрапленных зерен, нередко подчеркиваемые скоплениями рудных минералов.

Альнеиты по своему облику очень похожи на кимберлиты с порфировыми вкрапленниками оливина и флогопита. Они отличаются, главным образом, присутствием значительных содержаний перовскита, который обычно образует тесные сростания с магнетитом. Зерна монтчеллита полностью замещены серпентином. Мелилит наблюдается только в порфировых вкрапленниках призматической формы с размерами до 4 мм, которые интенсивно замещены вторичными минералами.



**Рисунок. Положение фигуративных точек кимберлитовых пород на бинарных диаграммах 1-1–1-5 – Ары-Мастахское поле: 1-1 – кимберлиты, 1-5 – альнеиты; 2-1–2-4 – Дюкенское поле: 2-1 – кимберлиты, 2-2 – кимберлитовые брекчии, 2-3 – апокимберлитовые метасоматиты, 2-4 – автолитовые кимберлитовые брекчии. Поля кимберлитов: I – альпикритов, II – кимпикритов, III – алмазоносных кимберлитов [2]. FeO\* – суммарное железо**

Петрохимические исследования кимберлитовых пород на изучаемых полях проводились с использованием бинарных диаграмм SiO<sub>2</sub>–CaO, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>–CaO, (SiO<sub>2</sub>/MgO)–(MgO/FeO\*) и (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O)–(MgO/FeO\*) (рис.). Анализ этих диаграмм позволяет установить различия химического состава кимберлитовых пород из изученных полей.

На диаграмме SiO<sub>2</sub>–CaO фигуративные точки имеют отчетливое линейное распределение. Кимберлиты Ары-Мастахского поля отличаются максимальными содержаниями SiO<sub>2</sub> и минимальными CaO (рис. а). При этом, альнеиты, тесно ассоциирующие с кимберлитами, отличаются незначительным возрастанием CaO и уменьшением SiO<sub>2</sub>. Кимберлиты и альнеиты характеризуются значительными содержаниями Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> и минимальными концентрациями Ni (рис. б). На обеих диаграммах фигуративные точки этих пород образуют обособленную область концентрации.

Область концентрации фигуративных точек кимберлитовых пород Дюкенского поля частично перекрывается с таковой Ары-Мастахского поля. Для них отмечается отчетливая тенденция увеличения содержаний CaO и уменьшения SiO<sub>2</sub>. Они также отличаются низкими содержаниями Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> и значительными вариациями Ni. При этом, кимберлиты, кимберлитовые и автолитовые брекчии не обнаруживают между собой каких-либо существенных различий, их фигуративные точки перекрываются. Следует отметить, что в метасоматически измененных кимберлитах существенно возрастает содержание Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

Таким образом, выявленные петрохимические отличия кимберлитовых пород в изученных полях развития, вероятно, отражают специфику их образования, обусловленную процессами дифференциации мантийных источников. Сопоставление фигуративных точек исследуемых пород на диаграммах (SiO<sub>2</sub>/MgO)–(MgO/FeO\*) и (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O)–(MgO/FeO\*) (рис. в, г) с полями развития кимберлитовых пород из других районов Якутии показало, что они по своему составу отвечают кимпикритам и альпикритам [2].

В процессе дальнейших исследований предполагается более детальное петрографическое изучение кимберлитовых пород Якутии из различных районов с целью выявления их петроструктурных особенностей. Предполагается также установить петрогеохимическую специализацию различных по составу пород.

#### Литература

1. Корнилова В.П. и др. Атлас текстур и структур кимберлитовых пород. – М.: Наука, 1983. – 161 с.
2. Лапин А.В., Толстов А.В., Василенко В.Б. Петрогеохимические особенности кимберлитов Средне-Мархинского района в связи с проблемой геохимической неоднородности кимберлитов // Геохимия. – 2007. – № 12. – С. 1292–1304.

### ПЕТРОГЕНЕЗИС ШОШОНИТ-ЛАТИТОВЫХ ПОРОД АКАТУЕВСКОЙ ВУЛКАНО-ПЛУТОНИЧЕСКОЙ АССОЦИАЦИИ (ЮГО-ВОСТОЧНОЕ ЗАБАЙКАЛЬЕ)

С.А. Сасим

Научный руководитель старший научный сотрудник С.И. Дриль  
Институт геохимии им. А.П. Виноградова СО РАН, г. Иркутск, Россия

Одна из ключевых и наиболее сложных задач наук о Земле заключается в выяснении источников вещества, которые участвуют в образовании горных пород различных геологических объектов.

На территории Восточного Забайкалья в пределах Монголо-Охотского складчатого пояса (МОП) в мезозойское время широко проявился шошонит-латитовый тип магматизма, с которым генетически связаны многие промышленно важные месторождения полиметаллических, олово-вольфрамовых, золото-серебряных и других руд [5]. В этом сообщении рассматриваются возможные источники вещества, сформировавшие средне-верхнеюрские породы Акатуевской вулcano-плутонической ассоциации, состоящей из акатуевского интрузивного комплекса и вулканических пород кайласской свиты.

Акатуевский комплекс локализован в пределах северного борта Александрово-Заводской рифтогенной впадины, и представляет собой совокупность интрузивных тел размером от 0,1 до 40 км<sup>2</sup>. Наиболее крупное тело акатуевского комплекса – одноименный массив площадью 40 км<sup>2</sup>, в строении которого принимают участие образования трех фаз внедрения [3, 5]. Образования первой фазы распространены в северной краевой части массива и сложены оливинными монцонитами. Вторая (главная) фаза внедрения составляет основную часть массива. Она представлена массивными среднезернистыми монцонитами и реже кварцевыми монцонитами. Образования третьей (заключительной) фазы внедрения представлены дайками и дайкообразными телами сиенитов [3, 5].

Возраст пород Акатуевского массива, полученный путем К-Аг датирования, составляет 166 млн. лет для пород I фазы, 157...147 млн. лет для пород главной фазы, 147...118 для пород заключительной фазы [5]. Нельзя исключить, что этот большой возрастной интервал обусловлен включением предыдущими исследователями в состав пород третьей фазы Акатуевского массива дайковых и субвулканических образований трахибазальт-риолитовой рифтогенной серии раннемелового возраста, широко развитой в пределах Александрово-Заводской впадины. В настоящее время автором подготовлены пробы пород Акатуевского массива для Аг-Аг датирования, что позволит уточнить его возрастной интервал.

Вулканические породы кайласской свиты наиболее широко проявлены в центральной и южной частях Александрово-Заводской впадины и состоят из дифференцированных субщелочных пород от шошонитов до трахириолитов [3, 5]. Возраст кайласской свиты определяется по взаимоотношению с выше- и нижележащими породами. Породы свиты с угловым несогласием залегают на фаунистически охарактеризованных отложениях нижней-средней юры и доюрских гранитоидах и имеют с ними тектонические контакты. Отложения кайласской свиты перекрываются раннемеловыми образованиями нижней пачки среднетургинской подсвиты. Кроме того, по смежным территориям имеются определения изотопного возраста пород и палеонтологические данные, свидетельствующие о средне-верхнеюрском возрасте вулканитов [3].

По соотношению суммы щелочей (Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O) и кремнекислотности (SiO<sub>2</sub>) породы Акатуевского массива и вулканиты кайласской свиты соответствуют умеренно-щелочной серии. Содержание K<sub>2</sub>O в породах Акатуевского массива варьирует в пределах 3,12...4,89 мас.%. В вулканических породах кайласской свиты значение K<sub>2</sub>O изменяется от 2,86 до 4,70 мас.%. Отношение K<sub>2</sub>O/Na<sub>2</sub>O в породах Акатуевского массива варьирует от 0,57 до 1,32 (для первой фазы массива отношение составляет 0,79...0,82; для второй – 0,69...0,97; для третьей – 0,70...1,32), а в вулканитах кайласской свиты от 0,49 до 1,78. Содержания TiO<sub>2</sub> в породах первой фазы Акатуевского массива изменяет-

ся в пределах 1,08...1,14, для второй фазы – 0,69...0,97, для третьей фазы – 0,17...0,89; в эффузивных породах кайласской свиты значение  $TiO_2$  варьирует в интервале 0,59...1,04.

Согласно палеогеодинамическим реконструкциям [4] для Монголо-Охотского складчатого пояса с конца позднего палеозоя началось закрытие Монголо-Охотского бассейна. С течением времени происходило замыкание Монголо-Охотского океана с запада на восток. Монголо-Охотский палеоокеан закрылся на большей части Забайкальского региона к мезозойскому времени и лишь на восточных рубежах он еще существовал в виде небольшого залива.

Таким образом, породы Акатуевской вулканоплутонической ассоциации можно отнести к шононит-латитовой серии, учитывая достаточно высокие содержания  $K_2O$ , отношения  $K_2O/Na_2O$ , относительно низкие содержания  $TiO_2$  в породах Акатуевского массива и вулканитах кайласской свиты, а также образование пород в постаккреционный период.

Поведение редкоземельных элементов в породах Акатуевского массива и эффузивах кайласской свиты схожее и характеризуется их большим суммарным содержанием (в среднем от ~ 419 ppm для образований первой фазы, постепенно снижаясь до ~ 218 ppm в породах третьей фазы массива и 367 ppm в вулканитах кайласской свиты), их высокой степенью фракционирования (величина  $La/Yb(N)$  в породах Акатуевского массива составляет 31,06...41,38 (первая фаза), 19,50...41,42 (вторая фаза), 8,69...32,22 (третья фаза), и умеренно выраженной отрицательной европиевой аномалией;  $La/Yb(N)$  отношение в вулканитах кайласской свиты варьирует в пределах 21,6...40,4).

Породы первой и второй фаз Акатуевского массива характеризуются существенной обогащенностью по отношению к среднему составу базальтов океанических островов (OIB) такими группами элементов как LILE, REE, Th, U при существенном дефиците в области HFSE и P. Аналогичным образом ведут себя указанные элементы в вулканических породах кайласской свиты.

Поведение группы высокозарядных элементов (HFSE) – минимумы Nb и Ti – свидетельствует о том, что мантийный источник расплавов шононит-латитовой серии был метасоматически изменен предшествующим процессом субдукции. Воздействие на мантийный субстрат существенно водного флюидного потока, генерируемого в результате дегидратации погружающейся океанической коры, способствует стабилизации таких акцессорных фаз, как рутил, концентрирующих в себе HFSE. При последующем плавлении такого мантийного источника формирующиеся расплавы оказываются существенно обедненными элементами высокозарядной группы.

Сопоставление  $^{87}Sr/^{86}Sr_{(0)}$  и Ba/Nb служит показателем различия в изотопно-геохимических характеристиках расплавов, формирующихся в результате смешения вещества в системе деплетированного и плюмового источников по сравнению с истощенным источником вещества, испытавшим субдукционное обогащение. Контаминация мантийными расплавами в ряду N-MORB и EM корового вещества выражается в этих координатах в повышении величины  $^{87}Sr/^{86}Sr_{(0)}$  при крайне незначительном росте величины Ba/Nb.

Монцогаббро и монцониты первой и второй фаз Акатуевского массива, а также латиты кайласской свиты Александрово-Заводской впадины характеризуются значительными вариациями величины Ba/Nb отношения в диапазоне от 40 до 300. Такой тренд характерен для магматических пород, генетически связанных с мантийным источником, претерпевшим субдукционное обогащение. По этому признаку магматические образования шононит-латитовой серии Восточного Забайкалья сходны с базальтоидами внутриплитной провинции Западного Забайкалья. При этом нужно отметить более радиогенный первичный изотопный состав Sr в породах Акатуевского массива и вулканитах кайласской свиты по сравнению с другими мезозойскими внутриплитными образованиями региона. Этот факт может служить указанием на участие некоторого количества корового вещества в генезисе расплавов шононит-латитовой серии.

Первичные изотопные отношения  $^{87}Sr/^{86}Sr_{(0)}$  для интрузивных пород Акатуевского массива имеют относительно обогащенные значения и характеризуются величинами 0,70644...0,70677, указывая тем самым на участие корового материала в контаминации исходного расплава, сформировавшего породы массива. С другой стороны, породы Акатуевского массива имеют слабо отрицательные значения  $\epsilon Nd(t)$ , равные от (-2,1) до (-0,2), что также указывает на процесс контаминации расплава коровым веществом. Состав этого корового компонента должен характеризоваться величинами  $\epsilon Nd \geq (-10)$ , что отличает его от общепринятых средних составов верхней ( $\epsilon Nd = -25$ ) или нижней ( $\epsilon Nd = -30$ ) континентальной коры. Предположительно таким изотопным составом может обладать фанерозойская континентальная кора региона, в составе которой значительное место занимают отложения аккреционных клиньев и островных дуг. Особенности изотопного состава свинца в породах Акатуевского массива подтверждают выводы, сделанные выше на основе микроэлементной и Sr-Nd изотопной характеристик.

Отдельный интерес представляет собой возможный процесс воздействия вмещающих карбонатных пород быстринской свиты на силикатный расплав, сформировавший породы Акатуевской вулканоплутонической ассоциации.

Вопрос о взаимодействии карбонатного материала и основного силикатного расплава нормальной щелочности в настоящее время привлекает внимание многих исследователей, занимающихся проблемами генезиса и геохимии магматических пород [2, 6, 7]. Согласно [1], при возрастании содержания кальция в расплаве в результате взаимодействия его с вмещающими породами возрастает его активность. С другой стороны, увеличивается активность калия в расплаве как основного компонента. Появление калийсодержащих минералов на поздних стадиях кристаллизации расплава является следствием кислотно-основного взаимодействия в расплаве, вызванного контаминацией карбонатного материала [2]. Экспериментальные исследования влияния карбонатной ассимиляции основными магмами, проведенные в [6], позволили выявить, что при этом процессе происходит образование обогащенных  $CO_2$  флюидных фаз, истощение магматического расплава кремнекислотой, с одной стороны, и его обогащение основными

ми компонентами, в том числе калием. Таким образом, исследователями [6] отмечается возможность генерации из основных силикатных расплавов нормальной щелочности под воздействием контаминации ими карбонатного материала вмещающих толщ высококалийных и шошонит-латитовых серий пород.

Несомненно, что в ходе дальнейших исследований, направленных на создание адекватной модели эволюции магматического расплава и определение участия в ней различных источников вещества необходимо произвести оценку влияния карбонатной ассимиляции силикатным расплавом, в результате кристаллизации которого образовались калиевые субщелочные породы Акатуевской вулкано-плутонической ассоциации.

#### Литература

1. Жариков В.А. Основы физико-химической петрологии. – М.: Изд-во МГУ, 1976. – 420 с.
2. Ковальская Т.Н. Происхождение высококалийных вулканитов Везувия (Италия): Автореферат. Дис.... канд. геол.-минер. наук. – М.: Изд-во МГУ, 2003. – 24 с.
3. Объяснительная записка к геологической карте РФ масштаба 1:200 000. Лист М-50-Х. – М., 2001. – 132 с.
4. Парфенов Л.М. и др. Модель формирования орогенных поясов Центральной и Северо-Восточной Азии // Тихоокеанская геология. – 2003. – Т. 22. – № 6. – С 7–41.
5. Таусон Л.В. Геохимия мезозойских латитов Забайкалья – Новосибирск: Наука, 1984. – 205 с.
6. Marziano G.I., Gaillard F., Pichavant M. Limestone assimilation by basaltic magmas: an experimental re-assessment and application to Italian volcanoes // Contribution to Mineralogy and Petrology. – 2008. – V. 155. – № 6. – P. 719–738.
7. Peccerillo A. Plio-quadernary volcanism in Italy. – Berlin: Springer, 2005. – 365 p.

### ПРОБЛЕМА НАХОЖДЕНИЯ АРАГОНИТА В МЕСТОРОЖДЕНИЯХ САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ Н.В. Свиридов

Научный руководитель доцент А.А. Сидоров  
Самарский государственный технический университет, г. Самара, Россия

О характерных выделениях радиально-лучистых агрегатов арагонита в Самарском ярусе Яблоневого Оврага (Самарская обл.) известно достаточно давно. Это отмечалось как в специализированной литературе [1, 2], так и в популярной. Действительно, шестоватые кристаллы имеют псевдогексанальную структуру, которую обычно формируют тройники арагонита. Вместе с этим было замечено у кристаллов наличие плоскостей совершенной спайности, что не свойственно для арагонита, но характерно для кальцита. Хорошо известно, что арагонит весьма неустойчив в поверхностных условиях и легко превращается в кальцит.

Для уточнения вида полиморфной модификации карбоната кальция был проведен ряд исследований, включающий в себя различные методики. Перед тем, как приступить к работе, в агатовой ступке были измельчены до однородного порошкообразного состояния семь образцов: два радиально-лучистых с Яблоневого Оврага (Самарская обл.), по два кальцита с Водинского месторождения (Самарская обл.) и Верх-Исетского месторождения (Средний Урал), фрагмент раковины моллюска из меловых отложений вблизи с. Климовки (Самарская обл.).

На первом этапе была проведена качественная химическая реакция на минерал арагонит – реакция Мейгена, которая заключается в обработке порошка кальцита или арагонита 10 %-ным раствором  $\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  при кипячении. Арагонит в ходе такой реакции окрашивается в фиолетовый цвет, а кальцит при кипячении до 10 минут остается бесцветным или приобретает оттенки светло-зеленого или синего цвета. Химические реакции проведены на пяти образцах из семи. Во всех опытах был получен результат, свидетельствующий о кальцитовой природе образцов. Однако по мнению Г.И. Теодоровича [4] данная химическая реакция дает не всегда достоверный результат. Поэтому были проведены аппаратные исследования. Три образца, – радиально-лучистые разности с Яблоневого Оврага и кальцита с Водинского месторождения подверглись термическому анализу на комплексном термоаналитическом устройстве – Дериватографе Q-1500 D. На всех полученных дериватограммах не наблюдалось характерного для арагонита пика температурной диссоциации при  $450^\circ\text{C}$ , связанной с высвобождением  $\text{CO}_2$ , а явно прослеживался пик температурной диссоциации при  $900^\circ\text{C}$ – $950^\circ\text{C}$ , характерный для кальцита. Незначительное превышение температуры диссоциации у образца из Яблоневого Оврага объясняется присутствием в нем примесей.

Для сравнения также исследовали фрагмент раковины моллюска. Основой исследования послужило свойство более устойчивого поведения органического арагонита при поверхностных условиях. В кристаллах исследуемого образца отсутствовала спайность, что позволило нам предположить, что образец состоит из арагонита. Изучение его при большом увеличении с помощью электронного микроскопа JEOL JSM-6390A показало, что фрагмент раковины состоит из гексагональных призматических кристаллов, что свойственно для тройников арагонита. Поперечный размер кристаллов варьирует в пределах от 50 до 100 мкм (рис. 1).

В дальнейшем на этом же микроскопе был проведен элементный анализ двух образцов. Основными элементами фрагмента раковины являются Са, О, С (рис. 2). Присутствие Mg можно объяснить изоморфной примесью магнетита. Основными же элементами радиально-лучистого образца также являются Са, О, С. Наличие в его составе Mg объясняется той же причиной, а присутствие незначительного количества S рассматривается как механическая примесь, например, гипса.

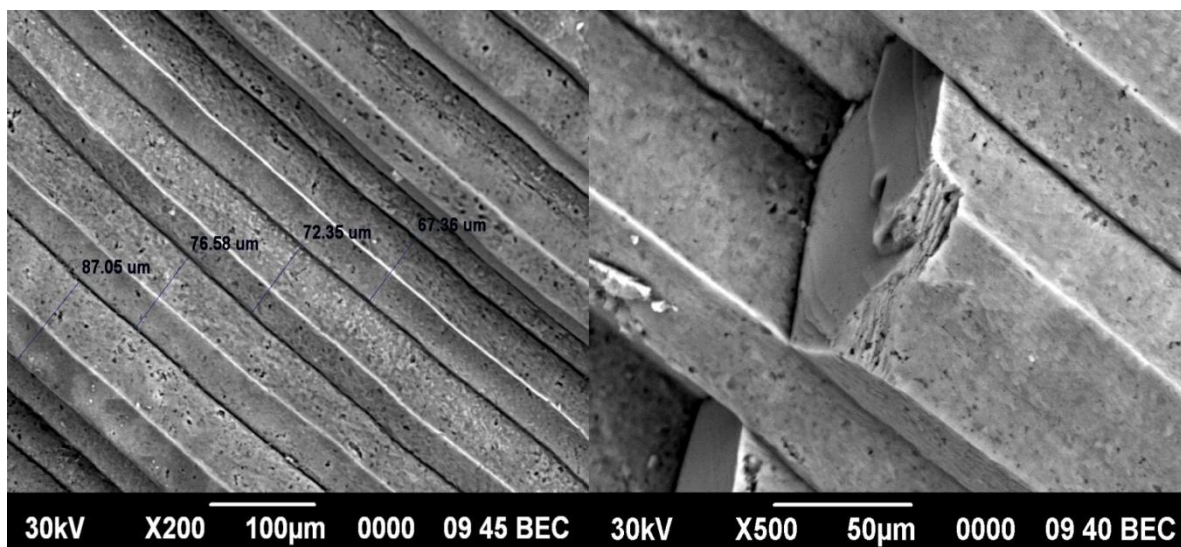


Рис. 1. Параллельно шестоватый фрагмент раковины моллюска

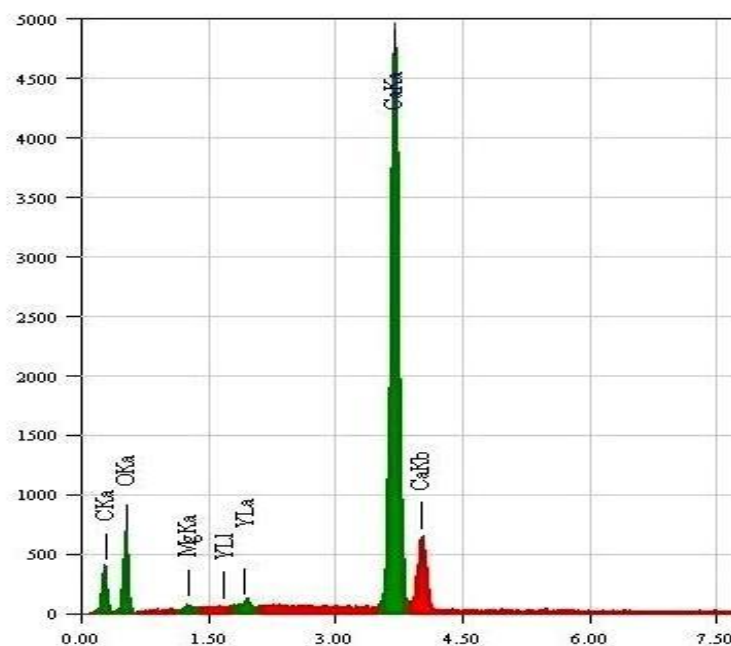


Рис. 2. Элементный состав параллельно шестоватого фрагмента раковины

В ходе дальнейшей работы для двух образцов были сняты рентгеновские спектры на установке ДРОН-2. Анализ спектра радиально-лучистого образца из Яблоневого оврага подтвердил, что он является кальцитом. У фрагмента раковины фазовый состав оказался более сложным. Согласно рентгеновскому спектру, он состоит практически из равных долей кальцита и арагонита (табл. 1).

Остается открытым вопрос о времени преобразования арагонита в кальцит в Яблоневом Овраге. Если оно происходило фактически сразу после образования арагонита, то шансов найти там подобный минерал нет. Если же оно происходило в ходе разработки карьера, то еще существует возможность найти образцы арагонита. На Водинском месторождении арагонит был обнаружен Н.П. Юшкиным [5], считается, что на серных месторождениях арагонит стабилизируется изоморфной примесью  $\text{SrCO}_3$  – стронцианита. По мнению Б.И. Сребродольского [3], роль  $\text{SrCO}_3$  в органогенном арагоните генетическая: стронций даже в небольших количествах (1 атом на 4000 элементарных ячеек арагонита) стабилизирует арагонитовую фазу в зародышах кристаллизующегося карбоната кальция, а в дальнейшем оказывает стабилизирующее воздействие на минерал.

Таблица

Данные расшифровки дифрактограммы параллельно шестоватого фрагмента раковины

I, интенсивность	2θ, град	$\frac{d}{n} (\text{Å})$	$\frac{d}{n} (\text{Å})_{\text{табл.}}$	Фаза	Примечание
очень слабая	26,8	3,860	3,861	CaCO <sub>3</sub>	Кальцит (5-586-ASTM)
сильная	31,0	3,347	3,401	CaCO <sub>3</sub>	Арагонит (5-586-ASTM)
очень сильная	34,15	3,046	3,046	CaCO <sub>3</sub>	Кальцит
очень слабая	36,6	2,849	2,849	CaCO <sub>3</sub>	Арагонит
средняя	41,6	2,496	2,494	CaCO <sub>3</sub>	Кальцит
средняя	42,6	2,375	2,371	CaCO <sub>3</sub>	Арагонит
средняя	46,0	2,289	2,283	CaCO <sub>3</sub>	Кальцит
средняя	49,6	2,132	2,105	CaCO <sub>3</sub>	Арагонит
средняя	50,6	2,093	2,096	CaCO <sub>3</sub>	Кальцит
средняя	55,8	1,911	1,912	CaCO <sub>3</sub>	Кальцит
средняя	57,0	1,875	1,876	CaCO <sub>3</sub>	Кальцит
слабая	59,0	1,816	1,815	CaCO <sub>3</sub>	Арагонит
слабая	67,8	1,604	1,605	CaCO <sub>3</sub>	Кальцит
слабая	72,0	1,522	1,524	CaCO <sub>3</sub>	Кальцит

## Литература

1. Муравьев И.С., Ермошкин Н.В. Учебная геологическая практика в Жигулях // Методическое руководство для студентов II курса геологического факультета. – Куйбышев: Изд-во КУ, 1976.
2. Муравьев И.С., Ермошкин Н.В., Шуликов Е.С. Верхнекаменноугольные и нижнепермские отложения Самарской Луки. – Куйбышев: Изд-во КУ, 1983.
3. Сребродольский Б.И. Зарождение и рост биогенного арагонита // Доклады Академии наук СССР. – 1982. – Т. 267. – № 2. – С. 442–443.
4. Теодорович Г.И. Аутогенные минералы осадочных пород. – М.: Изд-во Академии наук СССР, 1958.
5. Юшкин Н. П. Минералогия и парагенезис самородной серы в экзогенных месторождениях. – Л.: Наука, 1968.

## ИЗОТОПНЫЙ СОСТАВ СТРОНЦИЯ И ИСТОЧНИКИ ВЕЩЕСТВА МЕТАОСАДОЧНЫХ ПОРОД АККРЕЦИОННЫХ КОМПЛЕКСОВ ВОСТОЧНОГО ЗАБАЙКАЛЬЯ

Ю.В. Семенова

Научный руководитель старший научный сотрудник С.И. Дриль  
 Институт геохимии им. А.П. Виноградова СО РАН, г. Иркутск, Россия

Объектами исследования являются метаосадочные породы кулиндинской и ононской свит, распространенных в пределах Молодовской зоны офиолитов и на территории Агинской структурно-формационной зоны Восточного Забайкалья, и представляющие собой по [1] фрагменты террейна аккреционного клина Монголо-Охотского складчатого пояса (МОП).

Отложения кулиндинской свиты представлены преимущественно зелеными сланцами (метабазитами) с подчиненным развитием кварц-хлорит-серицитовых сланцев и микрокварцитов, прослоев карбонатных пород, филлитов. Ононская свита сложена преимущественно филлитами, кварц-серицитовыми сланцами при резко подчиненном количестве зеленых сланцев, микрокварцитов, карбонатных пород [4]. Типичные геологические соотношения отложений обеих свит показаны на геологической схеме района поселка Оловянная в Восточном Забайкалье (рис.1). Возраст пород кулиндинской и ононской свит является дискуссионным. Полученная в последнее время датировка циркона из метагаббро офиолитового блока Молодовской зоны [3], отвечающая девону – 385 МА, служит доводом в пользу позднепалеозойского возраста обсуждаемых свит.

Восстановление характеристик исходного протолита метаосадочных пород с использованием петрохимических модулей (гидролизатного, алюмокремневого, титанового), показало [2], что первичными осадочными породами для кулиндинской и ононской свит являлись кремнисто-глинистые сланцы, полимиктовые и олигомиктовые песчаники, алевролиты и силициты (кремни, яшмы). Наиболее вероятной геодинамической обстановкой, в которой формировались метатерригенные породы обеих свит, являлась активная континентальная окраина. Реконструкция геодинамических обстановок формирования метатерригенных пород обеих свит с использованием дискриминационных диаграмм М.Р. Бхатия показала, что точки составов метаосадков тяготеют к полям пород, формирующихся в обстановке активных континентальных окраин [2].

В настоящее время все чаще прибегают к применению изотопных методов для исследования генетических характеристик осадочных пород. Изотопный состав стронция в осадках является важным изотопно-геохимическим индикатором, информативным при изучении процессов осадконакопления. Диаграмма зависимости величины  $^{87}\text{Sr} / ^{86}\text{Sr}$  от содержания Sr в породах представлена на рис. 2.



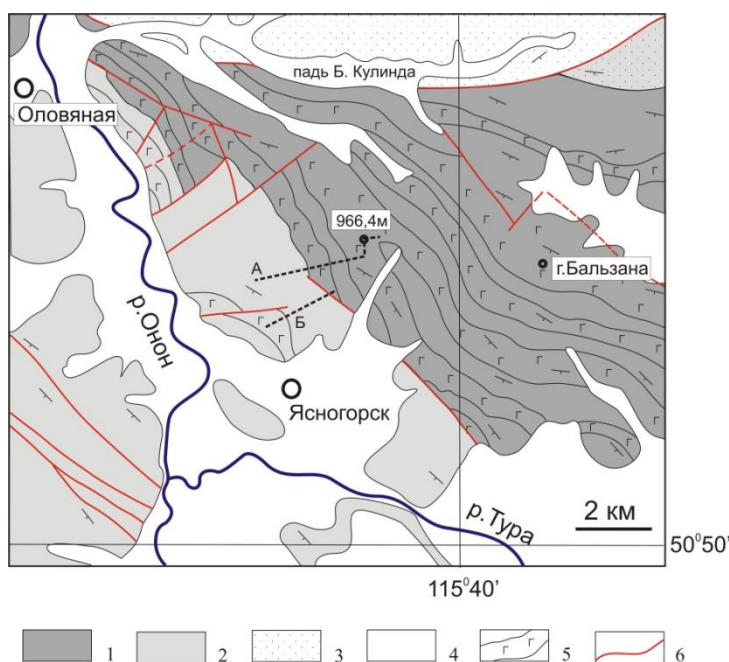


Рис. 1. Геологическая схема участков детального исследования пород кулиндинской и ононской свит Восточного Забайкалья в районе пос. Оловянная и пади Кулинда; 1 – отложения кулиндинской свиты ( $S^?-D_1$ ), 2 – отложения ононской свиты ( $S^?-D_1$ ), 3 – отложения икагийской и акатуевской свит ( $J, J_{1-2}$ ), 4 – четвертичные отложения, 5 – прослои метабазитов в составе кулиндинской и ононской свит, 6 – разломы

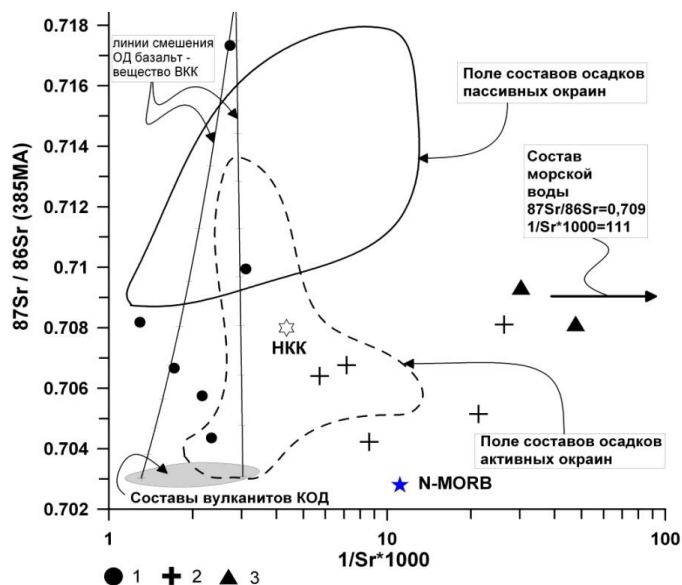


Рис. 2. Диаграмма зависимости величины  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  от обратного содержания стронция для метасадочных пород кулиндинской и ононской свит Восточного Забайкалья: 1 – метатерригенные породы кулиндинской свиты в районе Молодовской зоны офiolитов МОП; 2 – метатерригенные породы ононской и кулиндинской свит в районе Агинской зоны МОП; 3 – микрокварциты (метакремни) кулиндинской свиты в районе Агинской зоны МОП; составы метасадков рассчитаны на возраст 385 МА; ВКК – средний современный состав верхней континентальной коры; НKK – средний современный состав нижней коры; N-MORB – средний современный состав базальтов N-MORB; поле составов вулканитов КОД – Курильской островной дуги, дано по [Bailey, Larsen, Frolova, 1987]; показаны частные линии смешения вещества вулканитов и верхнекорового компонента

На этой диаграмме показаны точки составов метатерригенных пород и микрокварцитов кулиндинской свиты, рассчитанные на предполагаемый возраст пород – 385 МА. Кроме того, выделены поля составов современных островодужных вулканитов Курил (КОД), осадков современных пассивных и активных континентальных окраин, а также показаны частные линии смешения вещества базальтов КОД с веществом верхней континентальной коры.

Изотопный состав стронция в метатерригенных породах кулиндинской свиты (в районе Молодовской зоны офиолитов МОП) изменяется в широких пределах  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}(385\text{МА})=0,704\dots 0,717$ . Это свидетельствует о том, что в протолите в разных пропорциях присутствуют два типа осадков: вулканогенный материал с низкорациогенным составом Sr, поступающий с островной дуги, и верхнекоровый компонент (ВКК), обогащенный радиогенным Sr. Так как в отложениях онойской и кулиндинской свит (Агинская зона МОП) наблюдаются довольно низкие величины  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}(385\text{МА})=0,704\dots 0,708$ , то вулканогенный материал в их составе играл значительную роль. В микрокварцитах (метакремнях) кулиндинской свиты наблюдается отношение  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}(385\text{МА})=0,709$ , что близко к изотопному составу стронция морской воды в девонское время ( $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  около 0,708). Это скорее всего обусловлено значительной долей аутигенного биогенного  $\text{SiO}_2$  в протолите микрокварцитов, унаследовавшего изотопную метку Sr морской воды. В целом, составы метатерригенных пород кулиндинской и онойской свит тяготеют к области терригенных пород активных континентальных окраин, осадочный материал которых имеет низкорациогенный изотопный состав Sr:  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}(0)=0,7041\dots 0,7135$ .

Таким образом, вариации величины  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  в зависимости от обратного содержания Sr в метатерригенных породах исследованных свит подтверждают вывод о том, что их осадочный протолит формировался вблизи активной континентальной окраины, скорее всего в пределах аккреционного клина перед островной дугой или активной окраиной андийского типа. Изотопный состав Sr в микрокварцитах позволяет предполагать в этих породах значительную долю аутигенной компоненты ( $\text{SiO}_2\text{bio}$ ), унаследовавшей изотопную метку Sr морской воды.

#### Литература

1. Анашкина К.К. и др. Геологическое строение Читинской области. Объяснительная записка к геологической карте масштаба 1:500000. – Чита, 1997. – 306 с.
2. Парфенов Л.М., Попеко Л.И., Томуртоого О. Проблемы тектоники Монголо-Охотского складчатого пояса // Тихоокеанская геология. – 1999. – Т. 18. – № 5. – С.24–43.
3. Руженцев С.В. и др. Тектоника Агинской зоны (Монголо-Охотский пояс) // Геотектоника. 2009. – № 1. – С.39–85
4. Семёнова Ю.В. и др. Изотопно-геохимические особенности и геодинамическое положение метаосадочных пород кулиндинской, онойской и чиндантской свит Восточного Забайкалья // Тезисы докладов Четвертой Сибирской международной конференции молодых ученых по наукам о Земле. – Новосибирск: ИГМ СО РАН, 2008. – С. 245–246.

### ПЕТРОХИМИЧЕСКИЕ И ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПЕГМАТИТОНОСНЫХ ГРАНИТОВ ЭГИНДАБИНСКОГО МАССИВА (ХАНГАЙ, ЦЕНТРАЛЬНАЯ МОНГОЛИЯ)

Е.Ю. Тимко

Научный руководитель доцент С.И. Коноваленко  
Томский государственный университет, г. Томск, Россия

Эгиндабинский массив располагается в осевой части Хангайского хребта и занимает площадь около 3000 км<sup>2</sup>. Массив имеет двухфазовое строение: первая фаза представлена крупнозернистыми биотит-амфиболовыми гранитами и кварцевыми диоритами, вторая – мелкозернистыми биотитовыми гранитами. Последние насыщены шпировыми пегматитами, дающими переходы в гранит-аплиты. Граниты второй фазы являются материнскими для редкометалльных пегматитовых жил, образующих поле в южном экзоконтакте Эгиндабинского массива, поэтому представляют интерес для изучения.

Биотитовые граниты второй фазы слагают большую часть Эгиндабинского массива, примерно три четверти (2200 км<sup>2</sup>). Это светло-серые, почти белые, мелко-среднезернистые породы массивной текстуры. Изучавшиеся автором гранитоиды южного эндоконтакта массива характеризуются максимальной фациальной неоднородностью и отличаются резкой сменой зернистости на очень коротких интервалах. Среди них практически отсутствуют породы повышенной основности. Состав гранитов: плагиоклаз (21...31 %), микроклин (23...38 %), кварц (32...40 %), биотит (5...7 %). Акцессорные минералы – гранат, магнетит. Кроме этого, по данным И.И. Матросова [2] в протолочках установлены гематит, ильменит, сфен, рутил, анатаз, ксенотим, тантало-ниобаты, торит, циркон, циртолит, касситерит, шеелит, апатит, флюорит, золото.

Петрохимические характеристики гранитов второй фазы следующие: коэффициент агпаитности 0,7, глиноземистости – 7,9, то есть граниты второй фазы относятся к весьма высокоглиноземистым породам. Коэффициенты: железистости – 8, магнезиальности – 0,2. По соотношению содержаний оксидов  $\text{CaO}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$  и  $\text{Al}_2\text{O}_3$  граниты принадлежат к плюмазитовому типу:  $\text{CaO} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} < \text{Al}_2\text{O}_3$  ( $6,7 < 9,5$ ). Коэффициент общей щелочности – 5,6. По содержанию  $\text{K}_2\text{O}$  граниты являются высококальциевыми.

Отличительными петрохимическими особенностями проанализированных пород южной части массива являются повышенное содержание Fe и заметно пониженные концентрации Mg, Ca, Na, Ti относительно среднего содержания оксидов этих элементов в гранитах второй фазы по всему массиву.

Можно отметить также несколько пониженные относительно стандартного гранита по Р.А. Дэли и А.Н. Заварицкому [3] содержания в гранитах второй фазы массива титана, алюминия, окисного железа, кальция, натрия.

По петрохимическим особенностям и условиям формирования гранитоиды Эгиндабинского массива относятся к гранитам S-типа, хотя им свойственны более высокие значения отношений Rb/Sr и Rb/Ba и пониженные K/Rb, что, по-видимому, является особенностью данного массива. Такие значения объясняются не только повышенным содержанием рубидия в породах, но и пониженными содержаниями стронция и бария.

По геохимической типизации граниты второй фазы Эгиндабинского массива относятся к гранитоидам плюмазитового редкометалльного ряда. Согласно Л.В. Таусону [4], для таких гранитов характерно обогащение редкими элементами Li, Rb, Sn, W, Nb, Ta, Be, летучими компонентами (F) и резко сниженные концентрации бария и стронция. По полученным в результате исследований данным по гранитам второй фазы из вышеуказанной закономерности выпадают Nb, Ta и W; первый находится в гранитах на уровне кларковых содержаний, содержания второго снижены в 1,5 раза относительно кларковых, а W методом масс-спектрометрии в гранитах не установлен.

В исследованных гранитах необходимо отметить значительно повышенные относительно кларковых по А.П. Виноградову [3] содержания Li, Be; несколько повышенные – Cs, Rb, Sn, Th, Pb, Hf; значительно пониженные – Ba, Sr; незначительно пониженные – Sc, Cu, Zn, V, Co, Cr, U, Zr, Ti, Ta и на уровне кларковых – Nb и Ni.

Очень важно наличие в породах примесей Sn, Li, Nb, что приближает их по геохимической специализации к редкометалльным гранитоидам. Концентрации этих элементов в гранитах массива способствовали широко проявленные процессы автометасоматической альбитизации, которые привели к распаду комплексных соединений редких элементов и образованию редкометалльных минералов. В связи с этим мелкозернистые биотитовые граниты можно считать потенциально рудоносными в отношении олова, лития, ниобия, что подтверждается наличием генетически связанных с ними пегматитов, несущих редкометалльную минерализацию (тантало-ниобаты, касситерит, лепидолит, берилл, сподумен) [5].

Геохимическая специализация гранитоидов может быть с успехом использована как широкомасштабный поисковый признак их пегматитовосности, особенно для пегматитов высокоспециализированных рудных формаций – редкометалльной и редкометалльно-редкоземельной. Согласно В.В. Гордиенко [1], продуктивными являются только многофазные плутоны гранодиорит-гранитовой формации, прошедшие длительный путь кристаллизационного фракционирования и по этой причине обогащенные группой флюофильных редких элементов (Li, Rb, Cs, Ta, Nb, Be, Sn, F). Среди этих элементов наиболее информативной для оценки потенциальной рудоносности гранитов является повышенная концентрация Rb и Cs, отнесенная к содержанию в породе K. В координатах K/Rb – K/Cs достаточно четко обособляются поля рудоносных и безрудных гранитоидов.

Данные по средним содержаниям элементов-примесей в изученных гранитах приведены в таблице. Содержание лития в гранитах массива более чем в 3 раза превосходит кларковое содержание его в кислых породах, рубидия в 1,25, бериллия более чем в 10, цезия и олова в 1,5 раза.

Таблица

Среднее содержание элементов-примесей в гранитах второй фазы

Элементы	Среднее содержание элементов в гранитах II фазы Эгиндабинского массива, г/т	Кларк элементов в гранитах и гранодиоритах по А.П. Виноградову [3], г/т
Li**	144,8	40
Cs*	8,68	5
Rb*	247,5	200
Ba*	129,76	830
Sr*	37,25	300
Be*	5,61	0,55
Sc*	1,83	3
V*	7,6	40
Cr**	11	25
Co*	2,62	5
Ni*	8,7	8
Cu*	16,49	20
Zn*	45,41	60
Sn*	4,48	3
Th*	21,16	18
U*	1,93	3,5
Pb*	33,28	20
Zr*	158,35	200
Hf*	4,97	1
Ti*	1443,7	2300
Nb*	20,22	20
Ta***	20	35

**Примечание:** подсчет средних проведен: \* – по 2 масс-спектрометрическим анализам, \*\* – по 5 спектральным анализам, \*\*\* – по 5 рентгенофлуоресцентным анализам.

Все частные пробы эгиндабинских гранитов второй фазы по значениям отношения K/Rb и K/Cs попадают в поле гранитов, продуктивных на редкометалльные пегматиты. Присутствие последних в экзоконтакте массива еще

раз подтверждает надежность выявленных ранее [1] геохимических критериев оценки потенциальной пегматитоносности плутонов плюмазитовых S-гранитов.

#### Литература

1. Гордиенко В.В. Гранитные пегматиты. СПб.: Изд-во С. – Петербургского университета, 1996. – 272 с.
2. Матросов И.И. Взаимодействия редкометалльных пегматитов с вмещающими породами. Дис... канд. геол. – минер. наук. – Томск, 1971. – 261 с.
3. Справочник по геохимии / Г.В. Войткевич, А.В. Кокин, А.Е. Мирошников, В.Г. Прохоров. – М.: Недра, 1990. – 480 с.
4. Таусон Л.В. Геохимические типы и потенциальная рудоносность гранитоидов. – М.: Наука, 1977. – 280 с.
5. Федорова М.Е. Геологическое положение и петрология гранитоидов Хангайского нагорья. – М.: Наука, 1977. – 152 с.

### КРИСТАЛЛОМОРФОЛОГИЯ И СТРУКТУРНАЯ ОРИЕНТИРОВКА ВКЛЮЧЕНИЙ МИНЕРАЛОВ В АЛМАЗАХ

С.С. Угайева

Научный руководитель старший научный сотрудник А.Д. Павлушин

*Институт геологии алмаза и благородных металлов СО РАН, г. Якутск, Россия*

На протяжении истории существования алмазов минералы-узники в них не подвергались внешним воздействиям и сохранялись в своем первоначальном виде, неся в себе огромную информацию о вещественном составе и процессах, происходивших в среде кристаллизации алмаза. В настоящее время наибольший интерес исследователей вызывают химический состав, особенности кристалломорфологии включенных в алмаз минералов и их парагенезис. Между тем, вопрос о связи кристалломорфологии включений с их структурной ориентировкой в алмазе-хозяине является не менее важным. Исследование данной проблемы поможет понять механизмы внедрения минералов-узников в алмаз, уточнить для них критерии сингенетичности, знание которых необходимо для выяснения условий глубинного минералообразования и познания онтогении самого алмаза.

В настоящее время морфологические особенности кристаллических включений в алмазах изучены достаточно детально и установлено, что в большинстве случаев морфология включений индуцирована алмазом-хозяином и не зависит от минерального вида и сингонии минерала-узника [1, 2]. Другими словами, форма минерала-узника представляет собой в той или иной мере искаженный кристалл октаэдра. Согласно работе [2], искажение морфологии включений происходит в результате совместной кристаллизации с алмазом-хозяином и служит критерием их сингенетичности. Но существует другая точка зрения относительно способа образования октаэдрической огранки минералов-узников в алмазе, которая объясняет отрицательную огранку включений перекристаллизацией в объеме кристалла алмаза минералов, первоначально имевших свою огранку [3]. В данном случае включения являются протогенетическими по отношению к алмазу. Протогенетические минералы-узники могут иметь ксеногенное происхождение, которое не связано с условиями и составом среды образования алмаза (Барашков Ю.П., 1997). С чем же связаны особенности морфологии включений в алмазах? Этот вопрос все еще остается дискуссионным.

Рентгendifракционные методы при определении алмазных включений впервые применили Митчелл и Джардини (1953), а затем этот метод систематически применяли российские исследователи (Футергендлер, Орлов), начиная с 1956 г. С развитием физико-химических методов выявления включений минералов в алмазах начали применять и другие методы, такие как рамановская спектроскопия, вторичная рентгеновская флюоресцентная спектроскопия и электронно-зондовый микроанализ. Тем не менее, методы с применением рентгеновских лучей занимают лидирующее место. В изучении кристаллических включений в алмазах методы рентгеноструктурного анализа применяли также и в определении характера ориентировки минерала-узника в кристалле-хозяине [4, 5]. Были установлены случаи закономерной ориентировки минералов-узников в алмазе-хозяине, имеющих разные структурно-геометрические и морфологические особенности, свидетельствующие, по мнению авторов, об одновременном с алмазом росте включений. Произвольно ориентированные включения в алмазах предполагаются захваченными алмазом-хозяином в процессе кристаллообразования и имеющими протогенетический характер.

Нами исследованы включения граната, оливина, алмаза в восьми кристаллах алмаза из трубок Удачная, Мир и россыпи р. Эбелях (коллекция ИГАБМ СО РАН).

Особенности кристалломорфологии образцов изучались на стереоскопическом микроскопе Olympus SZX-12. Работы по рентгенографическому исследованию образцов проводились в группе рентгеноструктурного анализа лаборатории физико-химических методов анализа ИГАБМ СО РАН на рентгеновской установке УРС-0.3. Использовалась рентгеновская монокристаллическая камера РК0П-А, *Si*-излучение.

Исследованы три включения граната, три оливина и два алмаза.

Гранаты и оливины считаются наиболее распространенными включениями минералов в алмазах. Гранаты легко диагностируемы по цвету. В исследованных кристаллах алмаза включения граната имеют светло-розовый и темно-красный цвет. Гранаты в алмазах, в нашем случае, встречались в виде единичных включений, а также – группами. Оливины представлены бесцветными прозрачными включениями. Одно включение оливина окружено трещинами, идущими от его вершин в виде «розетки». Размеры минералов-узников варьируют в пределах 0,5 мм.

Как уже было отмечено ранее, включения граната в алмазах имеют октаэдрические формы, не типичные для данного минерала в кимберлитах. В них наиболее развиты октаэдрические грани, а также наблюдаются следы

совместного роста. На рисунке приведен пример, где кристалл-узник имеет октаэдрическую форму, удлиненную по [001], при этом на гранях наблюдаются ступеньки роста, параллельные ребрам октаэдра (рис. 1).

Следует отметить, что изменение формы минерала-узника в алмазе в большинстве случаев происходит по главным кристаллографическим направлениям [001], [011], [111] алмаза.

Включения алмаза в алмазе встречаются часто. Нами на данном этапе работы исследованы два существенно отличающиеся по морфологии структуры «алмаз в алмазе». Первый образец из трубки Удачная, второй из россыпи р. Эбелях. Включение алмаза в алмазе можно отличить визуально по его блеску, отсутствию вокруг минерала-узника трещин. В исследованных образцах включения имеют октаэдрическую и переходные формы. На оба образца в большей или меньшей степени наложены формы алмаза-хозяина. Отличие двух данных включений заключается в их расположении в материнском кристалле. Включение октаэдрической формы находится в центральной зоне кристалла-хозяина, другое на его периферии (рис. 2).

Для проведения рентгенографического исследования из кристаллов больших размеров были выпилены по плоскости (011) плоскопараллельные пластины толщиной около 1,5 мм. По полученным лауэграммам можно определить взаимную ориентировку минерала-узника и алмаза-хозяина, а также по внутреннему строению лауэпятен судить о совершенстве структуры минерала. Ориентировка включений минералов в алмазах определялась по классическому методу Лауэ. Выявлены случаи как закономерной, так и произвольной ориентировки включений минералов в алмазах. По включениям граната и оливина выявлено по два случая закономерной ориентировки. Включения алмаза в алмазе ориентированы произвольно. По рентгенограммам качания определены параметры элементарных ячеек включений граната и оливина. Включения граната по цвету и параметру элементарной ячейки близки к пироп-альмандиновой группе, оливина – к форстериту.

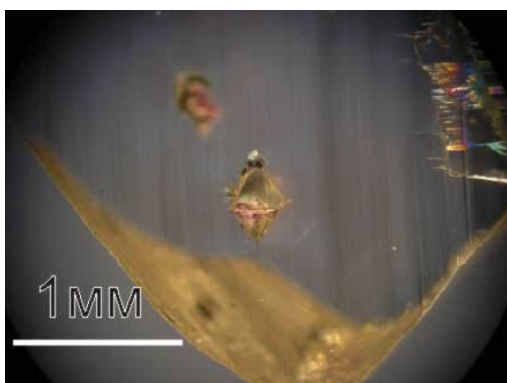


Рис. 1. Включение граната



Рис. 2. «Алмаз в алмазе»

В результате проведенных исследований установлено, что закономерная ориентировка включений граната и оливина преобладает над произвольной ориентировкой. Ориентировка включений граната, оливина в якутских алмазах подобна взаимной ориентировке гранатов в алмазах из россыпей Урала [4, 5]. Полученные результаты свидетельствуют, что искажение формы минералов-узников зависит от их структурной ориентировки, т.е. форма включения меняется под воздействием «активной подложки» – алмаза. Также предполагается, что при идеальном совпадении кристаллографических направлений граната и алмаза форма включения граната станет весьма близка к изометричному октаэдру. В исследованных алмазах с включениями граната и оливина установлены структурные и морфологические особенности, свидетельствующие об их закономерном срастании: направлениями и плоскостями срастания как у алмаза, так и у «минерала-узника» являются наиболее важные в морфологическом и структурном отношении ребра и грани, что влияет на рост включений в алмазе и объясняет их нетипичную форму. Закономерное срастание алмаза с включением является признаком их одновременного роста и свидетельствует о сингенетичности минерала-узника и алмаза.

#### Литература

1. Бартошинский З.В. и др. Кристалломорфология включений граната в природных алмазах // Геология и геофизика. – 1980. – № 3. – С. 12–22.
2. Мальков Б.А., Асхабов А.М. Кристаллические включения с октаэдрической огранкой (отрицательные кристаллы) – свидетели ксеногенности алмазов в кимберлитах // Докл. АН СССР. – 1978. – Т. 238. – № 3. – С. 695–697.
3. Соболев Н.В. и др. Кристаллические включения с октаэдрической огранкой в алмазах // Докл. АН СССР. – 1972. – Т. 204. – № 1. – С. 192–195.
4. Футергендлер С.И. Рентгенографическое исследование твердых включений в алмазах // Кристаллография. – 1958. – № 4. – С. 494–496.
5. Футергендлер С.И. и др. Об эпитактической природе некоторых включений в алмазах // Рентгенография минерального сырья. – 1964. – № 4. – С. 97–107.

## ВУЛКАНИТЫ ПРИПОЛЯРНОГО УРАЛА КАК ИНДИКАТОРЫ ГЕОДИНАМИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ

А.А. Филимонова

Научные руководители доцент Л.Н. Мочалкина, доцент К.Ю. Кудрин  
Югорский государственный университет, г. Ханты-Мансийск, Россия

В последнее время Приполярный Урал привлекает пристальное внимание общественности как богатый потенциальный источник разнообразного минерального сырья XXI века. Настоящая работа посвящена изучению вулканогенных образований палеозоя на восточном склоне Приполярного Урала. Непосредственно район исследований находится в 40 км к западу от с. Саранпауль, пересекая долины рек Щекурья, Ватла, Сертынья и Большая Люлья в их среднем течении в меридиональном направлении. Западную половину участка занимают преимущественно силурийские интрузивы габбро-диоритов и плагиогранитов, а восточную – вулканогенно-осадочные образования силура и девона.

В разные годы исследованием вулканических толщ района занимались М.П. Мезенцев, А.В. Цымбалюк (1975), М.М. Павлов (1990) и др. В результате достаточно полно были освещены вопросы геологии и петрографии вулканитов, сформирован представительный банк петрохимической информации, которая однако до настоящего времени не подвергалась статистической обработке.

В настоящей работе приведены результаты петрохимической типизации вулканитов района (таблица), выявлены геодинамические режимы их формирования.

Силурийские вулканогенно-осадочные толщ преимущественно представлены вулканогенными фациями с подчиненной ролью осадочных пород, они картируются восточнее интрузивных массивов. М.П. Мезенцевым и А.В.Цымбалюком в пределах силурийской толщ выделялись турватская ( $S_{1-2tr}$ ) и низы люльинской ( $S_2-D_{1l}$ ) свит, М.М. Павловым эти вулканиты объединены в соимшорскую толщ ( $S_2s$ ), в настоящее время эти отложения рассматриваются в ранге шемурской ( $O_3-S_{1sm}$ ), имменовской ( $S_{1-2im}$ ) и сосвинской ( $S_2-D_{1ss}$ ) свит. Силурийские вулканиты с запада срезаются породами Сертыньинско-Щекурьинского гранитоидного массива с образованием на контактах зон дробления и брекчирования. Верхняя граница силурийских образований проводится по подошве пачки подушечных лав, имеющих раннедевонский возраст. Вулканиты в основании толщ представлены диабазами, диабазовыми порфиридами, в центральной части – андезитбазальтовыми порфиридами, реже диабазами; к кровле соимшорской толщ приурочены лавы основного состава.

Девонские вулканогенно-осадочные образования согласно залегают на отложениях силура, М.П.Мезенцевым и А.В. Цымбалюком они рассматриваются в составе нерасчлененной толщ девона, М.М.Павловым. – выделены в рувшорскую толщ ( $D_{1-2r}$ ). В настоящее время вулканогенно-осадочные образования девона разделены на рувшорскую ( $D_{1-2rv}$ ), лопсинскую ( $D_{1-2lp}$ ) и нахорскую ( $D_{2-3nh}$ ) толщ. Девонский вулканизм начинается с излияния афировых и редкопорфировых базальтовых лав с подушечной отдельностью. К востоку и вверх по разрезу в составе толщ афировые разности сменяются порфиридами, увеличивается доля пирокластов и карбонатных осадков.

Петрохимическая типизация вулканитов проводилась с учетом их нормативного состава, рассчитанного по методу CIPW. Дальнейшая дискриминация вулканитов включает следующие операции [2]:

- в первую очередь из выборки исключаются нефелин-нормативные (щелочные) разности;
- затем удаляются оливин-нормативные дериваты, т.е. обособляется серия оливиновых толеитов;
- кварц-нормативные разности на диаграмме AFM разделяются на толеитовые и известково-щелочные;
- дальнейшее определение видов в пределах серий проводится согласно общепринятым методикам.

В результате петрохимической обработки и в силурийских, и в девонских вулканитах установлены дериваты щелочной, толеитовой (оливин- и кварц-нормативной) и известково-щелочной серий. Общеизвестно, что продукты известково-щелочной серии являются индикаторами режимов сжатия земной коры [1], тогда как вулканиты остальных серий фиксируют условия растяжения последней. Если допустить, что количественные отношения тех или иных вулканитов в выборке более или менее соответствуют таковым в природных ассоциациях, тогда отношения продуктов щелочной (Щ), толеитовой (Т) и известково-щелочной (ИЩ) серий, отнесенные к 100 %, для изучаемых толщ будут иметь следующий вид: в силурийских вулканитах Щ:Т:ИЩ = 7:23:70, в девонских вулканитах Щ:Т:ИЩ = 16:48:36. Преобладание продуктов известково-щелочной серии в силурийских толщах, несомненно, свидетельствует о главенствующей роли режимов сжатия в этом сегменте земной коры, которые, в свою очередь, являются следствием конвергентных процессов при сокращении пределов Палеоазиатского океана и его разделении на Уральский и Монгольский океанические бассейны на завершающей стадии каледонского геотектонического цикла. Резкое увеличение дериватов толеитового типа в девоне, скорей всего, является следствием рифтогенеза на ранней стадии герцинского геотектонического цикла в пределах Уральского океанического бассейна.

Работа выполнена при поддержке Федеральной целевой программы «Научные и педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 гг.

## Литература

1. Грин Т.Х., Рингвуд А.В. Происхождение магматических пород известково-щелочного ряда // Петрология верхней мантии. – М.: Мир, 1966. – С. 118 – 131.
2. Мочалкина Л.Н. Петрохимическая типизация среднепалеозойских вулканитов Рудного Алтая и ее прикладное значение: Автореферат. Дисс. ... канд. геол.-минер. наук. – Алма-Ата: 1990г. – 18 с.

Таблица

## Петрохимическая характеристика вулканитов Приполярного Урала

№	Компоненты												Нормативный состав										серия	n	
	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Na <sub>2</sub> O+K <sub>2</sub> O	or	ab	an	срх	c	орх	q (ol)	ne	il	mt			ap
Силурийские вулканиты																									
1	30,97	0,78	6,55	3,36	4,56	0,28	6,02	6,56	4,77	0,18	0,35	4,95	1,1	12,9	0	28	0	0	(4,5)	29,8	2,32	4,86	0,7	Щ	1
2	49,23	0,89	17,5	3,79	6,39	0,17	4,59	9,56	4,11	0,99	0,18	5,1	6,1	31,4	26,1	16,6	0	0	(7,8)	3,5	2,55	5,56	0,3	Щ	6
3	48,29	0,82	17,1	3,51	6,32	0,15	5,56	10,1	3,28	0,64	0,15	3,92	3,9	27,8	29,8	15,6	0	6,3	(5,6)	0	2,32	5,09	0,3	ОТ	7
4	50,05	0,95	14,7	5,89	4,79	0,16	4,84	6,62	3,32	0,43	0,22	3,75	2,8	28,3	23,6	6	0	11,8	8,5	0	2,78	8,57	0,7	Т	10
5	56,39	1,15	8,58	5,21	4,08	0,15	2,8	4,58	5,06	0,81	0,37	5,87	5	43	0	17,7	0	0,1	14,8	0	3,24	7,64	1	Т	3
6	61,08	1,17	7,19	3,65	3,25	0,33	0,8	1,8	8,5	0,67	0,45	9,17	3,9	71,8	0	21,9	0	0	6,4	0	3,47	5,32	1	Т	1
7	65,71	1,06	14,8	2,51	3,02	0,26	0,1	1,67	7,28	1,17	0,36	8,45	6,7	61,3	4,5	1,2	0	1,8	15,9	0	3,01	3,7	1	Т	1
8	50,43	0,99	13,3	4,57	4,26	0,12	4,41	7,25	3,9	0,86	0,26	4,76	5	33	16,1	14,4	0	6,7	5,9	0	2,78	6,71	0,7	ИЩ	21
9	54,42	1,03	13,1	3,98	4,2	0,14	4,12	6,09	4,39	0,98	0,24	5,37	5,6	37,2	13,1	12,4	0	7,2	8,8	0	3,01	5,79	0,7	ИЩ	20
10	60,64	0,97	9,32	3,93	2,65	0,17	2,18	2,7	6,3	2,05	0,33	8,34	12,2	53,5	0	16,3	0	0	10,9	0	2,78	5,79	0,7	ИЩ	21
11	66,81	0,81	14,9	2,59	1,21	0,14	0,83	2,49	6,15	2,61	0,24	8,76	15,6	51,9	5,3	4,1	0	0,2	16,3	0	2,32	3,7	0,7	ИЩ	4
Девонские вулканиты																									
12	45,06	1,36	15,3	6,91	6,19	0,18	4,29	9,19	4,47	0,72	0,93	5,19	4,5	31,6	19,5	16,3	0	0	(4,8)	6,7	3,94	9,96	2,4	Щ	6
13	45,64	1,19	15,3	6,42	6,2	0,28	2,48	11,3	4,92	0,14	0,66	5,06	0,6	29,1	19,5	26,7	0	0	0	13,4	3,47	9,26	1,7	Щ	2
14	52,47	0,99	18,3	5,04	4,96	0,16	2,71	2,45	6,45	3,04	0,55	9,49	17,8	47,6	8,9	0	1,1	0	(7,5)	7,5	2,78	7,41	1,3	Щ	2
15	57,95	1,15	17,3	3,44	2,67	0,17	1,53	3,41	8,04	1,76	0,58	9,8	10,6	63,7	5,8	6,2	0	0	(1)	4,8	3,24	5,09	1,3	Щ	1
16	49,61	1,15	15,9	4,85	6,43	0,16	4,05	8,42	4,05	1,24	0,55	5,29	7,2	34,1	21,7	13,6	0	8,4	(1)	0	3,24	6,95	1,3	ОТ	3
17	49,44	1,26	15,6	8,12	4,65	0,18	3,65	8,05	3,82	0,89	0,83	4,72	5	32,5	22,8	9,5	0	4,7	5,9	0	3,7	11,8	2	Т	16
18	54,78	1,15	14	6,03	3,89	0,18	2,7	6,6	3,35	2,11	0,73	5,47	12,2	28,3	17,2	9	0	3,2	13,2	0	3,24	8,8	1,7	Т	5
19	59,77	0,99	16,7	4,16	2,7	0,39	1,39	3,53	4,06	2,54	0,42	6,61	15	34,1	15	0	1,7	4,1	17,8	0	2,78	6,02	1	Т	8
20	66,47	0,52	14,1	2,5	3,33	0,43	0,72	0,71	3,03	5,04	0,05	8,07	30,1	25,7	3,6	0	2,3	5,6	25	0	1,62	3,7	0	Т	1
21	51,26	1,27	16,7	6,3	4,63	0,25	5,91	5,68	4,66	0,34	0,59	4,99	2,2	39,3	23,4	1,1	0	15,9	2,8	0	3,7	9,03	1,3	ИЩ	2
22	54,45	1,06	16,7	4,5	3,9	0,1	3,49	5,44	5,46	1,07	0,29	6,53	6,1	46,1	18,1	5,8	0	8	3,3	0	3,01	6,48	0,7	ИЩ	8
23	60,1	0,97	16,4	4,14	2,12	0,14	1,85	2,67	5,05	3,22	0,41	8,27	18,9	42,5	10,8	0	0,7	4,6	11,2	0	2,78	6,02	1	ИЩ	11
24	65,11	0,7	14,4	2,99	1,86	0,06	1,56	1,88	5,23	2,84	0,11	8,07	16,7	44	7,8	0,6	0	3,6	18,1	0	2,08	4,4	0,3	ИЩ	3

Примечание. 1 – нефелиновый пикрит; 2, 12 – нефелин-оливиновый базальт; 3, 16 – оливиновый базальт; 4, 17 – толеитовый базальт; 5, 18 – высокожелезистый андезибазальт; 6, 19 – высокожелезистый андзит (исландит); 7, 20 – высокожелезистый дацит; 8, 21 – известково-щелочной базальт; 9, 22 – известково-щелочной андезибазальт; 10, 23 – андезит; 11, 24 – дацит; 13 – нефелиновый базальт; 14 – глиноземистый нефелиновый базальт; 15 – нефелиновый трахит. Петрохимические серии: Щ – щелочная, ОТ – оливин-толеитовая, Т – толеитовая, ИЩ – известково-щелочная. Нормативные минералы: ор – ортоклаз, аб – альбит, ан – анортит, срх – клинопироксен, с – глинозем, орх – ортопироксен, q – кварц, ol – оливин, ne – нефелин, il – ильменит, mt – магнетит, ap – апатит

## ХАРАКТЕРИСТИКА ГРАНИТОИДОВ ЕВЪЮГАНСКОГО КУПОЛА (ПОЛЯРНЫЙ УРАЛ)

Е.В. Фролова

Научный руководитель профессор В.А. Душин

Уральский государственный горный университет, г. Екатеринбург, Россия

Во многих складчатых областях в ядрах крупнейших положительных структур эрозией вскрываются породные ассоциации, метаморфизм которых достигает уровня самых высоких ступеней и сопровождается гранитизацией, анатексисом и другими явлениями ультраметаморфизма. Геологические формации такого типа, получившие название гранито-гнейсовых или гнейсово-мигматитовых комплексов, особенно широко распространены в древних кристаллических щитах [3]. На Урале известно около 20 образований такого типа, один из которых представлен Харбейским гнейсово-мигматитовым комплексом, располагающимся в зоне сочленения Полярно-Уральской и Пайхойской мегаструктур. Основу южной части Харбейского комплекса составляет брахиформная положительная структура – Евъюганский купол, сложенный гранито-гнейсами – плагиигранитами – гранитами биотитовыми, в т.ч. катаклазированными.

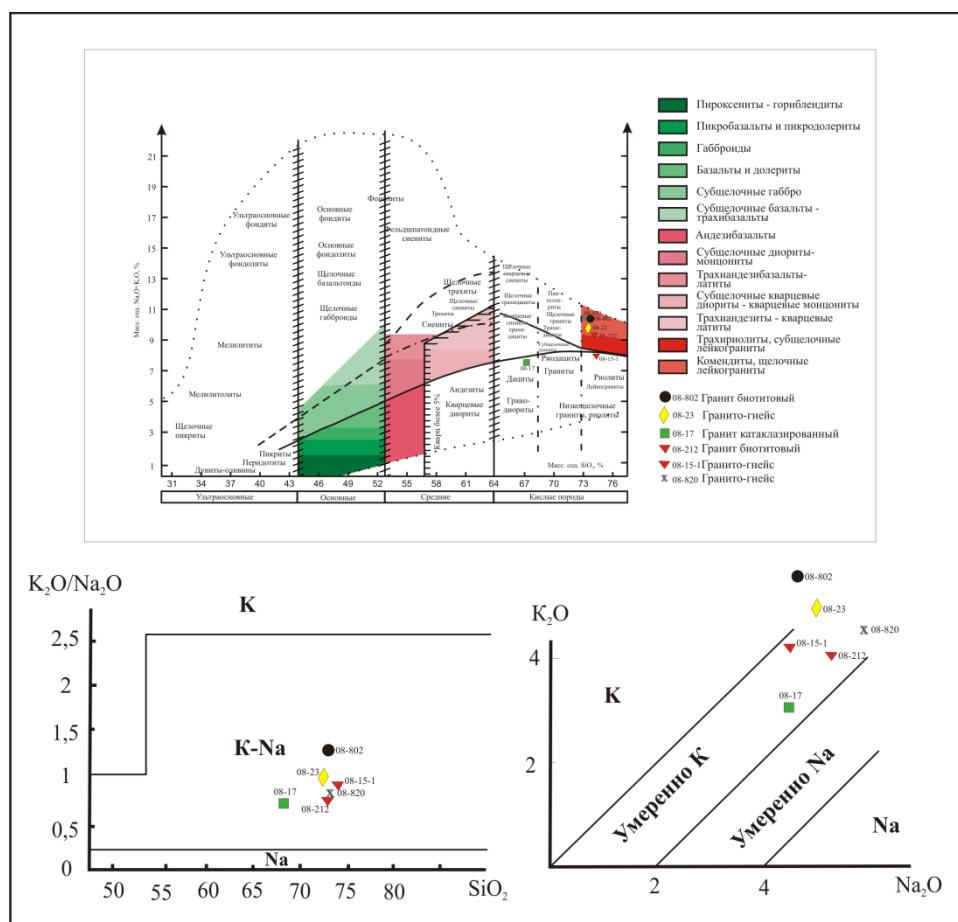


Рис. 1. Положение исследуемых проб на TAS-диаграмме и диаграммах щелочности

На диаграмме  $\text{SiO}_2 - (\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$  фигуративные точки пород в основном попадают в семейство щелочных и умеренно щелочных лейкогранитов. Все гранитоиды относятся к калиево-натровому типу, а по содержанию  $\text{K}_2\text{O}$  могут быть определены как умеренно- и высококальциевые (рис. 1). Минералогически они характеризуются средними содержаниями щелочного полевого шпата, плагноклаз представлен олигоклазом, альбитом, реже андезитом. Из темнокрасных минералов отмечается биотит, присутствует мусковит. Акцессорные минералы представлены ортитом, стильпномеланом, цирконом, апатитом, сфеном (титанитом), магнетитом, пиритом. В незначительных количествах (до 5 %) присутствуют эпигенетические минералы – серицит, хлорит, альбит, эпидот.

Граниты характеризуются высоким содержанием кремнезема и щелочей, а также ниобия, стронция, умеренным содержанием глинозема и низким содержанием циркония, галлия, никеля, иттрия, рубидия.

На диаграмме П. Мениара, Ф. Пикколи и Дж. Пирса (рис. 2) исследуемые породы не попадают в область развития океанических плагиигранитов, так как для последних характерно  $\text{K}_2\text{O} < 1\%$ , чего в изучаемых пробах не наблюдается; наши гранитоиды близки к гранитоидам рифтовых зон континентальных эпиорогенных



поднятий: 08-15-1 (гранито-гнейс) и 08-17 (катаклазированный гранит). Они, по-видимому, образовались в обстановках континентальной коллизии, либо в условиях островных дуг.

Анализ геодинамических обстановок формирования гранитоидов свидетельствует о том, что гранитоиды Евьюганского купола являются полиформационными и, по-видимому, разновозрастными образованиями. Они формировались в коллизионных обстановках, будучи их индикаторами.

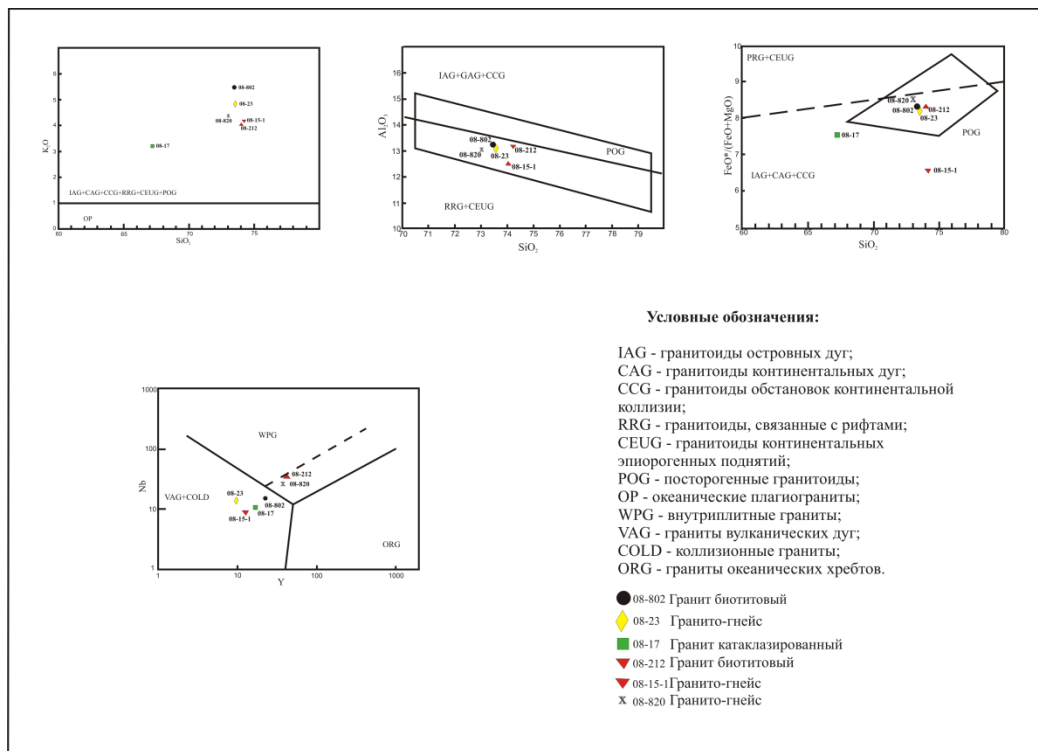


Рис. 2. Дискриминационные диаграммы П. Мениара, Ф. Пикколи и Дж. Пирса

Петрографический состав, инъекционный характер пород, магматическое замещение части вмещающих толщ (мигматизация), катаклазированность в контактовых зонах, соскладчатость гранитоидов и вмещающих пород свидетельствуют о принадлежности части гранитоидов Евьюганского купола к мигматит-плагиогранитовой формации, образованной в эпоху интенсивных складчатых деформаций в коллизионной обстановке [1, 2].

#### Литература

1. Бутин В.В. Геология и условия формирования гнейсо-амфиболитового комплекса южной части Харбейского антиклинория: Автореферат. Дис.... канд. геол. – минер. наук. – Свердловск, 1973г.
2. Душин В.А. Магматизм и геодинамика палеоконтинентального сектора севера Урала. – М.: Недра, 1997. – 213 с.
3. Кейльман Г.А. Мигматитовые комплексы подвижных поясов. – М.: Недра, 1974. – 200 с.

### УЛЬТРАМАФИТЫ РАССЛОЕННЫХ МАФИТ-УЛЬТРАМАФИТОВЫХ МАССИВОВ НИЖНЕДЕРБИНСКОГО КОМПЛЕКСА (СЕВЕРО-ЗАПАД ВОСТОЧНОГО САЯНА) И ИХ РУДНАЯ МИНЕРАЛИЗАЦИЯ

Т.Ю. Черкасова

Научный руководитель профессор А.К. Мазуров

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

Интерес к изучению ультрамафитов нижнедербинского комплекса, расположенного на юге Красноярского края, и сопутствующей им полезной минерализации обусловлен прежде всего тем фактом, что в Алтае-Саянской складчатой области и в Западной Монголии широко распространены подобного типа расслоенные ультрамафит-мафитовые интрузивы, перспективные в отношении медно-никелевого и платинового оруденений.

Особое внимание уделялось изучению рудной минерализации наиболее крупных Бурлакского и Нижнедербинского массивов, расположенных в центральной части расслоенного мафит-ультрамафитового нижнедербинского пояса.

Современные ученые, занимающиеся проблемами базит-ультрабазитового магматизма юга Сибирского кратона, рассматривают данные объекты в качестве аналогов концентрически-зональных дунит-клинопироксенит-габбровых интрузивов, проявившихся на коллизионном этапе развития *Центрально-Азиатского складчатого пояса*.

Тела ультрабазитов отличаются разнообразием форм, петрографического и химического составов, и лишь некоторые массивы вмещают вкрапленное сульфидно-никелевое оруденение, часто сопровождаемое повышенными концентрациями платиноидов.

Ультрамафиты в Бурлакском и Нижнедербинском массивах нижнедербинского комплекса представлены верлитами, вебстеритами, клинопироксенитами и серпентинитами. Они сложены, главным образом, клинопироксеном, при малых содержаниях оливина и ортопироксена, незначительные количественные вариации между которыми определяют их различия.

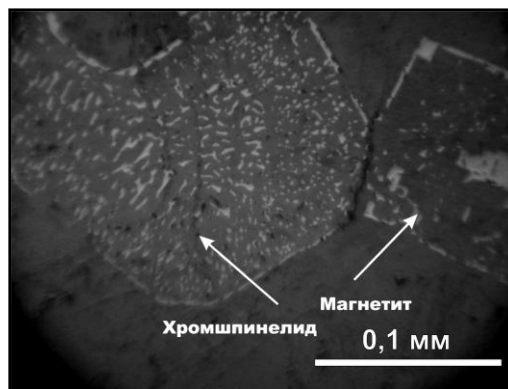
Структура *верлитов* панидиоморфная, участками гипидиоморфная, обусловленная ксеноморфной формой зерен оливина по отношению к индивидам клинопироксена. Текстура массивная, иногда сланцеватая. Минеральный состав верлитов Бурлакского массива: оливин ~ 15...70 %; клинопироксен ~ 20...80 %; рудные минералы до 10 %; ортопироксен менее 5 %. В Нижнедербинском массиве преобладает клинопироксен ~ 80...90 %; оливин слагает ~ 10...20 %. Отмечаются ортопироксен, хлорит и магнетит. По химическому составу оливин относится к магнезиальному хризолиту ( $Fa_{cp} = \sim 16,37\%$ ) и существенно не отличается от оливина Бурлакского массива ( $Fa = 15,24\%$ ). Клинопироксен в верлитах Бурлакского массива по химическому составу соответствует авгиту, в то время как в верлитах Нижнедербинского массива – диопсиду. Ортопироксен встречается редко и представлен прозрачными единичными зёрнами, которые имеют слабо удлинённую форму. Ортопироксен по вещественному составу отвечает бронзиту.

Рудная минерализация представлена окисной, сульфидно-окисной и сульфидной минеральными формами, при количественном преобладании последней в верлитах и клинопироксенитах.

Изучение рудных минералов ультрамафитов проводилось в 18 аншлифах.

Окисная минерализация представлена хромшпинелидами, магнетитом, гематитом и в меньшей степени ильменитом.

Хромшпинелиды образуют как идиоморфные изометричные выделения, характеризующиеся высоким рельефом и низкой отражательной способностью, так и субграфические структуры распада в более ранних силикатных минералах (рис. 1.). Магнетит в свою очередь представлен несколькими генерациями, образуя скелетные и графические срастания, идиоморфные кристаллы, а также мелкую сыпь, по-видимому, сингенетичную с наложенными процессами серпентинизации. Предположительно, скелетные структуры роста магнетита и субграфические – хромита (рис. 1.), совпадающие с очертаниями отдельных зерен пироксенов представляют собой наиболее ранние генерации окисной фазы железа и хрома, учитывая тот факт, что такого рода образования могут свидетельствовать о примерно одновременном образовании оксидов и силикатов.

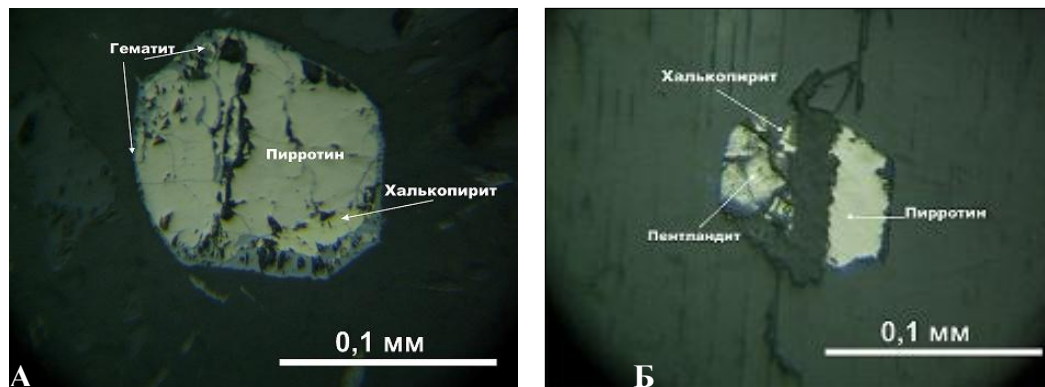


**Рис. 1. Субграфическая и скелетная структуры распада хромшпинелида и магнетита. Клинопироксенит. Обр 3\6. Бурлакский массив**

Главными рудными минералами сульфидно-окисной минерализации являются: пирротин, пентландит, халькопирит и гематит, образующий сплошные и прерывистые реакционные каймы вокруг зерен названной триады минералов (рис. 2 А). Пирротин резко преобладает над халькопиритом, последний, как правило, нарастает на пирротин в его краевых частях, либо образует мелкие самостоятельные зёрна за пределами «овоидных» выделений пирротина (рис. 2 А, Б).

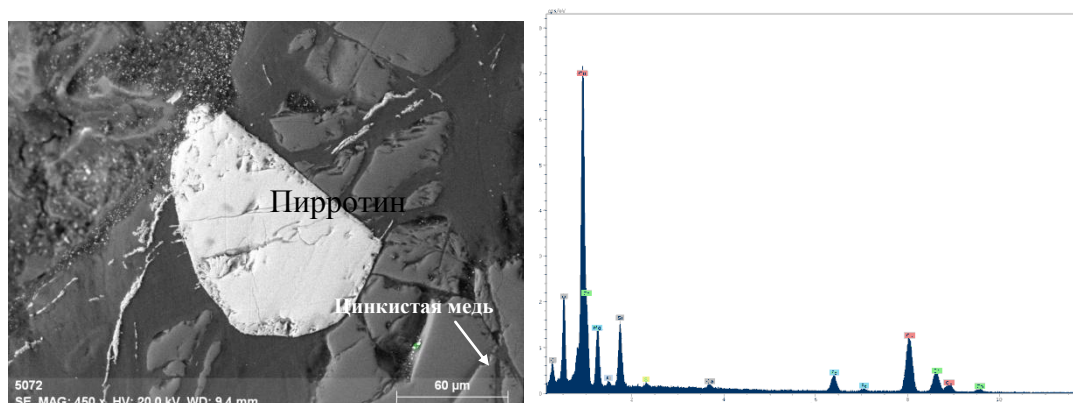
Из статьи Кочнева-Первухова [1] по оценке платиноносности расслоенных мафит-ультрамафитовых массивов, следует вывод, что неперемным условием платиноносности является присутствие в сульфидных парагенезисах повышенных содержаний цветных металлов, особенно медьсодержащих минералов. Однако, для образования продуктивного горизонта должны сложиться какие-то неравновесные условия, что провоцирует концентрацию полезных компонентов. Этот вопрос является ключевым и открытым, требующим дальнейших детальных исследований.

Породы нижней расслоенной серии (серпентинизированные дуниты и гарцбургиты) значительно обогащены никелем. Появление в этих породах миллерита и самородных фаз никеля, возможно, связано с процессами серпентинизации и перераспределением этого компонента в процессе гидротермального разложения оливина. Медьсодержащие минералы имеют ограниченное распространение, что может быть обусловлено низкой степенью фракционирования исходного расплава.



**Рис. 2.** Сульфидно-окисная минерализация вермитов представленная: А – пирротин, халькопиритом и гематитом; Б – пирротин, пентландитом, халькопиритом

Пентландит образует как выделения внутри зерен пирротина, так и самостоятельные кристаллы за его пределами, которые имеют идиоморфные ограничения. Помимо пентландита, отмечался никелин. Впервые с помощью электронного сканирующего микроскопа Hitachi S3400N с энерго-дисперсионным спектрометром обнаружены миллерит, самородные фазы железа и никеля, а также “цинкистая медь” (самородная лагуна) (рис. 3), не отмечавшиеся в этих массивах ранее.



**Рис. 3.** Спектр «цинкистой меди» в вермите Бурлакского массива  
Примечание: Анализы сделаны в МИНОЦ «Урановая геология» НИТПУ (г. Томск), оператор С.С. Ильенко

Многочисленные тела сходных расслоенных мафит-ультрамафитовых массивов в Сибирском регионе и за его пределами, делают исследования по определению специфики рудной минерализации комплекса нужными для создания конкретного банка данных по отдельным комплексам, позволяя получить более полные представления о процессах формирования массивов и их формационной принадлежности, так как она до сих пор остается дискуссионной.

#### Литература

1. Кочнев-Первухов В.И., Заскинд Е.С., Конкина О.М., Земскова Г.В. Оценка платиноносности расслоенных мафит-ультрамафитовых массивов // Руды и металлы, 1995. № 4. С. 20-27.

## ОБЪЕМНЫЙ МЕТОД ОЦЕНКИ КОНЦЕНТРАЦИЙ РУДНЫХ КОМПОНЕНТОВ В ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ВКЛЮЧЕНИЯХ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ ФЛЮИДОВ

А.Д. Чернова

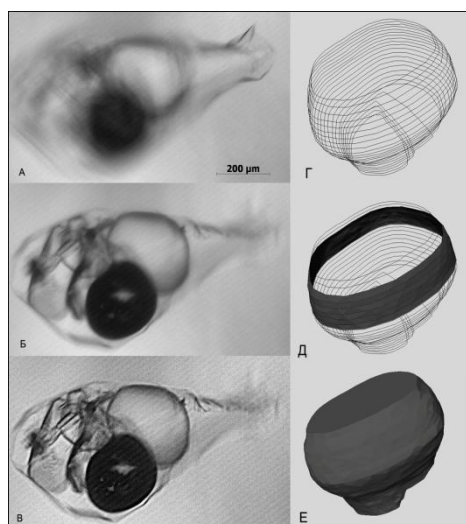
Научные руководители профессор В.Ю. Прокофьев, профессор Н.Н. Шатагин  
Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, г. Москва, Россия

Флюидные включения являются исключительно важным источником информации о составе и физико-химических параметрах эндогенных минералообразующих флюидов [1, 4 и др.]. Зная состав и объем фаз, содержащихся во включениях, можно рассчитать точный химический состав флюида и концентрации в нем отдельных элементов, что имеет большое значение для исследования геохимии природных процессов. Высокотемпературные многофазовые включения часто встречаются в определенных типах месторождениях, таких как порфировые, скарновые и другие. Также изучение подобных включений дает важную информацию о магматической стадии рудоносных гранитных массивов. Однако если методы анализа химического состава содержимого включений быстро совершенствуются, то определение объемных соотношений дочерних фаз во включении представляет сложную математическую задачу. В то же время без решения этой задачи невозможен точный расчет концентраций различных элементов во флюиде.

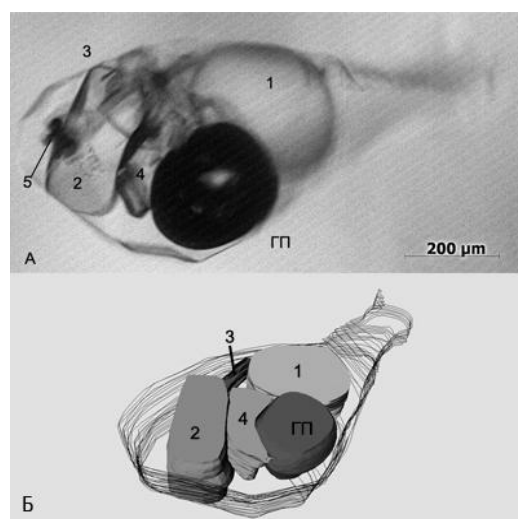
Для изучения состава включений таких флюидов используют самые современные и высокочувствительные неразрушающие методы исследования состава, вплоть до протонного зонда и синхротронного излучения. Однако реконструкция химического состава флюидов по данным изучения многофазовых включений связана со многими трудностями, которые мешают достижению необходимой точности в определении концентраций рудных компонентов. Как правило, различные фазы многофазовых флюидных включений имеют неправильную форму и взаимно деформируются. Определение объема отдельных фаз и общего объема таких включений представляет довольно сложную математическую задачу, для решения которой мы предлагаем использовать современные достижения компьютерной техники.

Предлагаемый метод оценки объемных долей различных фаз заключается в построении объемной модели многофазового флюидного включения и состоит из следующих шагов. 1) Определение объема отдельных фаз во включении. 2) Определение общего объема включения. 3) Вычисление соотношения объемных долей различных фаз во включении.

Для оценки общего объема деформированного включения и отдельных фаз необходимо выполнить: 1) послойную фотосъемку флюидного включения с помощью микрометрических устройств микроскопа на разных глубинах с определенным шагом; нами такие исследования выполнялись на фотомикроскопе высокого разрешения Axio Imager Carl Zeiss; 2) фиксацию фазовых границ в полученных изображениях различных сечений включения с помощью компьютерных графических программ; 3) представление итоговой серии сечений включения в качестве стрингов – очертаний границ фаз в данном сечении, которые с помощью программ 3D моделирования превращаются в каркасы – замкнутые фигуры; объем каркасов оценивается специальными модулями 3D программ; нами для изучения природных флюидных включений была использована программа Micromine (рис. 1); 4) по построенным объемным моделям отдельных фаз и включения в целом вычислить относительные объемы фаз; зная состав и плотность всех фаз, можно рассчитать химический состав флюида включения.



**Рис. 1. Стадии создания трехмерной модели включения**  
А – снимок верхней части включения, Б – снимок нижней части, В – отредактированное фото и созданный «стринг», Г – итоговая серия «стрингов», Д, Е – создание каркаса



**Рис. 2. Многофазовое флюидное включение во флюорите месторождения Тырнауз, использованные для компьютерного моделирования (А) и 3D-модель многофазового включения (Б). Обозначения: 1 – галит, 2 – сильвин, 3 – апатит(?) 4 – нахколит(?), 5 – магнетит, ГП – газовый пузырек**

Основываясь на данных предыдущих исследователей о составе и плотности фаз включений [2, 3], были произведены оценки концентраций различных элементов во флюиде. Использование этой методики также дает возможность томографического исследования содержимого многофазового включения. Полученную 3D-модель многофазного включения можно вращать и рассматривать с разных сторон (рис. 2).

Предложенный метод оценки объемных долей фаз применялся нами для изучения высокотемпературных многофазовых включений хлоридных рассолов во флюорите из руд уникального скарнового месторождения Тырныауз (Северный Кавказ, Россия).

Полученная объемная модель включения позволила достаточно точно измерить относительные объемы каждой выделенной фазы и дала возможность расчета концентрации отдельных элементов во флюиде с большой точностью. Рассчитанная нами концентрация железа во флюиде составила 0.30...0.33 мас.%, что практически совпадает с данными работы [3]. Получение подобных данных очень важно при определении минерального состава флюида, так как в составе могут присутствовать железосодержащие минералы, такие как халькопирит и другие рудные минералы.

#### Литература

1. Ермаков Н.П. Исследование минералообразующих растворов. – Харьков: Изд-во Харьк. ун-та, – 1950. – 460 с.
2. Наумов В.Б., Шапенко В.В. Концентрация железа в высокотемпературных хлоридных растворах по данным изучения флюидных включений // Геохимия. – 1980. – № 2. – С. 231–238.
3. Прокофьев В.Ю., Борисенко А.С., Боровиков А.А., Кононов О.В. Состав высокотемпературных хлоридных рассолов: исследование флюидных включений во флюорите месторождения Тырныауз (Северный Кавказ) // Петрология и рудоносность регионов СНГ и Балтийского щита: Материалы Международного петрографического совещания «Петрография XXI века». – Апатиты, 2005. – Т. 3. – С. 229–231.
4. Реддер Э. Флюидные включения в минералах. – М.: Мир, 1987. – Т. 1. – 560 с.

### МЕТАСОМАТИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ НА КОНТАКТЕ МРАМОРОВ И ПИРОКСЕНИТОВ

**А.Ю. Шинкоренко**

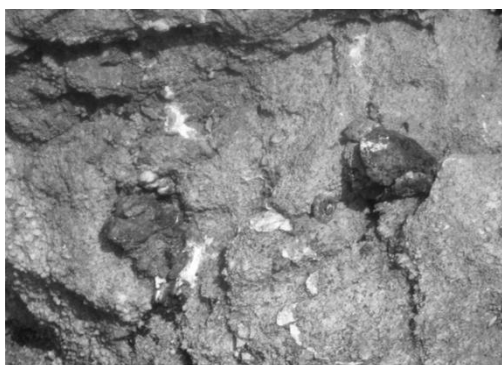
Научные руководители старший преподаватель Н.Е. Егорова, ассистент М.Г. Волкова  
*Иркутский государственный технический университет, г. Иркутск, Россия*

Территория Приольхонья (Западное Прибайкалье) представляет область широкого развития метаморфических и магматических пород – гнейсов, кристаллических сланцев, амфиболитов, мраморов, пироксенитов, габброидов, гранитов, пегматитов.

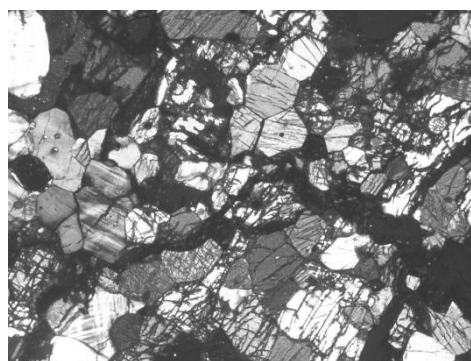
Объект исследований расположен в 3 км на северо-запад от п. Черноруд (Западное Прибайкалье). В левом борту пади Харгана наблюдается выход светло-серых закарстованных мраморов с мелкими телами ультраосновных пород (рис. 1). Размеры включений варьируют от нескольких сантиметров до 0,5 м.

Для характеристики были отобраны образцы примерно через 50 см, начиная от ядра ультраосновных пород и далее по всем разновидностям пород. Всего было отобрано 7 образцов, а затем изготовлено и изучено 7 шлифов.

Макроскопически ультраосновные тела – это зеленовато-серые породы с видимой корочкой закалывания, которая придает породам ржавый оттенок. Породы массивные, неравномернозернистой структуры.



**Рис. 1. Будины ультраосновных пород в мраморах**



**Рис. 2. Оливиновый вебстерит под микроскопом. С анализатором**

Изучение шлифов, показало, что по составу они представлены оливиновым вебстеритом.

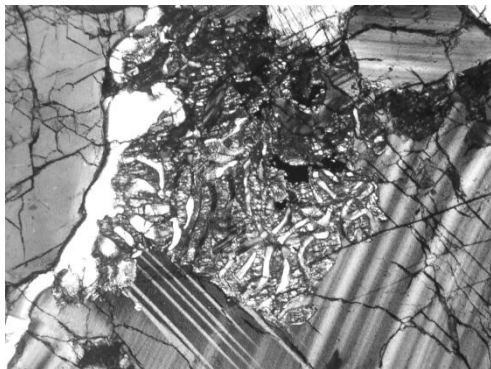
Структура пород гипидиоморфная и неравномернозернистая (рис. 2). Главные породообразующие минералы ромбический и моноклинный пироксены, также содержится до 40 % оливина. Из второстепенных минералов присутствуют магнетит, биотит, плагиоклаз.

Далее по разрезу, на контакте пироксенитов и мраморов, отмечаются известково-магнезиальные «скарноподобные» образования. Породы массивные неравномернозернистые серого цвета.

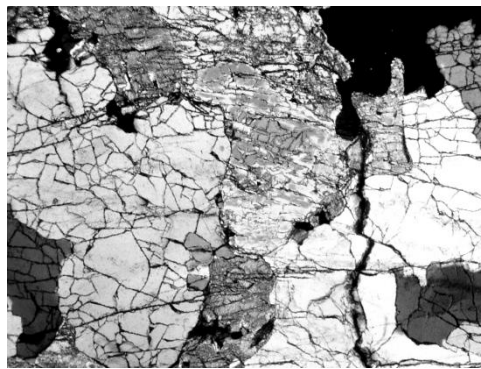
Минеральный состав этих пород – диопсид (рис. 3), кальцит, оливин, плагиоклаз, кварц. По трещинам в породе развивается биотит.

В некоторых шлифах отмечается эпидот (рис. 4). Здесь же, в непосредственной близости от контакта, отмечаются маломощные секущие пегматитовые жилы. Завершается разрез мраморами.

Мраморы – это породы белого, светло-серого цвета с чешуйками графита, массивные. В данном случае они имеют кальцит-доломитовый состав, установленный путем прокрашивания ализарино-сульфатным раствором. В них содержится до 30...40 % кальцита. Структура пород неравнозернистая. Присутствуют зерна крупнокристаллического ромбовидного кальцита (рис. 5).

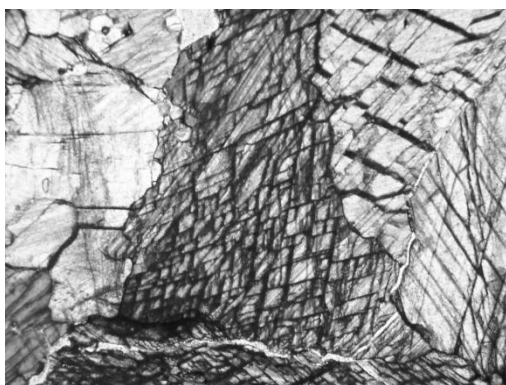


*Рис. 3. Диопсид в «скарноподобных» породах. С анализатором*

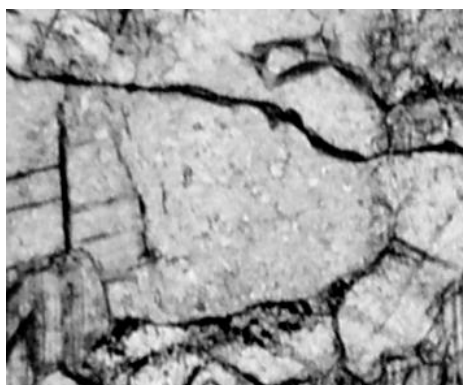


*Рис. 4. Зерно эпидота (в центре) в «скарноподобных» породах. С анализатором*

В некоторых зернах кальцита наблюдаются эмульсионные включения доломита (рис. 6). Это указывает на то, что мраморы являются продуктом гранулитовой фации метаморфизма. Из второстепенных минералов диагностированы оливин, форстерит, диопсид, графит.



*Рис. 5. Зерно ромбовидного кальцита. Без анализатора*



*Рис. 6. Эмульсионные включения доломита. Без анализатора*

Опираясь на изложенный материал, можно сделать следующие выводы.

Метасоматические изменения на контакте двух разнородных пород – мраморов и пироксенитов выражаются в изменении их минерального состава и образовании новых – известково-магнезиальных скарноподобных пород.

В мраморах отмечается бластез минералов, что выражается в образовании крупнокристаллического ромбовидного кальцита.

По мере удаления от контакта эти изменения становятся менее заметны.

**ПЕТРОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОРОД КИНГАШСКОГО И ИДАРСКОГО КОМПЛЕКСОВ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО ОКОНЧАНИЯ КАНСКОЙ ГЛЫБЫ (ВОСТОЧНЫЙ САЯН)****А.Н. Юричев**Научный руководитель профессор А.И. Чернышов  
*Томский государственный университет, г. Томск, Россия*

В данной работе проведено петрохимическое изучение ультрамафитовых и мафит-ультрамафитовых пород Кирельской площади, которая расположена на северо-западном окончании Канской глыбы и является потенциально рудоносной.

Петрохимические исследования были направлены, главным образом, на изучение ультрамафитов с целью установления их формационной принадлежности и выявления потенциально рудоносных типов пород. В результате было установлено, что породы ультрамафитовых и мафит-ультрамафитовых массивов на исследуемой территории относятся к четырем формационным типам и объединяются в четыре комплекса: кингашский магматический дунит-верлитовый, идарский реститовый дунит-гарцбургитовый, талажинский магматический плагиодунит-троктолит-габбро-анортозитовый и кулибинский перидотит-пироксенит-габбровый. Целью настоящего исследования являются ультрамафиты кингашского и идарского комплексов.

Породы обоих комплексов были изучены на участках: Адралка, Малокулижинский, Малоширский и Ильбинский. Ультрамафиты кингашского комплекса представлены дунитами, вебстеритами и пикритами, а идарского – дунитами и гарцбургитами. Породы обоих комплексов нередко претерпели интенсивные метасоматические процессы с образованием, главным образом, серпентинитов и тремолититов, а также других разновидностей. Ультрамафиты обычно залегают среди тонко- и мелкозернистых амфиболитов, которые, очевидно, образовались за счет базальтов. Иногда среди амфиболитов, наряду с ультрамафитами, встречаются мелкие тела габброндов.

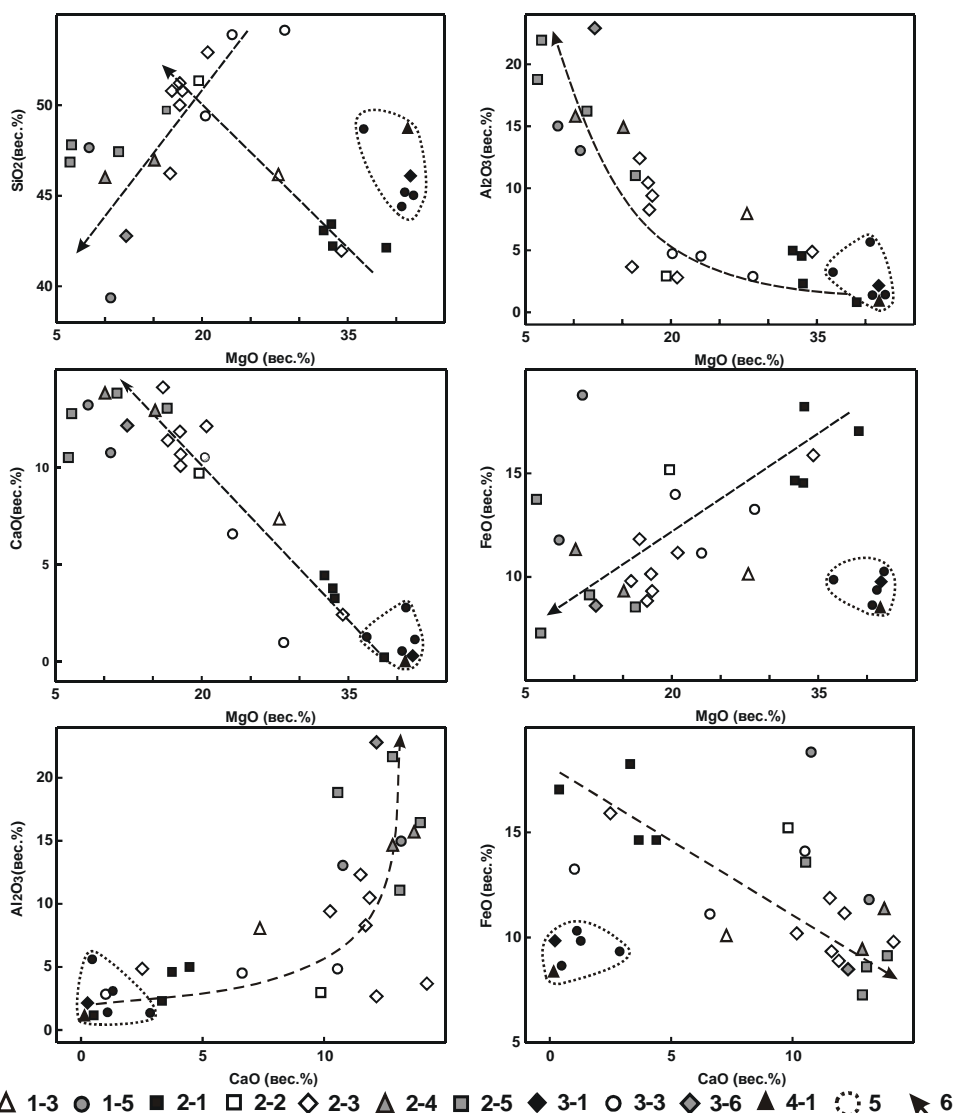
Особенности химизма составов ультрамафитов кингашского и идарского комплексов отчетливо отражаются в распределении фигуративных точек на бинарных диаграммах  $MgO-SiO_2$ ,  $MgO-FeO$ ,  $MgO-CaO$ ,  $MgO-Al_2O_3$ ,  $CaO-Al_2O_3$ ,  $CaO-FeO$  (рис.), и тем самым подчеркивают их различную генетическую и формационную принадлежность.

На представленных бинарных диаграммах фигуративные точки составов магматических ультрамафитов кингашского комплекса обнаруживают линейное распределение, которое фиксирует тренд дифференциации высокомагнезиального пикритового расплава с последовательным образованием кумулятивных дунитов и порфировых пикритов (оливиновых, пироксеновых и амфиболовых). Магматические ультрамафиты с возрастанием степени дифференциации характеризуются увеличением содержаний  $SiO_2$ ,  $CaO$ ,  $Al_2O_3$  и уменьшением –  $MgO$ ,  $FeO$ . Направление этого тренда хорошо согласуется с подобным трендом эволюции пород кингашского комплекса в смежном наиболее изученном Кингашском рудном районе [1]. Положение фигуративных точек составов апобазальтовых амфиболитов и габброидов, тесно ассоциирующих с ультрамафитами, фиксирует продолжение эволюционного тренда ультрамафитов, указывая на генетическое родство этих пород. Мафиты, вероятно, образовались также в результате магматической дифференциации единого исходного пикритового расплава. На диаграмме  $MgO-SiO_2$  можно наблюдать, что по мере дифференциации от дунитов к пикритам возрастает содержание  $SiO_2$  и уменьшается количество  $MgO$ , а при дальнейшей дифференциации от пикритов к базальтам происходит обеднение обоими окислами.

Фигуративные точки реститовых ультрамафитов идарского комплекса концентрируются в обособленные поля (рис.), которые на диаграммах  $MgO-SiO_2$ ,  $MgO-FeO$ ,  $CaO-FeO$  обнаруживают отчетливое различие от расположения фигуративных точек пород кингашского комплекса, что указывает на их различную генетическую принадлежность. На других диаграммах  $MgO-Al_2O_3$ ,  $MgO-CaO$ ,  $CaO-Al_2O_3$  ультрамафиты идарского комплекса перекрываются с полями распространения дунитов кингашского комплекса, при этом они занимают обычно крайнее положение.

Поля распределения фигуративных точек ультрамафитов идарского комплекса на Кирельской площади и Кингашского рудного района (рис.) имеют практически одинаковое расположение [1], что свидетельствует об их сингенетичности.

**Выводы.** Ультрамафиты кингашского комплекса на изученных участках Кирельской площади характеризуются значительными вариациями химического состава. При этом, петрогенные элементы на бинарных диаграммах обнаруживают отчетливое закономерное распределение в виде непрерывных трендов, свидетельствующих о высокой степени дифференциации исходной пикритовой магмы, осуществлявшейся в промежуточных глубинных очагах. Дальнейшее внедрение производных расплавов на место их кристаллизации способствовало последовательному образованию дунитов, вебстеритов, оливиновых, оливин-пироксеновых, пироксеновых и амфиболовых пикритов. В породах с уменьшением магнезия происходит уменьшение железа и возрастание кремнезема, глинозема и кальция, а увеличение кальция приводит к снижению железистости и повышению глинозема. Дуниты и оливиновые пикриты являются наиболее ранними магнезиальными дифференциатами, которые по химическому составу являются очень близкими с дунитами Кингашского рудоносного массива, что значительно повышает их потенциальную рудоносность. Габброиды и апобазальтовые амфиболиты имеют близкий состав с пироксен-амфиболовыми и амфиболовыми пикритами. Вероятно, эти образования комагматичны и являются производными одного исходного пикритоидного магматического расплава. При этом, эффузивные образования этой серии пород можно отнести к базальт-мелапикритоидной формации.



**Рисунок. Бинарные диаграммы ультрамафитов и мафитовых пород Кирельской площади.**  
 1-1–1-5 – участок Адралка: 1-1 – дуниты, гарцбургиты, серпентиниты, 1-3 – оливиновые пикриты, 1-5 – амфиболиты; 2-1–2-5 – Малокулижинский участок: 2-1 – дуниты, серпентиниты, 2-2 – вебстериты, 2-3 – оливин-пироксеновые пикриты, 2-4 – габбро; 2-5 – амфиболиты; 3-1–3-6 – Малоширский участок: 3-1 – серпентинит, 3-3 – пироксеновые и амфиболовые пикриты; 4-1 – Ильбинский участок, серпентинит; 5 – поля распространения ультрамафитов идарского комплекса; 6 – тренд изменения состава ультрамафитов кингашского комплекса

Ультрамафиты идарского комплекса представлены дунитами, гарцбургитами и серпентинитами, которые имеют близкий химический состав и на бинарных диаграммах образуют локальные поля распространения, которые перекрываются с полями локализации дунитов кингашского комплекса. Однако дуниты идарского комплекса отличаются от дунитов кингашского повышенной магнезиальностью, а также меньшей железистостью и известковистостью. Их составы оказываются очень близкими дунитам и гарцбургитам из офиолитовых комплексов, что позволяет считать их реститовыми образованиями.

#### Литература

1. Чернышов А.И., Ножкин А.Д., Мишенина М.А. Петрогеохимическая типизация ультрамафитов Канского блока (Восточный Саян) // Геохимия. – 2010. – № 2.



## Секция 3

# МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ. МЕТОДИКА ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

## АНОМАЛЬНЫЕ ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ПОЛЯ И ПОИСКИ ГИДРОТЕРМАЛЬНЫХ РУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

**В.Г. Ворошилов, профессор**

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

Гидротермальные месторождения всегда сопровождаются широким кругом элементов-спутников оруденения, формирующих комплексные по составу аномальные геохимические поля (АГП), иерархически упорядоченные в виде структур различного ранга. Эти структуры отчетливо проявлены в первичном геохимическом поле и достаточно хорошо сохраняются во вторичных геохимических аккумуляциях. Во всяком случае, во вторичном геохимическом поле уверенно идентифицируются АГП рудных полей и месторождений, а в потоках рассеяния – структуры ранга рудных полей и узлов. Выявление и правильная расшифровка таких структур в существенной степени способствует оптимизации процесса поисков рудных месторождений, поскольку оруденение занимает в этих конструкциях вполне определенную позицию.

Согласно теории самоорганизации иерархически построенных систем, их структурированность и контрастность возрастает с повышением степени неравновесности системы и уменьшения энтропии [9]. Следовательно, основные черты аномального геохимического поля рудного объекта формируются в период максимального притока в систему внешней энергии, то есть, в процессе формирования оруденения. После прекращения внешнего воздействия система стремится к состоянию термодинамического равновесия, что делает ее консервативной в отношении перераспределения химических элементов и способствует длительному сохранению внутреннего строения аномальных геохимических полей.

Решающее влияние на морфологию и состав аномальных геохимических полей оказывает механизм возникновения и функционирования рудообразующих гидротермальных систем. В современных концепциях рудообразования эндогенные гидротермальные системы рассматриваются как комплексные магмо-флюидные образования, связанные с функционированием магматико-коровых очагов [2, 6, 7, 10, 13, 16]. В целом, моделированию процесса формирования гидротермальных систем посвящены фундаментальные труды широкого круга исследователей [1, 5, 14, 17-19]. Достигнутые результаты позволяют обосновать непротиворечивую модель формирования аномальных геохимических полей, связанных с гидротермальными рудообразующими системами, суть которой заключается в следующем.

Согласно нашим представлениям, зональность структур регионального масштаба, до рудных полей включительно, обусловлена дифференциацией надкритических флюидов ниже границы гидросферы. Латеральная миграция флюидов вдоль ослабленных зон обеспечивается на этом этапе их подпруживанием малопроницаемыми покрывками, в качестве которых могут выступать толщи пород с соответствующими физико-механическими параметрами, плоскости надвигов, подошвы остывающих магматических очагов, или вязкопластичные надинтрузивные зоны. Зональность рангов месторождений и рудных тел обусловлена эволюцией потоков конденсирующихся флюидов, прорывающихся в гидросферу по зонам повышенной проницаемости. В начальный период функционирования гидротермального потока растворы достаточно равномерно просачиваются по ослабленным зонам, формируя систему простого строения с прямой температурной зональностью. Самоорганизация гидротермальной системы, на фоне фокусирующего влияния разрывных нарушений [12, 20] и вовлечения в нее конвективных потоков более холодных вод, находящихся в порах вмещающих пород, приводит к разделению общей тепловой аномалии на систему конкурирующих конвективных ячеек. В итоге, в наиболее проницаемой части структуры формируется центральная (ядерная) зона системы, а на флангах – зона периферических тепловых аномалий, отделенных от центра областью пониженных температур.

Вдоль восходящих ветвей конвективной системы происходит соприкосновение ювенильных и местных флюидов и их постепенное смешивание. Поскольку смешивание разнотемпературных растворов различного состава – одна из важнейших причин гидротермального рудоотложения [15], в этих участках начинается интенсивное отложение рудной минерализации, сопровождаемое метасоматическим изменением вмещающих пород. При возникновении в центральной зоне открытых трещин, смешивание растворов дополняется их резким охлаждением, падением давления (вплоть до возникновения пародоминирующих зон), кислотным метасоматозом и отложением жильной минерализации. В горизонтальном сечении такая система представлена несколькими температурными аномалиями, центральная из которых наиболее обширна и может иметь локальный температурный минимум, связанный с зоной разрежения, а фронтальные фиксируют центры второстепенных конвективных ячеек.

Очевидно, что зональность температурного поля решающим образом влияет на характер размещения гидротермальной минерализации и отражается в структуре аномального геохимического поля, где должна возникать центральная зона накопления концентрирующихся элементов и окружающие ее фронтальные аномалии, отделенные областью фоновых или даже пониженных концентраций этих элементов. Еще одна особенность за-

ключается в том, что, поскольку во внешних зонах конвективных ячеек циркулируют только местные растворы, элементный состав возникающих здесь аномалий практически не зависит от состава ювенильного флюида. Вынесенные из центральной зоны при кислотном метасоматозе элементы также осаждаются по ее периферии. Из породообразующих силикатов выщелачивается в целом стандартный набор элементов-примесей, следовательно, состав внешних зон структурированных АГП на месторождениях различных геолого-промышленных типов должен быть близким. Следствием предлагаемой модели является также то, что, ввиду преимущественного развития открытых трещин в ядерной зоне, минерализация в их центре в целом является более низкотемпературной, чем на периферии. Для зон рассеянной минерализации концентрирование потока флюидов не характерно, поэтому отличительным признаком таких участков является отсутствие в их пределах закономерно упорядоченных концентрически зональных АГП.

Поскольку эволюция температуры и состава эндогенного флюида обеспечивает скользящий характер границы соприкосновения растворов, размеры области рудоотложения и характер смены состава осаждающихся минералов зависят от режима функционирования гидротермальной системы. Известно, что крупные и уникальные месторождения золота являются полихронными и, часто, полигенными образованиями с многократным перераспределением металла в пределах единых структур [8]. В контексте излагаемой концепции это означает, что масштабы накопления продуктивной минерализации в значительной степени определяются структурной унаследованностью рудоконтролирующих структур. С этих позиций в строении АГП можно выделить три предельных случая:

1) Наиболее перспективны концентрически зональные АГП с четко выраженной центральной (ядерной) зоной накопления рудных элементов, окруженной обширной зоной их фоновых концентраций и далее - зоной внешнего (фронтального) обогащения рудными элементами. Такими полями, возникающими при длительном и стабильном развитии гидротермальной системы, обычно сопровождаются крупные и уникальные месторождения с концентрированным оруденением.

2) Менее благоприятны для обнаружения промышленной минерализации комплексные полиэлементные ореолы без четко выраженной закономерности в размещении моноэлементных аномалий относительно рудоконтролирующих структур. Такие поля формируются при неоднократных изменениях плана деформаций и характера проницаемости структур в процессе рудообразования и обычно сопровождают мелкие месторождения и непромышленные рудопроявления.

3) Наименее перспективны аномальные поля, представленные разобщенными моноэлементными ореолами. Такие азональные поля возникают при нестабильном функционировании рудообразующей системы, на фоне неблагоприятной для оруденения тектонической обстановки и сопровождают, как правило, участки с рассеянной (непромышленной) минерализацией.

Между степенью структурной упорядоченности АГП и масштабностью сопряженного с ним гидротермального оруденения действительно эмпирически устанавливается прямая зависимость [3]. Поэтому количественно-морфологическая оценка АГП дает достаточно объективную информацию о масштабах гидротермального процесса и может служить дополнительным критерием для корректировки ресурсов полезного ископаемого и ранжирования перспективных площадей.

Тесная взаимосвязь масштабов оруденения и степени структурированности АГП обусловлены связью их с одним и тем же фактором – длительным и стабильным функционированием геохимических барьеров в пределах рудовмещающей структуры, что в итоге приводило к масштабному перераспределению вещества (структурированию АГП) и концентрированию металлов в промышленных масштабах.

Прикладное значение выявленной зависимости может быть реализовано только при наличии объективных количественных критериев оценки степени структурированности АГП.

Явление полярной зональности АГП, сопровождающих рудные месторождения, известно достаточно давно, но общепринятого способа геометризации этой зональности до сих пор нет. Современные методы расшифровки структуры геохимического поля во многом эвристичны, что предопределяет также существенный элемент субъективности при геометризации АГП.

Мы, вслед за С.А. Григоровым [4] предлагаем выделять в пределах геохимических полей аномальные структуры геохимического поля (АСГП), как топологически замкнутые конструкции, сопровождающие рудные объекты определенного ранга. Такие конструкции могут быть околтурены и геометризованы формальными математическими методами и количественно оценены. Различия в составе внутренних и внешних зон этих структур, по сути дела, и отражают структурную упорядоченность АГП. При этом необходимо определиться с формальными критериями, позволяющими количественно оценивать степень структурированности АСГП. Использовать для этих целей концентрации элементов, накапливающихся вместе с золотом в центральных зонах АСГП некорректно. Более объективно интенсивность перестройки структуры геохимического поля отражается в содержаниях элементов, выносимых при рудообразовании из центральных зон и переотлагающихся во внешних зонах АСГП. Поэтому для оценки структурной упорядоченности аномального геохимического поля предлагается сравнивать средние содержания таких деконцентрирующихся (термин Е.В. Плющева [12]) элементов в центральных и внешних зонах АСГП с помощью ранговых критериев. Круг деконцентрирующихся элементов несколько варьирует в разных группах гидротермальных месторождений, но в целом однотипен и включает в себя Ni, Cr, V, реже Co, Ba.

При околтуривании зон АСГП мы предлагаем ориентироваться на ассоциации концентрирующихся и деконцентрирующихся элементов. Например, на золоторудных месторождениях к первой группе относятся золото и сопровождающие его халькофильные элементы, ко второй – указанные выше лито- и сидерофильные элементы. Конкретный состав ассоциаций лучше всего выявляется методами кластеризации переменных, например,

R-методом факторного анализа. Аномалии каждой из выделенных ассоциаций элементов (в виде суммы их нормированных содержаний) оконтуриваются на минимально аномальном уровне, после чего определяются границы АСПП различных иерархических уровней и оценивается степень их упорядоченности.

Оценка масштабности оруденения осуществляется с помощью графиков, отражающих количественные соотношения масштабов оруденения и параметров АСПП. Такие графики строятся эмпирическим путем на основе базы геохимических данных по эталонным месторождениям различных геолого-промышленных типов.

Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки (грант № 2.1.1/904).

#### Литература

1. Барсуков Викт.А. Моделирование геохимических следствий автосмещения гидротермальных растворов // Геохимия. – 1982. – № 8. – С. 1108–1123.
2. Вартанян Г.С. Флюидосфера и эндодренажные системы Земли как ведущие факторы геологической эволюции // Отечественная геология. 2000. № 6. С. 14–22.
3. 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.
4. Григоров С.А. и др., О структурах геохимических полей на месторождениях Северо-Востока СССР // Докл. АН СССР. 1988. Т. 300. № 1. С. 201–204.
5. Гричук Д.В., Борисов М.В. Термодинамическая модель гидротермальной системы в океанической коре // Доклады АН СССР. – 1983. – Т. 270. – № 2. – С. 424–427.
6. Добрецов Н.Л., Кирдяшкин А.А. Глубинная геодинамика. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2001. 409 с.
7. Зотов И.А. Трансмагматические флюиды в магматизме и рудообразовании. М.: Наука, 1989. 195 с.
8. Константинов М.М., Некрасов Е.М., Сидоров А.А., Стружков С.Ф. Золоторудные гиганты России и мира. – М.: Научный мир, 2000. – 270 с.
9. Летников Ф.А. Синергетика геологических систем. Новосибирск: Наука, 1992. 227 с.
10. Летников Ф.А. Сверхглубинные флюидные системы Земли и проблемы рудогенеза. Геология рудных месторождений. 2001. Т. 43. № 4. С. 291-307.
11. Мальковский В.И., Пэк А.А. Влияние фокусирующих свойств высокопроницаемых разломов на развитие рудообразующих систем // Флюидные потоки в земной коре и мантии / Отв. ред. Жариков В.А. – М.: ИГЕМ РАН, 2002. – С.104–108.
12. Плющев Е.В., Шатов В.В. Геохимия и рудоносность гидротермально-метасоматических образований. Л.: Недра, 1985. 247 с.
13. Поляк Б.Г., Прасолов Э.М., Буачидзе Г.И. Изотопный состав He и Ar в термальных флюидах Альпийско-Аппенинского региона и его связь с вулканизмом. Доклады АН СССР, 1979. Т. 247. № 5. С. 1220-1225.
14. Поспелов Г.Л. Парадоксы, геолого-физическая сущность и механизмы метасоматоза. – Новосибирск: Изд-во Наука СО, 1973. – 355 с.
15. Прокофьев В.Ю. Геохимические особенности рудообразующих флюидов гидротермальных месторождений золота различных генетических типов (по данным исследования флюидных включений). – Новосибирск: Наука, 2000. – 191 с.
16. Русинов В.Л. Флюидные потоки в рудообразующих системах: главные источники и металлогенетическая роль // Флюидные потоки в земной коре и мантии / Отв. ред. Жариков В.А. М.: ИГЕМ РАН, 2002. С.77–83.
17. Шарапов В.Н. Развитие эндогенных флюидных рудообразующих систем. – Новосибирск: Наука, 1992. – 144 с.
18. Heinrich C.A. The chemistry of hydrothermal tin-(tungsten) ore deposition // Econ. Geol. – 1990. – Vol. 55. – P. 529–550.
19. Helgeson H.C. Mass transfer among minerals and hydrothermal solutions // Geochemistry of Hydrothermal Ore Deposits. – N.-Y.: John Wiley & Sons, 1976. – P. 568–610.
20. Rowland J.V., Sibson R.H. Structural controls on hydrothermal flow in a segmented rift system, Taupo Volcanic Zone, New Zealand // Geofluids. – 2004. – Vol. 4. – № 4. – P. 259–283.

### ВЕЩЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ МЕТАСОМАТИЧЕСКИХ ОБРАЗОВАНИЙ БАРИТ-ФЛЮОРИТ-ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ КАХТАРМА (ВОСТОЧНЫЙ САЯН)

К.О. Аленберг

Научный руководитель профессор А.К. Мазуров

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

Кахтарминское рудное поле расположено в центральной части Восточного Саяна, в междуречье р.р. Ерма и Кахтарма – правых притоков р. Агул в его среднем течении. Ранее (2000-2003 гг.) проведенными работами в пределах рудного поля выявлено Кахтарминское барит-флюорит-полиметаллическое месторождение. Рудные тела залегают среди биотит–амфиболовых гнейсов в виде кварц-флюоритовых и баритовых жил с убогой сульфидной минерализацией. В результате поисковых работ, проведенных ГПП № 53 «Феникс» дана достаточно подробная геологическая характеристика месторождения и приведены сведения о минеральном составе и фациальных условиях отложения рудных минералов. В тоже время вопросы околорудного метасоматоза остались недостаточно изученными, что существенно затрудняет оценку промышленной значимости месторождения [1]. В данной статье рассматриваются результаты изучения измененных пород рудовмещающих толщ, состава, зональности метасоматитов. Сделаны выводы о химизме процессов изменения вмещающих пород.

В геотектоническом плане Кахтарминское рудное поле расположено в центральной части Агульского вулканогенного прогиба, сформированного в среднепалеозойский этап тектоно-магматической активизации на консолидированном архей-нижнепротерозойском основании Бирюсинской и Канской глыб. Большую часть площади занимают породы кристаллического фундамента – биотит-амфиболовые гнейсы, амфиболиты, кристаллические сланцы и эклогиты (PR1h3), насыщенные рвущими пластинообразными и линзообразными телами серпентинизированных перидотитов и пироксенитов ( $v\sigma PR1i$ ). Вулканогенные образования представлены эффузивами разного состава, перемежающимися с туфами и горизонтами туфогенно-осадочных пород (D1-2). Структура рудного поля определяется пересечением тектонических зон субмеридионального, северо-восточного, северо-западного и широтного направлений. Разломы характеризуются интенсивными сбросо-сдвиговыми движениями, обширными зонами дробления, катаклаза, милонитизации и гидротермально-метасоматических изменений.

Изученные участки месторождения Кахтарма характеризуются жильным типом комплексной (флюоритовой и полиметаллической) минерализации. Свинцово-цинковое оруденение пространственно приурочено к флюоритовым телам и выходит за их пределы лишь на нижнем уровне. Всего в пределах месторождения выявлено четыре флюоритоносные жилы сульфидно-кварц-флюоритового типа.

Минеральный тип оруденения – сульфидно-кварц-флюоритовый. Главные жильные минералы представлены кварцем, флюоритом, баритом, кальцитом, пренитом. Рудные минералы – сфалеритом, галенитом, халькопиритом, пиритом. Текстура рудной жилы от полосчатой до брекчиевой. Зальбанды жилы мощностью до 1 метра сложены кварцем первой генерации, зернами галенита и халькопирита. Встречается барит и кальцит. В центральной части жилы кварц второй и третьей генераций насыщен линзочками и прожилками флюорита мощностью до 2 см, а также галенитом и сфалеритом (клеюфаном) в виде агрегатов зерен и вкрапленности. Иногда наблюдается чередование параллельных полос кварца и флюорита мощностью до 10 см. Флюорит имеет, преимущественно, зеленые цвета окраски разных оттенков. Иногда он слабо фиолетовый, редко голубой и медово-желтый. Зона окисления развита до глубины 50...60 м, в ее пределах наблюдаются пустоты выщелачивания, интенсивно развиты железистые охры, присутствуют малахит и азурит.

Для изучения метасоматических образований было опробовано 5 скважин, пробуренных в двух профилях. Профиля ориентированы по азимуту 800. Всего было отобрано более 40 образцов.

К основным гидротермально-метасоматическим преобразованиям пород относятся: окварцевание, гидрослюдизация, хлоритизация, серцитизация, карбонатизация.

Метасоматит кварц-серицитового состава, интенсивно карбонатизированный. Порода зеленого цвета с неравномерной вкрапленностью рудного вещества. Текстура прожилково-пятнистая, обусловленная тонкими трещинами, выполненными мелкозернистым кварцем, с локальным проявлением более крупнозернистых друзовидных агрегатов кварца и крупных гранобластов карбонатов. Структура гранобластовая, гетеробластовая. Порода в целом кварц-карбонат-серицитового состава обладает микрогранолепидобластовой структурой, характеризующейся тесным срастанием мелких зерен кварца, карбоната и чешуек слюды. Крупные сложения рудного вещества (15-20%), обычно изометричной формы, разбиты трещинами и представляют собой угловатые обломки, сцементированные карбонатным веществом. В шлифе наблюдается единичная крупная полость размером до 2 мм, выполненная с периферии друзовидными срастаниями крупных зерен кварца, центральная часть полости заполнена карбонатом (доломитового) анкеритового состава.

Метасоматит по андезиту кварц-карбонат-серицитовый. Текстура пористая. Структура гетеробластовая, структура основной массы – порфиробластовая, микрогранобластовая, гломеробластовая. Количественное соотношение минералов варьирует: кварц 30...50 %, карбонат 10...15 %, серцит 15...35 %, хлорит 10...20 %. Порода умеренно эпидотизирована. Отчетливо прослеживается реликтовая миндалекаменная текстура, обусловленная заполнением овальных пор размером 2...3 мм агрегатом вторичных минералов. Новообразованные агрегаты в большинстве своем представляют более крупнозернистый (по сравнению с мелкозернистой основной массой протолита) парагенезис кварца, карбоната и серцита с примесью рудного вещества. Более мелкие поры заполнены нацело кварцевым мелкозернистым агрегатом либо собственно карбонатным мелкозернистым агрегатом. Основная тонкозернистая масса первичной породы характеризуется гломеробластовой структурой, обусловленной кучными скоплениями карбонат-серицитового вещества. Хлорит развит в стыках зерен основной массы, образуя мелкочешуйчатые агрегаты, часто совместно с серцитом. Агрегаты хлорита отмечаются в некоторых порах, в единичных случаях формируют параллельно ориентированные образования. Рудное вещество (менее 1%) представлено редкой вкрапленностью отдельных полигональных зерен размером до 1мм.

Метасоматит кварц-гидрослюдистого состава. Структура гетеробластовая, гранобластовая. Текстура полосчатая (зерна четко ориентированы), прожилковая. Порода в целом кварц-гидрослюдистого состава. По минеральному составу в шлифе выделяются: кварц 30...35 %, полевые шпаты 15...20 %, гидрослюда 20 %, карбонаты 15...20 %, серцит 5...10 %. Порода обладает микролепидогранобластовой структурой, характеризующейся тесным срастанием мелких зерен кварца и чешуек гидрослюды. Метасоматические изменения выражаются в карбонатизации (карбонаты выполняют трещины), гидрослюдизации и серцитизации основной массы. Кварц представлен двумя разновидностями: 1- частично перекристаллизован, ксеноморфной формы; 2 – представлен мелкозернистым агрегатом, выполняющий мелкие жилы.

Кварц-биотитовый метасоматит. Микроструктура лепидогранобластовая. Текстура плотная, неоднородная, полосчатая, прожилковая, местами проявляется брекчирование. Минеральный состав: биотит – 40 %, кварц – 25 %, пироксен – 15 %, карбонат, хлорит, эпидот, рудное вещество. Биотит представлен шестоватыми, чешуйчатыми агрегатами, который относительно равномерно распределен и имеет определенную ориентировку. Цвет изменяется от бледно-зеленого до темно-зеленого. Кварц обладает брекчиевой микроструктурой, зерна раздроблены. Обладают волнистым, облачным, редко мозаичным погасанием. Порода сильно изменена. Метасоматиче-

ские изменения выражаются в хлоритизации, карбонатизации и эпидотизации основной массы. Хлориты проявлены локально, замещают биотит, образуя постепенные переходы. Эпидот развивается по пироксенам (или биотиту) и представлен агрегатом с аномальной интерференционной окраской, напоминающий яркий сарафан. Рудные минералы представлены в виде мелких скоплений ксеноморфной формы.

Кварц-гидрослюдистый метасоматит, с развитием глинистых минералов. Текстура прожилковая, прожилково-пятнистая, обусловленная наличием мелких и крупных трещин, выполненных вторичными образованиями. Структура неравномерная, гетеробластовая, гранобластовая. Минеральный состав: кварц – 30-40 %, плагиоклазы – 20...30 %, гидрослюда – 10...15 %, биотит – 5 %, карбонаты – 5...10 %, серецит, хлорит, глинистые минералы. Метасоматические изменения выражены в замещении плагиоклаза ассоциацией глинистый минерал-кварц-гидрослюда, а биотит – гидрослюда-карбонат.

Петрографо-минераграфическое изучение метасоматитов Кахтарминского месторождения позволило выделить в составе измененных пород: кварц-серицит-хлоритовые, карбонат-серицитовые, карбонат-гидрослюдистые, гидрослюдисто-глинистые подтипы метасоматитов. Что в свою очередь позволяет выделить в составе метасоматических комплексов по структурно-вещественным признакам ассоциации следующих типов метасоматитов – гидрослюдиты, березиты. Гидрослюдистые метасоматиты близки к березитам и отличаются от них развитием гидрослюда вместо серицита, что указывает на несколько более низкие температуры минералообразующих растворов [2]. Интенсивные изменения кварц-серицит-хлоритового типа соответствуют кислотному метасоматизму, при котором полевые шпаты слабо измененных пород неустойчивы и замещаются преимущественно серицитом с кварцем, а основная масса – хлоритом с серицитом и кварцем [3]. Выявленные особенности минерального состава околорудных пород Кахтарминского месторождения позволяют сделать вывод о происхождении, подтвердив его гидротермальный генезис [4]. Поисковое значение отдельных типов измененных пород не одинаковое. Наибольший интерес представляют кварц-серицит-пиритовые метасоматиты. Очень важное значение для поисков имеют измененные породы, образование которых связано с тектоническими процессами и малыми интрузиями приуроченными к сравнительно узким линейным зонам. Особенно интересными для поисков слепых рудных тел оказываются кварцево-карбонатные и баритовые жилы и прожилки, развивающиеся над рудными залежами в конце гидротермального процесса [3].

#### Литература

1. Материалы по минералогии, петрографии и полезным ископаемым Западной Сибири. Под ред. И.К. Баженова. – Томск.; Издательство Томского Университета, 1962. – 180 с.
2. Б.И. Омеляненко. Околорудные гидротермальные изменения пород. – М.: Недра, 1978. – 215 с.
3. Метасоматизм и рудообразование. Под ред. Ю.В. Казичина. – М.: Недра, 1975. – 280 с.
4. Условия образования рудных месторождений. Т. 1 : Труды VI симпозиума МАГРМ, Тбилиси, 6-12 сент. 1982 г. / Международная ассоциация по генезису рудных месторождений; под ред. Т. В. Джанелидзе. – М.: Наука, 1986.– 416 с.

### **ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ОБРАЗОВАНИЯ СУЛЬФИДНО-БАРИТОВЫХ ЖИЛ СЕВЕРО-УВАРЯЖСКОГО ЗОЛОТО-КОЛЧЕДАННО-ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (БАШКОРТОСТАН)**

**Н.Н. Анкушева, В.В. Зайков**

*Институт минералогии УрО РАН, г. Миасс, Россия*

Северо-Уваряжское месторождение располагается в Баймакском рудном районе в пределах Западно-Магнитогорской палеоостровной дуги. Оно приурочено к зоне кулисообразных тел серицит-кварцевых метасоматитов северо-восточного простирания длиной около 7 км с восточным падением. Формирование рудоносной зоны связано с эффузивно-экструзивными куполами риолит-дацитов, образовавшихся на заключительной стадии среднедевонского вулканизма.

Штокверковые руды установлены на наиболее эродированном северном фланге месторождения. Для них характерны вкрапленность, прожилки и жилы сульфидов с отдельными полосами сплошных метасоматических сульфидно-баритовых руд. Штокверковые руды приурочены к рудоподводящему каналу, осевая часть которого, вероятно, фиксируется богатыми барит-сульфидными жилами. Они вскрыты скважиной 4324 в интервале 39.0–55.6 м и имеют средние содержания: Au–25.7 г/т; Ag–333.9 г/т; Cu–3.25 %; Pb–5.23 %; Zn–15.52 %. В рудах установлены следующие минералы серебра: аргентит, гессит, кервеллеит, пирсеит [5, 11].

Общей особенностью вскрытого скважиной рудного тела является субвертикальная ориентировка полосчатости сульфидных агрегатов, баритовых жилок и линзовидных включений метасоматитов, часто параллельная оси керна. На этом основании сделан вывод, что данное тело представляет жильную зону мощностью 3...5 м в рудоподводящем канале.

Флюидные включения установлены в барите из полиметаллических руд со шлировой текстурой в керне скважины 4324 в интервале 48...48.5 м. Рудные минералы распределены в виде сгустков и рассеянной вкрапленности в баритовой матрице. Распределение сульфидов неравномерное, их количество достигает 25...30 %. Минеральный состав: пирит, халькопирит, сфалерит, галенит, блеклая руда.

Для исследований флюидных включений применялся микротермометрический метод с использованием микрокриотермостоллика THMSG-600 (Linkam), позволяющего производить измерения температур фазовых переходов в интервале -196 до +600 °С, с микроскопом Olympus (объектив 50х). Управляющее программное обес-

печение LinkSys 32. Точность измерений  $\pm 0.1$  °C в интервале температур  $-20...+80$  °C и  $\pm 1$  °C за пределами этого интервала. Солевой состав гидротермальных растворов во включениях оценивался по температурам эвтектик [1]. Температуры гомогенизации фиксировались в момент исчезновения газового пузырька при нагревании препарата в термокамере и приняты за минимальные температуры процесса минералообразования [8]. Концентрации солей для включений без плотных газов в растворах рассчитывались по температурам плавления последних кристаллических фаз [9]. Исследования проводились в лаборатории термобарогеохимии на геологическом факультете Миасского филиала ЮУрГУ. Для термобарогеохимических исследований использовались прозрачно-полированные шлифы (обр. 4324/48), проведено 42 измерения. Образец для исследований отобран из галенит-халькопирит-пиритовых руд скважины 4324 с сульфидно-баритовыми жилками.

В барите встречены флюидные включения двух разновидностей, различающихся по размеру, форме и параметрам гидротермальных растворов, заключенных в них. В обоих случаях изучались двухфазные включения, состоящие из газового пузырька и прозрачной светлой жидкости. Включения первой разновидности имеют более крупные размеры (10...13 мкм) с удлиненной или изометричной формой, часто с четкими элементами огранки (типа «отрицательного кристалла»), которая отвечает первичным включениям. По температуре эвтектики установлено, что барит образован существенно водными растворами с преобладающей солью NaCl и, возможно, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> в концентрациях 3.0...5.0 мас. %, что фиксируется по значениям температур плавления льда во включениях в интервале от  $-1.8$  до  $-3.0$  °C и соответствует морской воде. По температурам гомогенизации флюидных включений установлено, что исследуемый минерал сформировался при 160...170 °C. Вторая разновидность включений, в исследуемом барите, имеет заметно меньшие размеры – 5...10 мкм, большинство из них имеет округлую изометричную форму. Солевой состав этих включений определить не удалось. Соленость раствора во включениях составила 8.8...11.9 мас. % NaCl-экв. Судя по измеренным температурам гомогенизации, эти включения являются более высокотемпературными (210...240°C) и не имеют явной связи с трещинами, возможно являясь первично-вторичными, т.е. захваченными в поздние стадии минералообразования. Кроме того, в минерале имеются явно вторичные включения, приуроченные к трещинам в барите, располагающиеся в виде цепочек и имеющие размеры менее 5 мкм, изучение которых в данной работе не проводилось.

Для сравнения привлечен полученный ранее материал по другим девонским золото-колчеданно-полиметаллическим месторождениям Баймакского рудного района – Таш-Тау, Вишневское, Балта-Тау. Исследованные месторождения представлены массивными сульфидными телами различной сохранности, а также штокверковыми зонами с различной степенью эродированности. Несмотря на малые размеры, они эксплуатируются благодаря повышенным содержаниям золота и серебра [4].

Месторождение Таш-Тау не вскрыто на поверхности и является примером хорошо сохранившейся постройки сульфидного холма. Предположение о сходстве главного рудного тела с современными «черными курильщиками» было высказано около 20 лет назад [6]. В процессе разработки месторождения получены убедительные доказательства этого заключения [7]. Месторождения Вишневское и Балта-Тау приурочены к кровле риолит-дацитовых куполов, образовавшихся на заключительной стадии среднедевонского вулканизма.

Преобладающими солями гидротермальных растворов месторождений Таш-Тау и Вишневское являются NaCl, MgCl<sub>2</sub> и CaCl<sub>2</sub> в концентрациях, в среднем, 2...8 мас. %. Минимальные температуры рудообразования составили 120...200°C [3]. Для барита из прожилково-вкрапленных руд месторождения Балта-Тау имеются данные о том, что концентрации солей в растворах составляют 2.0...4.0 %, а температуры гомогенизации включений – 180...230°C [10].

Таким образом, в формировании гидротермальной минерализации на изученных объектах, принадлежащих Западно-Магнитогорской палеоостровной дуге, участвовали гидротермальные растворы, характеризующиеся преобладанием соли NaCl, в содержаниях, сопоставимых с соленостью морской воды (1...5 мас. %) и температурами 100...200 °C. Флюиды, циркулирующие в современных гидротермальных полях (Рейнбоу, Брокен-Спур, Венский лес) имеют более широкий интервал солености (1.6...8.5 мас. %) [2]. Сходства параметров гидротермальных флюидов можно интерпретировать как сходство главной их составляющей в данных объектах – морской воды.

Авторы признательны К.А. Новоселову, И.Ю. Мелекесцевой и другим коллегам за консультации и поддержку.

Исследования поддержаны РФФИ (07-05-00260-а), интеграционным проектом ученых Уральского и Сибирского отделений РАН и Южно-Уральским государственным университетом.

#### Литература

1. Борисенко А.С. Изучение солевого состава растворов газовой-жидких включений в минералах методом криометрии // Геология и геофизика. – № 8. – 1977. – С. 16–28.
2. Бортников Н.С., Симонов В.А., Богданов Ю.А. Флюидные включения в минералах из современных сульфидных построек: физико-химические условия минералообразования и эволюция флюида // Геология рудных месторождений. – 2004. – № 1. – Т. 46. – С. 74–87.
3. Зайков В.В., Анкушева Н.Н. Параметры гидротермальных растворов, формировавших золото-колчеданно-полиметаллические месторождения Западно-Магнитогорской палеоостровной дуги (Южный Урал) // Материалы XIII Всероссийской конференции по термобарогеохимии. – М.: ИГЕМ РАН, 2008. – С. 41–44.
4. Зайков В. В., Мелекесцева И. Ю., Анкушева Н. Н. Рудные фации, минералогия и условия образования золото-колчеданно-полиметаллических месторождений Баймакского рудного района, Республика Башкортостан // Геология, полезные ископаемые и проблемы геоэкологии Башкортостана. – Уфа: ГИН УНЦ РАН, 2008. – С. 205–208.

5. Зайков В.В., Кулешов Ю.В., Тесалина С.Г., Гильмаев В.А., Мелекесцева И.Ю., Беккер К., Чурин Е.И. Минералы золота и серебра в гидротермально-метасоматических рудах Северо-Уваряжского колчеданно-полиметаллического месторождения (Западно-Магнитогорская палеоостровная дуга, Урал) // Уральский минералогический сборник № 11. – Миасс: ИМин УрО РАН, 2001. – С. 124–139.
6. Зайков В.В., Масленников В.В. О придонных сульфидных постройках на колчеданных месторождениях Урала // ДАН СССР. – 1987. – Т. 293. – № 1. – С. 181–184.
7. Кулешов Ю.В., Зайков В. В. Месторождение Таш-Тай – пример девонской подводной сульфидной постройки (Южный Урал). – Миасс: УрО РАН, 2005. – 158 с.
8. Реддер Э. Флюидные включения в минералах. – М.: Мир, 1987. – 632 с.
9. Bodnar R. J., Vityk M. O. Interpretation of microthermometric data for H<sub>2</sub>O–NaCl fluid inclusions // Fluid inclusions in minerals: methods and applications. Pontignana-Siena, 1994. – P. 117 – 130.
10. Boyce A. J., Herrington R. J., Holland N. G., Roberts S. The Balta Tau VMS deposit: An ancient gold-rich white smoker? // Mineral Exploration and Sustainable Development. Rotterdam: Millpress, 2003. – V. 1. – P. 123–126.
11. Novoselov K.A., Belogub E.V., Zaykov V.V., Yakovleva V. Silver sulphotellurides from volcanic-hosted massive sulphide deposits in the Southern Urals // Mineralogy and Petrology. – 2006. – V. 87. – P. 327–349.

## ТВЕРДЫЕ И ГАЗООБРАЗНЫЕ УГЛЕРОДИСТЫЕ ВЕЩЕСТВА В ГРЕЙЗЕНОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ АЛТАЯ

Д.И. Бабкин

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

В грейзеновых месторождениях широко распространены твердые углеродистые вещества и углеводороды в составе газов флюидных включений. Они широко встречаются в самых разнообразных эндогенных образованиях [1, 2, 3, 12]. На многих месторождениях именно в связи с углеродистыми веществами устанавливаются повышенные концентрации золота и платиноидов [9, 10, 13]. Их наличие в составе руд и метасоматитов позволяет получить ценную информацию о природе металлоносных флюидов и условиях формирования оруденения.

В природных условиях углеродистые вещества (УВ) встречаются в различном физическом состоянии – твердом, жидком, газообразном. Традиционно твердые углеродистые вещества (ТУВ) подразделяют на крупные группы (классы). Это графиты, антракосолиты, кериты, асфальтиты, асфальты, озокериты, оксалаты, смолы [11]. В составе ТУВ преобладает углерод и, как правило, присутствуют в достаточно высоких концентрациях водород, азот, сера, кислород [11]. ТУВ выявлены во многих грейзеновых месторождениях различных районов Алтае-Саянской области Алтая (Калгутинское, Чердожк) [3, 12, 15, 16]. Представлены они, главным образом, графитом и аморфным углеродом. Графит в грейзенах и кварцевых жилах образует мелкую рассеянную вкрапленность и чешуйки размером до 0,5 мм в жильном кварце в сростках с кварцем, касситеритом, вольфрамитом, молибденитом и другими сульфидами, отмечается в полевых шпатах и по спайности в биотите.

На Калгутинском месторождении в большинстве случаев графит образуется в составе поздних кварц-сульфидных минеральных ассоциаций [13]. В самом графите отмечается более поздние включения и микропрожилки халькопирита, пирита, висмутита, Ви-теннантита, пирротина и галенита.

В герцинических гранитоидах Кунушского массива выделяется две стадии графитизации гранитов – дорудная и послерудная, а также графитизация даек плагиогранитпорфиров. Здесь же, на месторождении Чердожк, графит отмечается в грейзенизированных плагиогранитах и жилах в ассоциации с кварцем, турмалином, мусковитом, флюоритом, шеелитом, пиритом, вольфрамитом, молибденитом и др. [15]. Совместно с графитом встречаются разнообразные самородные минералы – золото, серебро, висмут, алюминий, медь, железо, олово, свинец, сурьма, цинк, графит [3, 10, 13, 15]. Графитовая минерализация проявляется как в виде локальных образований, так и образует весьма значительные по размерам зоны (Калгутинское месторождение).

В большинстве случаев содержание графита растет с глубиной, при этом увеличивается мощность и протяженность зон графитизации, либо графитосодержащие породы и руды отмечаются только на глубоких горизонтах месторождений [3, 12]. На Калгутинском месторождении в рудных жилах концентрация минерала изменяется от 0,02 до 0,12 %. А максимальные концентрации до 0,34 % отмечаются в сульфидных концентратах. В составе графита отмечается широкий спектр лито-халько-сидерофильных элементов, в том числе золота и серебра. Они находятся в форме микровключений собственных минералов [13].

Газообразные УВ (ГУВ) встречаются в составе газов флюидных включений большинства грейзеновых месторождений Алтае-Саянской области [4, 13]. Суммарная доля ГУВ в составе газов не велика, от 1 до 5 %. Среди них основным компонентом является CH<sub>4</sub>, иногда встречаются более тяжелые УВ вплоть до гексана. Основными компонентами ФВ являются вода и уголекислота, доля которых составляет 90–95 % и 3...8 % соответственно. В малых количествах отмечаются водород, азот. ГУВ отмечаются как в составе флюидных включений минералов, главным образом, основного продуктивного этапа рудообразования, значительно реже и в меньших концентрациях они встречаются в дорудных образованиях и, как правило, отсутствуют в пострудных минеральных ассоциациях. На детально изученных объектах установлено, что с глубиной в рудных зонах заметно снижается общая флюидонасыщенность минералов, уменьшается концентрация воды, уголекислого газа, при этом увеличивается концентрация угарного газа, ГУВ, водорода, что закономерно отражается на увеличении восстановленности флюида (Чердожк, Калгутинское, Депутатское месторождения) [4, 13].

ТУВ месторождений характеризуются близким изотопным составом углерода. Величина δ<sup>13</sup>C составляет в графитах 23,9 ‰. Углерод ТУВ грейзеновых месторождений характеризуется легким изотопным составом. Углерод в жилах и околожилных грейзенах Калгутинского месторождения имеет еще более «легкий» изотопный состав от –23,0 до –25,9 ‰ [13].

В магматических породах и рудах эндогенных месторождений содержание восстановленных форм углерода ( $C_{орг}$ ), как правило, невысокое и колеблется в пределах 0,1...1,0 %. Но здесь важным является сам факт присутствия  $C_{орг}$ . Как отмечал В.И. Вернадский значение соединений углерода «... несоизмеримо велико по сравнению с количеством его атомов, находящихся в земной коре» [5].

Весьма сложным является сопоставление полученных характеристик по редкометалльным месторождениям с данными по валовому содержанию углерода в различных геологических образованиях. Так, например, данные концентрации ( $n \times 0,1$  %) весьма обычны для осадочных пород, но являются относительно высокими для кислых магматических пород и ксенолитов мантии. На большом фактическом материале показано, что в большинстве изученных проб ксенолитов мантии валовое содержание углерода составляет < 0,01 % [17]. ТУВ в рудах входят в единую минеральную ассоциацию с основными рудными минералами (оксидами, сульфидами, сульфосолями), образующимися в завершающие стадии основного этапа рудообразования. В редкометалльных грейзеновых месторождениях с вольфрамитом, молибденитом и другими сульфидами и сульфосолями. Распространенным является присутствие в этих ассоциациях самородных минералов – мышьяка, висмута, золота, серебра, железа, свинца, олова, меди и др. ТУВ также встречаются в составе околорудных метасоматитов (эйситов, березитов, грейзенов) и в магматических образованиях рудных полей. Концентрация ТУВ и ГУВ закономерно возрастает в рудных зонах с глубиной, либо они встречаются только на глубоких горизонтах месторождений (Калгутинское, Чердожак, Депутатское и др.).

Углерод ТУВ характеризуется легким изотопным составом.  $\delta^{13}C$  изменяется в диапазоне от -20 до -36 ‰, наиболее часто встречаются значения в интервале -24...-26 ‰. Близкие изотопные характеристики (-21,9...-26,5 ‰) были получены при изучении графита, рассеянного в силикатной массе пород мантии [6].

При изучении руд гидротермальных месторождений в магматических породах проблема источника углерода ТУВ решается однозначно [3, 12, 13, 15]. Результаты изучения газового состава флюидных включений и изотопии углерода доказывают его гомогенный состав и мантийную природу [13]. Заимствование УВ из вмещающих пород возможно, но не на уровне формирования оруденения, а на значительно более глубоких горизонтах. Доказательством этого может быть наличие ТУВ в составе руд в магматических породах и их отсутствие в рудах в углеродистых сланцах в пределах одних рудных полей.

Так, на месторождении Чердожак, расположенном в пределах Кунушского массива (Алтай), графит накапливается только в измененных изверженных породах и залегающих в них рудных телах, но его нет в жилах, залегающих в углистых сланцах [15]. Приведенные данные позволяют сделать вывод о гомогенном, глубинном (мантийном) характере источника углерода ТУВ грейзеновых месторождений [13].

Наличие ТУВ в составе руд и метасоматитов согласуется с данными по наличию ГУВ в составе флюидных включений и указывает на их генетическую связь. Так в рудах Калгутинского месторождения установлено закономерное изменение состава газов флюидных включений (ФВ) и появление графита в жилах [13]. Детальное исследование эволюции состава флюидов и изменение содержания углерода в жилах, доказывает, что в условиях частичного окисления ГУВ углерод ушел из флюида в твердую минеральную фазу и отложился в виде графита. В целом можно констатировать, что процесс формирования руд Калгутинского месторождения происходил при активном участии углерода в составе металлоносных флюидов и сопровождался отложением углерода в жилах и околорудных грейзенах. В сложном многокомпонентном флюиде важным фактором, определяющим направление реакций, является понижение температуры и давления в системе. На многих месторождениях в связи с УВ устанавливаются повышенные концентрации золота и платиноидов.

Становится очевидным, что твердые углеводороды и благороднометалльная минерализация в рудах месторождений формировались из единого металлоносного флюида. В области транспортировки флюида были безводными, в основном водород-углеводородными, содержащими металлоорганические комплексы [8, 13, 14]. В области рудообразования в условиях ограниченного поступления в систему кислорода, происходило их частичное окисление и выделение в минеральную фазу самородных металлов и ТУВ. Это подтверждается сменой с глубиной золотоносных гидротермально-метасоматических ассоциаций золотоносными углеродистыми образованиями.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект 10-05-00115).

#### Литература

1. Ашихмин А.А. Твердые углеродистые вещества в гидротермальных образованиях Ишимского рудного поля и некоторых других месторождений Северного Казахстана // Материалы по геологии урановых месторождений. Информационный сборник. – М.: ВИМС. – 1971. – Вып. 19. – С. 73–84.
2. Банникова Л.А. Органическое вещество в гидротермальном рудообразовании. – М.: Наука, 1990. – 207 с.
3. Бахарев А.Г., Шкодзинский В.С., Жданов Ю.А. Графитсодержащие кислые магматические породы Таскыстабытского магматического пояса Верхояно-Колымской складчатой области // Отечественная геология. – 2005. – № 5. – С. 54–57.
4. Борисенко А.С., Холмогоров А.И., Боровиков А.А. и др. Состав и металлоносность рудообразующих растворов Депутатского оловорудного месторождения (Якутия) // Геология и геофизика. – 1997. – Т. 38. – № 11. – С. 1830–1841.
5. Вернадский В.И. Очерки геохимии. // Избранные сочинения. – М.: Изд-во АН СССР. – 1954. – Т. 1. – С. 11–392.
6. Галимов Э.М., Соловьева Л.В., Беломестных А.В. Изотопный состав углерода метасоматически измененных пород мантии // Геохимия. – 1989. – № 4. – С. 508–515.
7. Зубков В.С. Мантийная углеводородно-неорганическая модель образования золотых месторождений Карлинского типа // Руды и металлы. – 2001. – № 1. – С. 76–82.



8. Летников Ф.А. Флюидный режим эндогенных процессов и проблемы рудогенеза // Геология и геофизика. – 2006. – Т. 47. – № 12. – С. 1296–1307.
9. Летников Ф.А., Савельева В.Б., Аникина Ю.В. и др. Высокоуглеродистые тектониты – новый тип концентрирования золота и платины // Доклады Академии Наук. – 1996. – Т. 347. – № 6. – С. 795–798.
10. Новгородова М.И. Самородные металлы в гидротермальных рудах. – М.: Наука. – 1983. – 288 с.
11. Пеньков В.Ф. Генетическая минералогия углеродистых веществ. – М.: Недра. – 1996. – 224 с.
12. Поцелуев А.А., Котегов В.И., Акимцев В.А. Графиты Калгутинского редкометалльного грейзенового месторождения (Горный Алтай) // Доклады РАН. – 2004. – Т. 399. – № 2. – С. 241–244.
13. Поцелуев А.А., Рихванов Л.П., Владимиров А.Г. и др. Калгутинское редкометалльное месторождение (Горный Алтай): магматизм и рудогенез. – Томск: СТТ. – 2008. – 226 с.
14. Слободской Р.М. Элементоорганические соединения в магматогенных и рудообразующих процессах. – Новосибирск: Наука. – 1981. – 136 с.
15. Томсон И.Н., Сидоров А.А., Полякова О.П. и др. Графит-ильменит-сульфидная минерализация в рудных районах Востока СССР // Геология рудных месторождений. – 1984. – № 6. – С. 19–31.
16. Щерба Г.Н. Геология Нарымского массива гранитоидов на Южном Алтае. – Алма-Ата: Изд-во АН КазССР. – 1957. – 216 с.
17. Deines P. The carbon isotope geochemistry of mantle xenoliths / P. Deines // Earth–Sci. – 2002. – Rev. 58. – P. 247–278.

### О МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЯХ МАГМАТИЧЕСКИХ ОБРАЗОВАНИЙ ПРИПОЛЯРНОГО УРАЛА

А.Н. Бегунов

Научные руководители доцент Л.Н. Мочалкина, доцент К.Ю. Кудрин  
Югорский государственный университет, г. Ханты-Мансийск, Россия

В последнее время Приполярный Урал привлекает пристальное внимание общественности как богатый потенциальный источник разнообразного минерального сырья. Настоящая работа посвящена изучению металлогенических особенностей магматических образований Приполярного Урала. Непосредственно район исследований находится в 40 км к западу от с. Саранпауль, в среднем течении рек Щекурья, Ватла, Сертынья и Большая Люля. Магматические образования слагают около 90 % площади района работ.

Геологическим изучением района занимались М.П. Мезенцев, А.В. Цымбалюк (1975), М.М. Павлов (1990) и др., однако такие вопросы, как связь магматизма с металлогенией, не получили достаточного освещения.

В настоящей работе охарактеризованы магматические образования района и связанная с ними рудная минерализация, предложена модель строения каледонской рудно-магматической ассоциации.

Все магматические образования района (как и прочие структуры Урала) имеют меридиональное простирание, при этом более древние магматические комплексы расположены в западной части района, а более молодые – в восточной.

Качканарский комплекс ( $vO_{3k}$ ) датируется поздним ордовиком. Он представлен относительно небольшими протрузивными телами ультрабазитов (лерцолитов, пироксенитов, перидотитов, троктолитов и горнблендитов), которые хаотично располагаются в матриксе тагилокытлымских габброидов. Скопление ультрабазитовых тел отмечено в пределах Хорасюрского массива, расположенного на юго-западе изучаемой площади. Существует мнение о кумулятивной природе этих образований [2].

В породах комплекса установлена рудная минерализация титаномагнетита, ильменита, халькопирита, борнита и апатита. При заверке геохимических аномалий в пределах Хорасюрского массива в 1987 г. было выявлено комплексное титаномагнетитовое Санклымьинское проявление, где в одной из штучных проб установлены следующие содержания компонентов (%):  $Fe_2O_3$  – 23,75; FeO – 10,28; V – 0,11;  $TiO_2$  – 2,07; Cu – 0,192;  $P_2O_5$  – 3,08; S – 0,03.

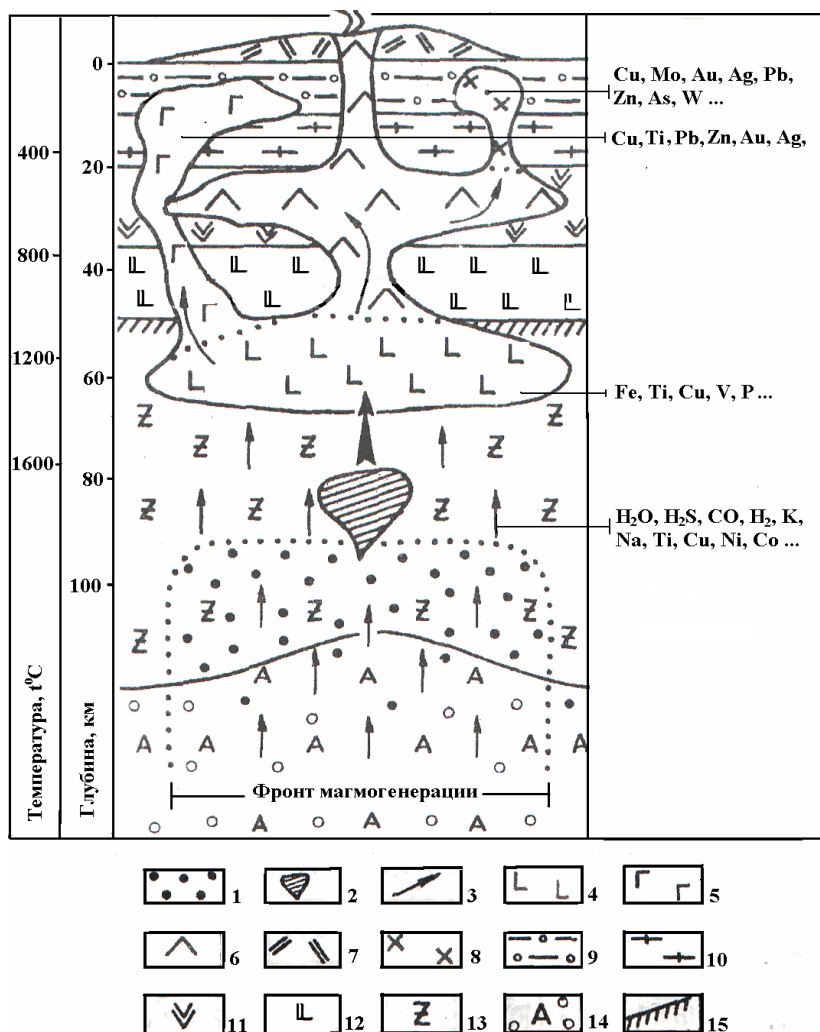
Тагилокытлымский комплекс ( $S_{1t}$ ) объединяет нориты, оливковые габбронориты, габбронориты, роговообманковые и лейкократовые габбро, диориты. Породами этого комплекса сложена западная часть крупного Щекуринского массива, занимающего всю западную часть района. Возраст комплекса соответствует раннему силуру. В его пределах развиты кварцевые жилы с сульфидной минерализацией. Это, как правило, небольшие объекты, сложенные жильным кварцем с вкрапленностью пирита, халькопирита, реже сфалерита, галенита, магнетита и ильменита, при содержании Cu – 0,1...3,59%; Au – 0,1...1,5 г/т; Ag – 5,6...20 г/т.

Верхнетагильский комплекс гранитоидов ( $\rho S_{2v}$ ) объединяет диориты, кварцевые диориты, плагиограниты, плагиогранодиориты и тоналиты, слагающие Сертыньинско-Щекуринский массив. Возраст комплекса соответствует позднему силуру. Восточные контакты гранитоидного массива с вулканитами силура сопровождаются зонами дробления с медно-порфировой минерализацией. В южной части массива отмечено проявление Маньюльпватая, где главные рудные минералы представлены пиритом (55...60 %), халькопиритом (1 %) блеклой рудой (до 1%), второстепенные – галенитом и сфалеритом. Содержания элементов-примесей в этих рудах составляют: Mo – 0,005%; W – 0,026-0,03%; As – 0,02%; Ag – 0,15-2,91 г/т.

Силурийские вулканогенно-осадочные толщи преимущественно представлены вулканогенными фациями с подчиненной ролью осадочных пород, они картируются восточнее Сертыньинско-Щекуринского массива. М.П. Мезенцевым и А.В. Цымбалюком в пределах силурийской толщи выделялись турватская ( $S_{1-2t}$ ) и низы люльинской ( $S_2-D_{1l}$ ) свит, М.М. Павловым эти вулканиты объединены в соимшорскую толщу ( $S_2s$ ), в настоящее время эти отложения рассматриваются в ранге шемурской ( $O_3-S_{1sm}$ ), имменовской ( $S_{1-2im}$ ) и сосвинской ( $S_2-D_{1ss}$ ) свит. Нижний контакт силурийских вулканитов с гранитоидами Сертыньинско-Щекуринского массива

осложнен зонами дробления и брекчирования. Верхняя граница силурийских образований проводится по подошве пачки подушечных лав, имеющих раннедевонский возраст. Вулканиды в основании толщи представлены диабазами, диабазовыми порфиридами; в центральной части – андезибазальтовыми порфиридами, реже диабазами; к кровле соимшорской толщи приурочены лавы основного состава. В пределах толщи отмечены кварцевые жилы с медным оруденением и медно-порфировая минерализация, упомянутые выше.

Девонские вулканогенно-осадочные образования согласно залегают на отложениях силура, Мезенцевым М.П. и Цымбалюком А.В. они рассматриваются в составе нерасчлененной толщи девона, Павловым М.М. – выделены в рувшорскую толщу ( $D_{1-2r}$ ), в настоящее время вулканогенно-осадочные образования девона разделены на рувшорскую ( $D_{1-2rv}$ ), лопсинскую ( $D_{1-2lp}$ ) и нахорскую ( $D_{2-3nh}$ ) толщи. Девонский вулканизм начинается с излияния афировых и редкопорфировых базальтовых лав с подушечной отдельностью. Вверх по разрезу афировые разности сменяются порфировыми, увеличивается доля пирокластов и карбонатных осадков. С рувшорской толщей связаны обильная вкрапленность халькопирита, а также протяженная ( $20 \times 3$  км) геохимическая медная аномалия.



**Рисунок. Вероятная модель магмогенерации каледонской вулканоплутонической ассоциации:**  
 1 – частично расплавленная мантия; 2 – мантийный диапир; 3 – пути миграции флюидов;  
 4 – базальтоиды, ультрабазиты; 5 – габброиды, 6 – диориты;  
 7 – нерасчлененные продукты вулканизма;  
 8 – плагиограниты; 9–11 – слои земной коры: 9 – вулканогенно-осадочный; 10 – гранитно-метаморфический, 11 – метадиоритовый, 12 – метабазальтовый; 13 – породы верхней мантии;  
 14 – породы астеносферы; 15 – поверхность Мохоровичича

Тесная пространственная и временная близость ультрабазитов качканарского комплекса, габброидов тагилкоктлымского комплекса, гранитоидов верхнетагильского комплекса и силурийских вулканидов, а также их металлогеническая общность позволяют предположить принадлежность вышеперечисленных магматических образований к единой вулканоплутонической ассоциации (рисунок).

В пользу этого предположения свидетельствуют и результаты прецизионных геохимических исследований магматических комплексов зоны Главного Уральского разлома [2], где от основных магматических комплексов к кислым установлены факты сопряженного обеднения пород Sr и обогащение Rb, Y, Zr, а также повышение их железистости и лейкократовости, что определенно указывает на взаимосвязь формирования этих комплексов с магматической дифференциацией, а не с гранитизацией. Интересно отметить, что подобные воззрения существовали и прежде [1].

Работа выполнена при поддержке Федеральной целевой программы «Научные и педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 гг.

#### Литература

1. Воробьева О.А., Самойлова Н.В., Свешникова Е.В. Габбро-пироксенит-дунитовый пояс Среднего Урала // Тр. ИГЕМ АН СССР – М., 1962. – № 65. – 319 с.
2. Шмелев В.Р. Магматические комплексы зоны Главного Уральского разлома (Приполярный сектор) в свете новых геохимических данных // Литосфера, 2005. – № 2. – С. 41–59.

### МИНЕРАЛЬНЫЙ СОСТАВ РУД УЧАСТКА «КРЕСТОВЫЙ» (ПОЛЯРНЫЙ УРАЛ, СОБЬ-ХАРБЕЙСКАЯ ПЛОЩАДЬ)

А.А. Белозерова

Научный руководитель доцент П.Н. Самородский  
Сибирский Федеральный университет, г. Красноярск, Россия

Собь-Харбейская площадь представляет фрагмент западного сланцевого обрамления Харбейского гнейсово-мигматитового комплекса, расположенного между Собской и Лонготюганской поперечноуральскими структурами активизации. Участок Крестовый расположен в северной части площади и приурочен к зоне сопряжения систем Няровейского разлома (северо-восточного направления) и Сядатинского разлома (северо-западного направления).

В конце 80-х годов XX века в пределах участка осуществлялись поисковые работы на коренное и россыпное золото. Были выполнены поиски по вторичным ореолам рассеяния, геофизические работы (магнито-, гравиразведка, аэромагниторазведка, радиометрия) и составлены карты локальных аномалий. В 2008 году была пробурена сеть скважин глубиной до 100 метров и проведены наземные горные выработки (канавы).

В процессе обработки результатов выполненных работ 2008 г оказалось затруднительным подобрать промышленный аналог ожидаемого объекта золото-(кварц-)сульфидной формации. На Урале в близкой геологической обстановке находится Авзянское рудное поле Тараташско-Ямантаусского поднятия (Башкирия) с рядом небольших месторождений метаморфогенно-гидротермально типа (Горный прииск, Улюк-Бар, Кургашилинское).

Наиболее богатая минерализация приурочена к линзам доломитовых мраморов, залегающих в толще кварц-серпентин-карбонатных сланцев и представлена в большей части сульфидами меди: халькопиритом, борнитом, халькозином. В зоне окисления развиваются малахит, азурит и ковеллин, яркая окраска которых служит одним из важнейших поисковых признаков.

Для подробного изучения образцов пород были изготовлены прозрачные и полированные шлифы и проведены минералогические исследования, основу которых составило петрографическое и минераграфическое изучение на микроскопе Axioskop40-A Pol (ZEISS, Германия). Дополнительно выполнен рентгенфлуоресцентный анализ на установке Mobilab X-50 ALPHA SERIES (США); исследования наиболее труднодиагностируемых фаз проведены с помощью сканирующего электронного микроскопа (СЭМ) серии EVO 50 HV (Германия) с энергодисперсионным анализатором Inca Enerdgy.

В результате проведенных работ уточнены характеристики обнаруженных ранее фаз (пирита, борнита, халькопирита, галенита, халькозина, ковеллина, магнетита, гётита, малахита, азурита, карбонатов, альбита и кварца), а также выявлены новые для этого участка минералы.

Всего было выполнено 32 анализа. Проведенный анализ подтвердил данные минераграфических исследований и позволил уточнить формулы изучаемых минералов (таблица).

Таблица

Состав минералов, изученных с помощью СЭМ

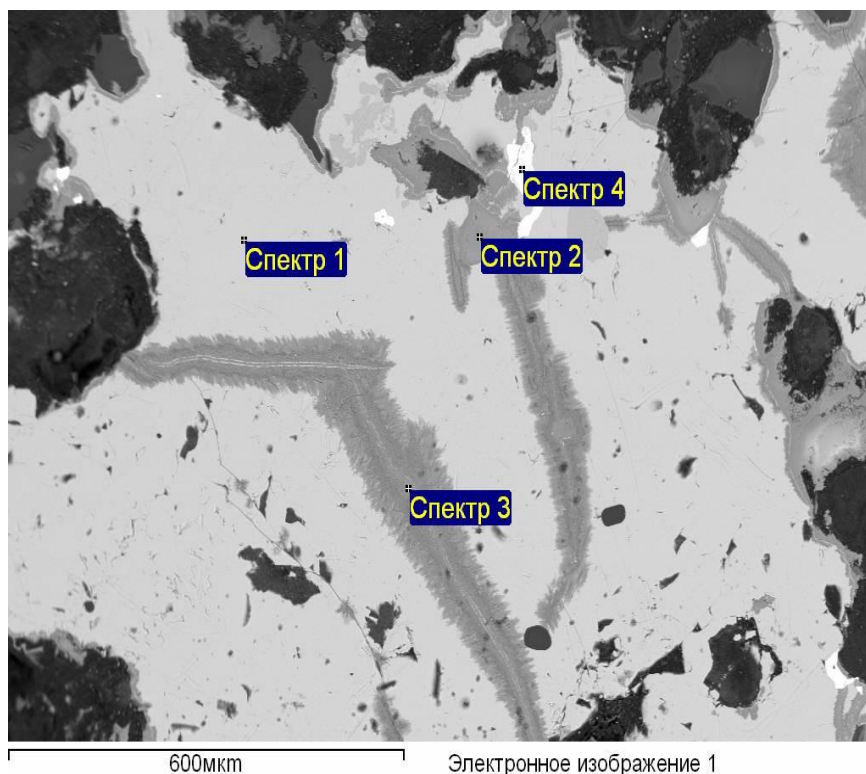
Название минерала	Формула	
	теоретическая	по результатам микроанализа
Борнит I	Cu <sub>5</sub> FeS <sub>4</sub>	Cu <sub>4,1</sub> Fe <sub>0,96</sub> S <sub>3,94</sub>
Борнит II		Cu <sub>4,2</sub> FeS <sub>4,8</sub>
Халькопирит	CuFeS <sub>2</sub>	Cu <sub>0,98</sub> Fe <sub>0,99</sub> S <sub>2,03</sub>
Халькозин	Cu <sub>2</sub> S	Cu <sub>1,18</sub> S <sub>0,82</sub>
Витихенит	Cu <sub>3</sub> BiS <sub>3</sub>	Cu <sub>3,07</sub> Bi <sub>0,98</sub> S <sub>2,95</sub>
Моусонит	Cu <sub>6</sub> Fe <sub>2</sub> SnS <sub>8</sub>	Cu <sub>5,89</sub> Fe <sub>2,03</sub> Sn <sub>1,03</sub> S <sub>8,04</sub>
Спергинит	Cu(OH) <sub>2</sub>	Cu(OH) <sub>2</sub>

Неизвестные ранее на изучаемом рудопроявлении минералы, такие как моусонит, виттихенит, спертиниит удалось диагностировать лишь с помощью электронной микроскопии из-за небольшого размера и сходства с другими минералами.

Моусонит образует удлинённые (0,1...0,2 мм) выделения в борните. Отметим, что хорошо различимый, благодаря ярким синим и оранжевым цветам анизотропии, моусонит с большим трудом обнаруживается при электронно-микроскопическом изучении. Ассоциация моусонита с борнитом является типичной для этого минерала [2].

Виттихенит образует округлые, вытянутые и неправильные (0,05...0,1 мм) выделения по краям зёрен борнита. Такое расположение может быть связано как с реакционным взаимодействием борнита с гидротермальными растворами, обогащёнными висмутом, так и с гипергенным формированием минерала.

Спертиниит образует округлые и неправильные выделения по краям зёрен борнита (рисунок); размер выделений 0,05...0,1 мм. Кроме спертиниита, борнит также замещается и другими гипергенными минералами – гётитом, малахитом и азуритом. Собственно, первоначально минерал был принят за смесь азурита с малахитом (схожая отражательная способность, в скрещенных николях обладает сине-зелёным цветом внутренних рефлексов). Отметим, что спертиниит – сравнительно недавно (1978 г.) открытый минерал. Находки его немногочисленны, что связано, очевидно, с малыми размерами, трудностями диагностики и специфическими условиями образования. Согласно [1], подземные воды на участке обнаружения спертиниита имеют щелочной характер (рН=9,2), насыщены кислородом (Eh= +0,83). Такое сочетание приводит к подавлению роста сульфатов меди – обычных продуктов изменения первичных сульфидов Cu.



**Рисунок . Характер взаимоотношения борнита, виттихенита и гипергенных минералов**  
**Борнит (светло-серый, точка микрозондового анализа («спектр 1»)) замещается по трещинам агрегатами ковеллина и гётита (перистые полосы, «спектр 3»), а также округлыми выделениями спертиниита («спектр 2»), Виттихенит («спектр 4») представлен ярко-белыми выделениями по краю борнита**

При электронно-микроскопическом анализе на стенках каверн в борните обнаружены фазы, содержащие K, Cl, O – т.е. элементы, характерные для легкорастворимых минералов. Совместно с наличием каверн в борните это может указывать как на процесс коррозии агрессивными водами, обогащёнными хлором, так и на отложение совместно со спертиниитом и др. гипергенными минералами водорастворимых фаз (атакамита и др), почти полностью уничтоженных впоследствии пресными метеорными водами и последующей мокрой распиловкой, шлифовкой и полировкой образца. Таким образом, необходимо дополнительное изучение материала из незатронутых метеорными водами участков сульфидной минерализации, для возможного выявления новых минералов.

В целом, проведённые исследования расширили список минералов участка Крестовый, и позволили уточнить условия гипогенного и гипергенного минералообразования. Необходимо также отметить, что в доступной автору литературе и в сети Интернет информация о находках спертинита в России отсутствует.

Литература

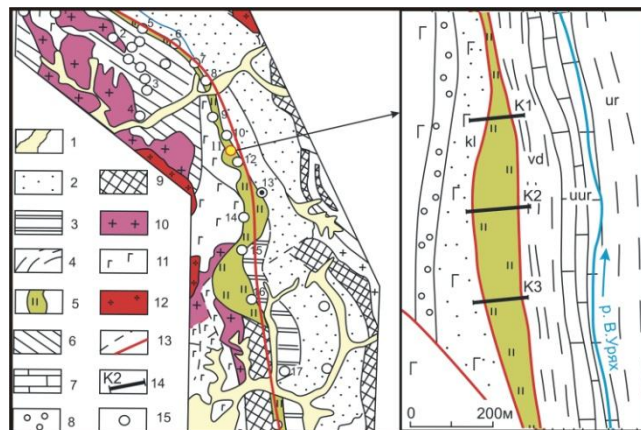
1. Grice, J.D., Gasparrini E. Spertiniite,  $\text{Cu}(\text{OH})_2$ , a new mineral from the Jeffrey mine, Quebec//Canadian Mineralogist. – Vol. 19. – 1981. – Pp. 337–340.
2. John W. Anthony, et.al. Handbook of mineralogy. Volume I: Elements, sulphides, sulphosalts. – Mineral Data Publishing, Tucson, Arizona, USA, 2003. – 588 с.

**ГЕОХИМИЯ ОБРАЗОВАНИЙ РИФЕЯ МУЙСКОЙ СТРУКТУРНО - ФОРМАЦИОННОЙ ЗОНЫ  
(МЕСТОРОЖДЕНИЕ «ВЕТВИСТОЕ»)**

**А.Е. Будяк**

*Институт геохимии им. А.П. Виноградова СО РАН, г. Иркутск, Россия*

В пределах Уряхской площади Муйской структурно-формационной зоны Байкальской горной области, на территории развития рифейских толщ в зоне долгоживущего Сюльбанского разлома, заложенного на коллизионном этапе верхнего рифея, фиксируется тектонический контакт вулканогенно-осадочных пород келянского островодужного комплекса и шельфовых углеродсодержащих терригенно-карбонатных отложений делонуранской серии. В последние годы на данной площади выявлено большое количество месторождений и рудопроявлений Au, таких как Каралон, Каменный, Барачный, Ветвистый и т.д (рис.). Основная задача исследований состояла в изучении месторождения Ветвистое с целью выяснения закономерностей распределения благородных металлов в породах месторождения, а также решения вопроса доминирующего участия углеродистых пород либо гранитоидного магматизма в процессах рудообразования на месторождении.



**Рисунок. Геологическая схема Таллаи-Каралонской золоторудной зоны (1) с добавлениями)**

- 1 – четвертичные отложения; 2 – карбонатно-терригенные отложения ( $R_{2,3}$ ); 3 – терригенно-карбонатные отложения ( $R-V$ ); 4 – углеродистые пелитовидные породы; 5 – зона метасоматической проработки; 6 – вулканогенно-осадочные образования муйской серии; 7 – карбонатные отложения; 8 – конгломераты; 9 – древние образования (AR); 10–11 – муйский габбро-гранитоидный комплекс ( $R_{2,3}$ ): 10 – гранитоиды, 11 – габбро-гипербазиты; 12 – конкудеро-мамakanский гранитоидный комплекс (PZ); 13 – тектонические нарушения; 14 – каналы; 15 – месторождения и рудопроявления золота: 1 – Верхнекаралонское, 2 – Среднекаралонское, 3 – Елинская площадь, 4 – Нижнекаралонское, 5 – участок Кварцевый, 6 – Среднеорловский, 7 – Конгломератовый, 8 – Лысый, 9 – руч. Валунный, 10 – руч. Барачный, 11 – руч. Ветвистый, 12 – руч. Золотой, 13 – Перевальный, 14 – Голубевский, 15 – Стрелка, 16 – Золотой, 17 – Археоциатовый

Опробование осадочно-метаморфических образований сюльбанской серии, относимой к нижнему подкомплексу Таллаи-Каралонской зоны, проводилось по береговым обнажениям реки Витим, находящимся в районе междуречья Нижнего и Верхнего Уряхов. Изученный разрез представлен комплексом осадочных отложений рифея (снизу-вверх): уряхской, усть-уряхской и водораздельной свитами, а также находящимися, с ними в тектоническом контакте вулканогенно-осадочными породами келянского островодужного комплекса. Характерной чертой формаций этого ряда является развитие черносланцевых отложений.

Рудовмещающие породы и зона оруденения месторождения Ветвистое представлены метасоматически проработанными вулканогенно-осадочными отложениями келянской свиты в зоне тектонического контакта с углеродсодержащими терригенными черносланцевыми отложениями водораздельной свиты. Следует подчерк-

нуть характерную приуроченность золоторудной залежи к зоне максимальных дислокаций и метасоматоза, микроструктурный характер оруденения и отсутствие мощных кварцевых жил.

Изучение петрографических, геохимических и изотопных характеристик вмещающих пород и руд месторождения позволяет сделать следующие выводы:

В пределах месторождения выделяются два этапа метасоматических преобразований: 1) Дорудные изменения представляют собой пропилитоподобные метасоматиты карбонат-альбит-хлорит-кварц-серицитового состава по основным и средним эффузивам с прожилками серицит-гематит-кварцевого, пирит-карбонат-кварцевого и кварцевого составов; 2) Синрудные изменения представлены метасоматитами березитового типа, с разными количествами серицита, кварца и карбоната, вмещающими метаморфогенно-гидротермальную минерализацию, представленную вкрапленностью пирита и прожилками карбонат-кварцевого, кварцевого состава. Содержание золота в березитоподобных породах от 1 до 20 г/т.

Рудная минерализация на участке представлена вкрапленной пиритовой минерализацией ассоциирующей с карбонат-серицит-кварцевыми метасоматитами и прожилковидными выделениями кварца.

Месторождения Уряхской группы формировались в условиях интенсивного сжатия на коллизионном этапе становления. Вмещающая вулканогенно-осадочная толща андезито-дацитового состава келянской свиты находится в тектоническом контакте с черносланцевыми образованиями водораздельной свиты, имеющими сидерофильную специализацию. Вероятно, сочетание двух специализированных толщ в зоне интенсивных тектонических дислокаций явилось причиной формирования протяжённой зоны золотого оруденения.

Месторождения пространственно связаны с Сюльбанским глубинным разломом и приурочены к максимально катаклазированным породам. Вмещающие месторождения породы претерпели преобразования, по температуре не превышающие зеленосланцевой фации регионального метаморфизма.

Характер распределения петрогенных и редких элементов, указывает на то, что ведущим процессом, установленным в пределах месторождения, является окварцевание. Также фиксируется щелочной метасоматоз, выражающийся в альбитизации на предрудном и серицитизации на этапе сопровождающем золотое оруденение.

На этапах предрудного и рудного метасоматоза в исследуемых месторождениях заметно повышаются содержания K, Rb, Cs, Ba, Li и других элементов, характеризующих наличие флюида, спровоцированного гранитоидным интрузивом. В ходе процесса рудогенеза происходит значительное увеличение значений отношений K/Rb, K/Ba, Rb/Sr и K/Li, что объясняется K-щелочным метасоматозом на рудном этапе формирования месторождения. Корреляционная связь между K-Rb ( $\approx 0,7$ ), определяется серицитизацией на рудном этапе формирования месторождения.

Таблица

Содержание литофильных элементов во вмещающих породах и метасоматита месторождения Ветвистое

	кел	проп	бер	гр	отношения	проп	бер
Rb	84,7	37,4	87,2	87,8	K/Rb	215,9	325,9
Sr	171,0	157,7	181,9	640,7	K/Ba	28,9	83,3
Ba	1030,8	279,9	340,9	775,1	Ba/Rb	7,48	3,91
Li	2,5	2,4	1,25	-	Rb/Sr	0,24	0,48
K (%)	2,1	0,81	2,84	4,267	K/Li	486,5	1296,8

Примечание: кел – неизменные породы келянской свиты, проп – пропилитизированные породы в пределах месторождения, бер – золоторудные березитизированные породы, гр – конкудеро-мамаканский гранитоидный комплекс.

Изменение состава REE в пределах рассмотренного месторождения: снижение общей концентрации REE в рудах месторождения относительно вмещающих пород келянской свиты (339 → 96 г/т), относительное облегчение состава лантаноидов LREE/HREE от неизменных пород, обогащенных легкими REE к рудным березитизированным породам (48,9→17,3), а также тенденция изменения европиевого модуля в сторону его увеличения (0,68→0,76) логично объясняется химизмом Конкудеро-Мамаканского гранитоидного интрузива, с которым непосредственно связывается процесс рудообразования.

Изотопный состав серы сульфидов золотоносного пирита в пределах месторождения, также как и пирита, не несущего рудного компонента, характеризуется весьма постоянными значениями  $\delta^{34}\text{S}$  варьирующими в интервале от +7 до +11,5 ‰ (среднее +9,2 ‰). Отличий между разнообразными формами выделений пирита и степенью золотоносности не обнаруживается. Продольная, поперечная и вертикальная изотопная зональность в пределах рудного тела месторождения отсутствует. Характер изотопного состава серы минерализованных углеродистых сланцев усть-уряхской свиты за пределами месторождения (в среднем 7,6 ‰) соответствует рудной сульфидной минерализации месторождения Ветвистое. Подобная изотопная однородность серы свидетельствует в пользу принадлежности золотоносного пирита к одной генерации с пиритом безрудным, что подразумевает единые условия их образования. Изотопная однородность серы, свидетельствует о том, что в рудном процессе происходила мобилизация диагенетических сульфидов без фракционирования изотопов серы. Источником сульфидной серы были вмещающие породы.

В итоге вышеизложенного можно предположить, что формирование месторождения проходило в период палеозойской тектоно-магматической активизации и связано с внедрением Конкудеро-Мамаканского грани-

тоидного комплекса, с гидротермальной деятельностью которого связаны главные геолого-промышленные типы месторождений золото-кварцевой, золото-сульфидно-кварцевой и золото-сульфидной формаций, развитых в Муйском рудном районе. В результате Сьюльбанский разлом превратился в мощную зону тектонического меланжа, по которой проявился процесс метасоматической проработки пород и рудообразующих процессов. Раздвиг зоны меланжа с образованием проницаемой среды, является наиболее благоприятной средой для локализации золоторудной минерализации и служит рудовмещающим для месторождения Ветвистое.

На этапе метасоматического преобразования толщи, гранитоидный магматизм, сопряженный с зоной крупных разломов надвигового типа, играл решающую роль в качестве источника тепла и генерации рудоносных флюидов, что могло привести к перераспределению золота из вмещающих пород. Интенсивная циркуляция постинтрузивных флюидов предопределила образование локальных дислокационно-гидротермальных золотоносных метасоматитов (березитов). Собственно золоторудная минерализация приурочена к тонкой системе мелких трещин, выполненных кварцем и пиритом. Система рудовмещающих трещин возникла на заключительной стадии гидротермально-метасоматической деятельности, в результате чего сформировался микроштокверковый характер оруденения.

#### Литература

1. Васильев В.Г., Красников В.И. Структурно-тектоническое положение и основные типы поисковых площадей Таллаи-Каралонской золоторудной зоны // Межрегиональная научно-практическая конференция "Перспективы развития золотодобычи в Забайкалье": Сб. науч. тр. – Чита, 2003. – С. 47–49.

### ПРОБЛЕМЫ ПОИСКОВ АНТРОПОГЕННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Ю.В. Вакарь

Научный руководитель профессор В.Н. Сальников

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

Месторождение – природное скопление полезного ископаемого, которое в количественном и качественном отношении может быть предметом промышленной разработки при данном состоянии техники и в данных экономических условиях [1]. По размерам запасов промышленное месторождение может быть крупным, средним и мелким. По происхождению среди них различают эндогенные, экзогенные и метаморфогенные с многочисленными дальнейшими подразделениями. Осадочные месторождения образуются путем механического, химического или биохимического осаждения минералов или руд в водных бассейнах.

Совокупность геоморфологических процессов, вызванных производственной деятельностью человека носит название – техногенез. Рельеф, созданный производственной деятельностью человека, назван – техногенным или антропогенным. К рельефу техногенному принадлежат формы денудационные (техногенные уступы, бровки, карьеры, канавы, ирригационные, мелиоративные выемки, откосы, ямы, штольни, шахты и пр.) и аккумулятивные (дамбы, плотины, пирамиды, курганы, насыпи, раши, культурные слои, военные укрепления, отвалы и пр.). Техногенный рельеф создается из горных пород и минералов, перемещенных или добытых (отвалы рудников, терриконы шахт, хвосты обогатительных фабрик, золоотвалы ТЭЦ, илы отстойников), и в настоящее время может содержать техногенные месторождения [3, 4].

В техногенезе минералы и гетерогенные материалы из техногенных месторождений могут быть получены искусственно (искусственные минералы и петругические сплавы). Это продукты лабораторного или технического процессов: стекла, ситаллы, драгоценные и поделочные камни, кристаллы для оптической и электронной техники, резонаторы, нанопорошки для обрабатывающей промышленности и др. [5]. Особый интерес вызывает изучение техногенных отложений городов и иных урбанизированных территорий – культурного слоя. Для них характерны специфические геохимические процессы и накопление различных химических элементов – свинца, цинка, кобальта, олова, золота, серебра и др. [3].

Нами предложено из техногенных месторождений выделить особый вид месторождений – антропогенные, в который входят исчезнувшие города, древние стоянки и стойбища, городские свалки, кладбища, затонувшие корабли, схроны, клады, банки (частные и государственные). На рисунке 1 представлены изделия из благородных металлов и ювелирных камней, изъятых на месте заброшенных поселений.

В настоящее время во всех геологических и генетических классификациях отсутствует антропогенный тип полезных ископаемых, образующихся за счет захороненных ценностей, благородных металлов и сплавов, когда-то накопленных и добытых людьми, проживающими на определенной территории. Нет такого типа месторождений и в классификации техногенного минерального сырья [7]. Отсутствует юридическое обоснование на поиски антропогенных месторождений, кроме статьи 233 (глава 1, Клад) в Гражданском кодексе РФ [2]. В кодексе указано, что если обнаруживается клад, содержащий вещи, относящиеся к памятникам истории или культуры, они подлежат передаче в государственную собственность. При этом собственник земельного участка или лицо, обнаружившее клад, имеют право на получение вознаграждения в размере пятидесяти процентов стоимости клада. При обнаружении такого клада лицом, производившим раскопки или поиски ценностей без согласия собственника имущества, где клад был сокрыт, вознаграждение этому лицу не выплачивается и полностью поступает собственнику (рис. 2).

Факты изменения физических и биологических полей на местах спрятанных ценностей также, до сих пор, не относили к аномальным явлениям, если исключить попытки поисков археологических памятников биолокационным методом. Не рассматривались они и как геологические, психофизические и экстрасенсорные ано-

малии на определенной территории. В экологической минералогии проблемы воздействия антропогенных месторождений на индивида, вид и общество не обсуждаются. Поэтому к критериям поисков захороненных ценностей (кладов или неостребованных валютных запасов) можно отнести: геологические, когда существует контакт металла большого объема с горными породами; геофизические (изменения в данном месте магнитного, электрического или электромагнитного, гравитационного, биолокационного полей); психофизические, когда в месте захоронения человек подвергается каким-либо воздействиям известных полей, возможно, и остаточного биополя (повышение артериального давления, болевые ощущения, изменение психики и пр.).



*Рис. 1. Изделия из антропогенных месторождений (коллекция И.В. Иванова)*



*Рис. 2. Поиски складированных ценностей в зонах геофизических аномалий*

Признаками непосредственного захоронения ценностей могут являться рассказы очевидцев, легенды, изменения морфологии местности, техногенные сооружения, архивные материалы, находки предметов (кости людей, оружие, предметы из захороненных ценностей). Описания психофизических и экстрасенсорных критериев встречаются в литературных рассказах. Часть их описана в научных публикациях последнего времени. Установлено, что спрятанные вещи, драгоценности, золото, серебро, платина несут в себе информацию о хозяевах, о захоронителях и дают о себе знать психофизическими воздействиями или экстрасенсорно [5].

Целью настоящих исследований является отработка методики поиска неостребованных ценностей на основании изложенных критериев и признаков, а также уточнение земельно-правовых отношений при поисках антропогенных месторождений. Необходимо возвращать ранее затраченный труд миллионов людей, аккумулярованных в золоте и драгоценностях. Следует отработать методику поиска антропогенных месторождений классическими методами на примере золотого запаса России (часть которого не найдена в Сибири). Для проведения исследований, направленных на отработку методик по возвращению захороненных ценностей, ранее (1991 году), при Томской Ассоциации операторов биолокации был создан экспедиционный корпус "Золото Отечества". Получены предварительные результаты по поиску захороненных ценностей из золотого эшелона, шедшего по Транссибирской магистрали во время отступления А.В. Колчака. По некоторым источникам известно, что в виду малых шансов на прорыв остатков армии Колчака в Манчжурию, было решено, без ведома адмирала, закопать в надежном месте золотой запас России – 425,873 тонны золота, стоимость которого эксперты оценили в 655321170,86 золотых рублей. Было установлено, что А.В. Колчак во время своего хозяйствования истратил 283133680 миллиона золотых рублей (183–184 тонны), которые остались в банках США, Англии, Франции и Японии. От золотого запаса России осталось (241,873т). 1 марта 1920 года в селе Кайтул было подписано соглашение, по которому «Белочехи» обязались передать представителю Ревкома Иркутска золотой эшелон – 18 вагонов, содержащих 5143 ящика и 1578 мешков с золотом и другими драгоценностями (311 тонн) номинальной стоимостью 478541920 золотых рублей. Значит по пути «Золотого эшелона» количество золота увеличилось на 69,127 т. Возникает вопрос, сколько золота было погружено в эшелон, кроме «Золотого запаса» России? В опубликуемых источниках сообщалось, что местонахождение только 873 килограммов золота (1343346,21 золотых рублей) не установлено. На перспективных площадях были проведены электроразведочные, магниторазведочные работы и сделана биолокационная съемка. Выделены перспективные участки на поиски антропогенных месторождений. Для продолжения поисков предложен следующий комплекс работ:

1. Проведение экспедиционных работ для опробования и внедрения геологических, геофизических, биолокационных и экстрасенсорных методов поисков складированных ценностей, согласно Российскому законодательству по Земельно–правовым отношениям.



2. Организация туристических маршрутов (Томск – Юрга – Тайга – Ижморка – Красный Яр – Мариинск – Тяжин и обратно через Мариинск – Ишим – Томск) по местам предполагаемого складированного золотого запаса России при отступлении Белой Армии.

3. Создание Сибирского банка "Золото отечества" для финансирования научно-исследовательских работ по разработке методики поисков антропогенных месторождений и строительства дорог и мостов по маршруту Томск – Ишим – Мариинск и Томск – Юрга – Тайга – Ижморка (моста нет через реку Томь в г. Юрге). Это позволит улучшить экономические связи между областями и краями в рамках Сибирского соглашения.

Автор благодарит сотрудников лаборатории «Природно-техногенные электромагнитные системы» ИГНД НИ ТПУ за предоставление фондовых материалов и Иванова И.В. за использование в докладе частных коллекций.

#### Литература

1. Геологический словарь. М.: Недра, 1978. – Том 1. – 488 с.
2. Гражданский кодекс РФ. Л: Омега, 2009. – Ч.1 – 4. – 476 с.
3. Каздым А.А. Техногенные отложения как возможные источники минерального сырья / Матер. геол. конф.: Проблемы геологии и разведки МПИ. Томск: Изд-во ТПУ, 2005. – С. 504 – 507.
4. Моисеенко Н.В., Юсупов Д.В. Тонкодисперсное золото в илах техногенного месторождения. / Матер. геол. конф.: Проблемы геологии и разведки МПИ. Томск: Изд-во ТПУ, 2005. – С. 541 – 545.
5. Сальников В.Н., Мананков А.В. Электрофизическая оптимизация технологий получения петругигических сплавов и ситаллов из отходов Бакчарского месторождения железа, Туганских песков и тепловых электростанций / Матер. межрегион. научно-практ. конф. Томск: Изд-во ТПУ, 2007. – С. 276 – 282.
6. Сальников В.Н. Возможность поиска складированных ценностей по регистрации остаточной информации / Матер. научно-практ. конф.: Новое миропонимание к синтезу духовных учений философии, науки, культуры. Красноярск, 1995. – С. 75 – 76.
7. Тодоров Т.А. Техногенное минеральное сырье // Минералогический журнал. – 1993. – Т. 15. – № 6. – С. 68 – 74.

### ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО ФЛАНГА ЧЕРНОГОРСКОГО МАССИВА РУДОВМЕЩАЮЩИХ ПОРОД НА ОСНОВЕ ОБЪЕМНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В ПРОГРАММНОМ ПАКЕТЕ MICROMINE

Е.П. Глазырина

Научные руководители профессор Ю.В. Лир, доцент И.Г. Кирьякова  
*Санкт-Петербургский государственный горный институт им. Г.В. Плеханова,  
г. Санкт-Петербург, Россия*

Черногорское месторождение расположено в 15 км к юго-юго-востоку от г. Норильска, оно входит в группу платино-медно-никелевых месторождений Норильского рудного узла, расположенного в центральной части Норильского района. В настоящее время на участке месторождения ведутся работы с целью проведения его доразведки.

Черногорское месторождение было разведано в 1952-1960 г.г. и уже тогда геологами была установлена в общих чертах морфология массива. Но при экспертизе ГКЗ были высказаны замечания, в частности касающиеся неясности геологического строения на участке северной границы интрузива. В этом направлении наблюдается его погружение и расщепление на несколько клиньев с возможностью перехода в секущее тело. С появлением новых современных технологий морфологию и условия залегания этого объекта можно представить в объемном формате 3D, что поможет уточнить его строение.

В нашем распоряжении был материал, любезно предоставленный производственным объединением ООО «Норильскгеология», а также собранный автором во время прохождения производственной практики. Данный материал включал геологическую графику, описание Черногорского интрузива и документацию 32 скважин северо-западного фланга рудовмещающих габбро-долеритов.

Таким образом, целью работы являлось построение объемной модели, на основе которой можно получить наиболее полную морфологическую характеристику северо-западного фланга массива, а также его условия залегания.

Актуальность работы, с одной стороны, связана с потребностью страны в увеличении запасов данных металлов, а с другой стороны, базируется на том, что одной из основных особенностей медно-никелевых руд норильского типа является зависимость параметров оруденения от морфологии массива. Следовательно, создание наиболее наглядной формы интрузива позволит выбрать наиболее оптимальную схему проведения разведочных работ и провести более достоверный и оперативный подсчет запасов.

Черногорское месторождение пространственно и генетически связано с дифференцированной одноименной интрузией, которая при своем внедрении использовала межформационную границу между отложениями нижнего девона и тунгусской серии и отвечает по своему пространственному положению определенному стратиграфическому горизонту. Всячим боком ее являются осадки тунгусской серии, а лежащим – нижнедевонские отложения

В строении дифференцированной интрузии горы Черной выделяют пять горизонтов, сложенных различными типами горных пород:

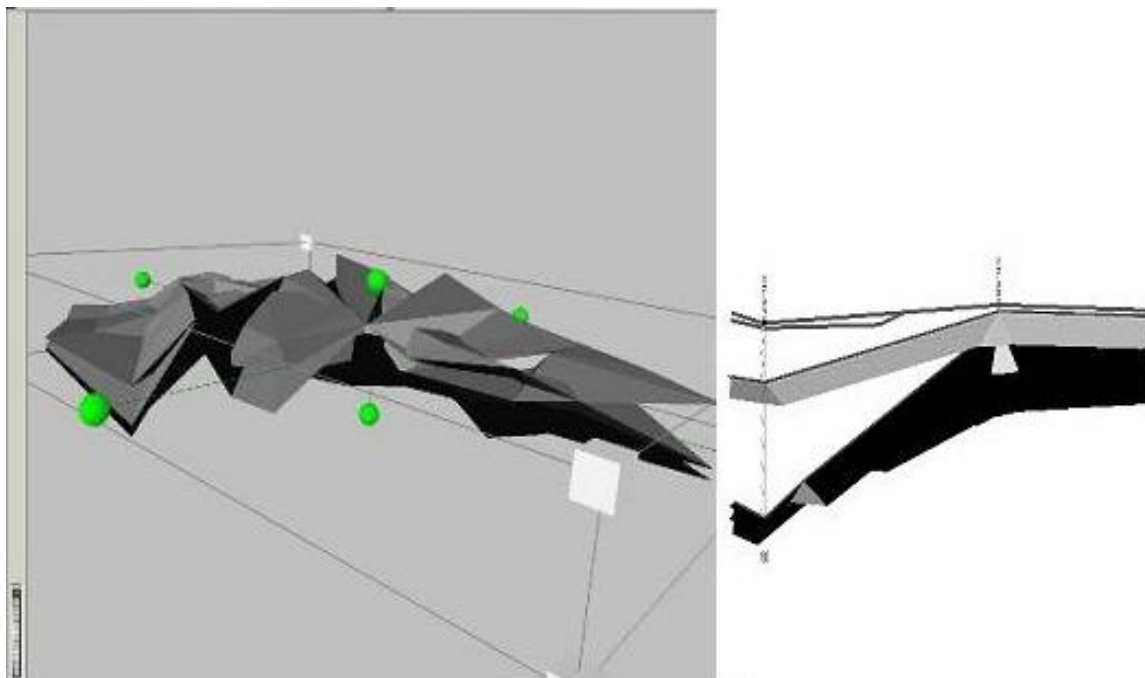
- 1) залегающие в верхней части кислые гибридные гранитоподобные породы с ксенолитами кровли – 8...15 м;
- 2) габбро-диориты, габбро-долериты, габбро-пегматиты, габбро-долериты со спорадическим оливином – 40-60 м;
- 3) оливинсодержащие и оливиновые с биотитом габбро-долериты – 105...120 м;
- 4) пикритовые габбро-долериты – 30...35 м;
- 5) такситовые и контактовые габбро-долериты, приуроченные к придонной части интрузивного тела – 10...15 м.

Интрузия в плане имеет форму языка, длинная ось которой проходит в широтном направлении. Длина прослеженной части интрузии составляет 4250 м, ширина интрузии колеблется от 600 м на востоке месторождения до 1200...1500 м в центральной части. Достоверно оконтурена интрузия только в южной и юго-восточной части. В северном и западном направлениях интрузия не оконтурена. В поперечном сечении интрузивное тело имеет вид асимметричной уплощенной трубообразной залежи с крутым секущим северным и пологим субсогласным южным бортами. В южном борту подошва интрузии приближается к поверхности, а иногда и выходит на поверхность. Ее лежачим бортом являются осадки тунгусской серии. В северном борту Восточного участка, в так называемой зоне Северного грабена – по линии скважин 359, 1013, 362, 1021, 382 наблюдается резкое, на 100...150 м, прогибание дна с увеличением мощностей всех дифференциатов, в том числе и рудовмещающих. Далее в северном направлении интрузия расщепляется на ряд апофиз, и подстилающими ее породами являются нижнедевонские осадки. В разведочных скважинах 360, 354, 1062, 354, 1020, 1063, 357, из которых скважины 360, 354 и 357, по-видимому, недобурены, наблюдается 2-3 апофизы с приуроченностью оруденения к нижней из них.

Основное рудное тело имеет форму местами несколько усложненной, но все же весьма правильной пластообразной залежи, характеризующейся теми же элементами залегания, которые свойственны подошве самой интрузии. В целом интрузия постепенно погружается на северо-запад. Угол падения колеблется от 4...6 до 8-10 градусов. Гипсометрические отметки почвы в восточной части достигают +265 м (скв. 350), на крайнем западе опускаются до -220 м (скв. 1000). Отметки нижних апофиз в северном борту составляют от -220 до -240 м.

Несмотря на усложнение в ряде мест форма рудного тела в целом в пределах всего месторождения довольно устойчиво выдерживается как по простиранию, так и по падению и характеризует собой простой тип месторождения.

Под рудной зоной месторождения понимается минерализованная часть интрузии и подстилающих пород, в которой наличие сульфидов определяется визуально. Границей этой условно выделенной зоны будет содержание сульфидов ~0,5 %.



а

б

**Рисунок. а) объемная модель северо-западного фланга рудовмещающих пород Черногорского месторождения; б) разрез по линии 15 бис. Серым цветом показан первый каркас, представленный комплексом оливиновых и безоливиновых габбро-долеритов. Черным цветом показан второй каркас, представленный комплексом пикритовых, такситовых и контактовых габбро-долеритов**

Рудная зона Черногорского месторождения имеет мощность порядка 30...35 м, но в отдельных случаях (у северного борта интрузии) достигает 80...100 м. Она охватывает пикритовые, такситовые, контактовые габбро-долериты и часть пород, подстилающих интрузию. Редко рудная зона охватывает и оливин-биотитовые габбро-долериты, лежащие непосредственно над пикритовыми габбро-долеритами. Руды данного месторождения – это вкрапленные руды в виде мелких гнездообразных скоплений сульфидов, таких как пирротин, пентландит, халькопирит, реже встречаются кубанит, пирит, миллерит, валлерит.

Для создания компьютерной 3D модели в программе Micromine особое внимание необходимо уделять созданию корректной и полной базы данных. Наименования горных пород, разрезов, каркасов и другой информации должны быть понятны и легко читаемы для заказчика и специалистов. При подготовке графики была проведена ее оцифровка в среде Micromine с увязкой в единой системе координат. Для создания каркасной модели по имеющейся базе скважин строились разрезы по всем разведочным линиям. Для облегчения моделирования сложного дифференцированного массива рудовмещающих пород необходимо было объединить его дифференциаты в два крупных каркаса. Первый каркас серого цвета представлен комплексом оливиновых и безоливиновых габбро-долеритов. Второй каркас черного цвета представлен комплексом пикритовых, такситовых и контактовых габбро-долеритов. Так как рудные тела с богатой вкрапленностью приурочены к горизонту такситовых, пикритовых и контактовых габбро-долеритов, то разделение на два каркаса позволило проследить залегание данного горизонта на протяжении всего северо-западного фланга (рисунок).

В результате по полученным разрезам по разведочным линиям наблюдаем, закономерности залегания двух каркасов в виде пластообразного рудовмещающего интрузивного комплекса с погружением на северо-запад под углами падения 5...10 град. Также в северном и западном борту наблюдается резкие прогибы массива и увеличение мощности рудовмещающих пород до 290 м.

Взаимосвязь рудных тел с рудовмещающими горизонтами позволит в дальнейшем определить схему проведения разведочных работ, в частности, проведения буровых работ. А наличие промышленных концентраций никеля, меди и платины позволит выполнить оценку их запасов.

### **МИНЕРАЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ, ВОЗРАСТ И СООТНОШЕНИЯ AU И SB ОРУДЕНЕНИЯ ЛАНГВАЙСКОГО РУДНОГО УЗЛА (СЕВЕРНЫЙ ВЬЕТНАМ)**

**Е. Г. Дашкевич<sup>1</sup>, П.А. Неволько<sup>1</sup>, Нго Тхи Фьонг<sup>2</sup>**

Научный руководитель профессор А.С. Борисенко<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Институт геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН, г. Новосибирск, Россия*

<sup>2</sup> *Геологический институт ВАНТ, г. Ханой, Вьетнам*

Актуальной проблемой металлогении многих золоторудных районов является изучение пространственно-временных и генетических соотношений золотого и сурьмяного оруденения. Особенно это важно для районов, где широко проявлены золото-сульфидные, золото-сурьмяные, сурьмяно-ртутные и сурьмяные месторождения. Одним из таких районов является Северный Вьетнам, где проблема генезиса сурьмяной минерализации и ее соотношение с золотым оруденением остается спорной. Неясно, является ли она поздней наложенной и не связанной с основным золоторудным процессом, или является продуктом заключительной стадии единого процесса формирования золото-сурьмяного оруденения.

Обоснование этапности формирования золотого и сурьмяного оруденения, его временная корреляция с определенными проявлениями магматизма, выявление минералого-геохимических особенностей золото-сурьмяного оруденения имеет важное значение для металлогенических построений и разработки научно-обоснованной стратегии дальнейшего прогноза и поиска месторождений золота в этом регионе. Для целей локального прогноза и поиска золотого оруденения важное значение могут иметь данные о минералого-геохимических особенностях сурьмяной минерализации и о составе самородного золота (содержание Ag и Hg) из руд различных типов.

Одним из узловых объектов для решения этих проблем является Лангвайский рудный узел, в контурах которого установлены месторождения и рудопроявления Au-As (золото-арсенопиритовые), Au-Sb, Sb и Sb-Hg оруденения. Наиболее крупными объектами в этом рудном узле являются месторождения Лангвай и Фун Пук.

Этот рудный узел располагается в восточной части антиклинальной структуры, сложенной породами карбонатно-терригенной флишоидной формации кембрия-нижнего ордовика. Оруденение приурочено к внешней зоне метаморфического ядра, где слюдяные сланцы и гнейсы сменяются филлитами и мраморизованными известняками. Широкие сдвиги и концентрические границы термального метаморфизма обусловили сочетание линейного и дугового размещения рудных тел и геохимических аномалий. Региональный рудоконтролирующий сдвиг оперяется также северо-восточными разрывами, вмещающими большинство кварцевых жил рудного поля. К наиболее метаморфизованной ядерной части антиклинали приурочены небольшие тела гранитов и габброидов раннемезозойского возраста, внедрение которых связано с процессами рифтогенеза, широко проявленными на севере Вьетнама и в прилегающих районах Китая.

Собственно месторождение Лангвай расположено в восточной части рудного узла, сложенной мраморизованными известняками, серицитовыми и углистыми сланцами. Западнее, на месторождении Фун Пук, преобладают сланцы при подчиненной роли известняков. Рудные тела обоих месторождений размещены в минерализованных зонах окварцованных и березитизированных пород мощностью 200...550 м и протяженностью до 1200 м. Падение зон и заключенных в них жил крутое. Рудные тела по морфологии представляют собой жилы и

жильные штокверки. Мощность отдельных рудных жил 0.1...3.5 м, протяженность 60...170 м. По периферии рудного узла располагается несколько сурьмяных месторождений [2].

Руды месторождения Лангвай характеризуются прожилково-вкрапленной текстурой. Характер прожилков и вкрапленников не постоянен. Размер прожилков рудных минералов варьирует от сотых долей до первых мм. Вкрапленники преимущественно мелкие, размером в сотые доли мм. Вмещающие породы представлены серицитизированными сланцами и кварц-карбонатными жилами. Часто в жильном материале отмечаются прожилки и линзочки серицита. В составе руд на месторождениях Лангвайского рудного узла установлены:

Главные рудные минералы: антимонит, арсенопирит, джемсонит, бертьерит.

Второстепенные рудные минералы: пирит, сфалерит, галенит, халькопирит, ульманит, пирротин, дискразит, самородная сурьма, самородное золото.

Нерудные: кальцит, кварц, хлорит, серицит.

Пирит представлен крупными (до мм) кристаллами, в которых изредка отмечается вкрапленность бертьерита и дискразита, размером в первые мкм. Арсенопирит отмечен в виде удлинённых зерен размером до 0,5 мм. Пирит и арсенопирит часто катаклазированны и цементируются антимонитом и джемсонитом.

Сфалерит присутствует повсеместно с пиритом и арсенопиритом и, по всей видимости, образовывался с ними в одну стадию. Размер зерен сфалерита варьирует от 0,5 мм до десятков мкм. Содержание железа в сфалерите достигает 6 %. Халькопирит отмечается в сфалерите как результат распада твердого раствора в виде мельчайших овальных зерен, ориентированных параллельно кристаллографическим направлениям кристалла минерала-хозяина.

Антимонит представлен в виде крупных скоплений зерен до первых мм. Характеризуется резкой анизотропией и сильным двутражением. Часто наблюдаются полисинтетические двойники.

Бертьерит является вторым по распространенности сурьмяным минералом. Больших скоплений не образует, выделяется в виде густой сыпи мелких иголок, импрегнирующих жильный материал. С иголками бертьерита часто отмечаются округлые выделения самородной сурьмы и галенита.

Отдельный интерес представляет мелкая редкая вкрапленность пирротина, ульманита, пирита и глаукодота. Мелкие скопления этих минералов отмечаются в кварцевой жиле. Пространственное и временное отношение их к описанным выше рудным минералам не ясно. Однако присутствие ульманита и глаукодота (до 20 % Co) указывают на принципиально другой геохимический профиль оруденения – Ni-Co-As-Sb.

В общем можно выделить две стадии процесса рудообразования на месторождении Лангвай. Первая стадия – пирит, арсенопирит, сфалерит, дискразит, завершается джемсонитом. Вторая – антимонит, бертьерит, пирит, самородная сурьма.

Руды Фун Пука более простые по составу, в них преобладают пирит и арсенопирит, реже встречается антимонит, джемсонит, бертьерит, халькопирит, главный жильный минерал-кварц. Арсенопирит в кварцевых жилах представлен двумя морфологическими разновидностями – изометричный арсенопирит (I) ассоциируется с низкопробным золотом и игольчатый (II) с высокопробным золотом. Причем кварцевые жилы с арсенопиритом II секут жилы с призматическим арсенопиритом. Присутствующая на месторождении Фун Пук сурьмяная минерализация схожа по своим геохимическим характеристикам с сурьмяными рудами месторождения Лангвай. Она проявляется в виде прожилков с антимонитом, джемсонитом и бурнонитом в слабо метаморфизованных сланцах. Учитывая этот факт, а также непосредственную пространственную близость этих рудопроявлений, можно предполагать общность образования этих объектов, но с различной степенью соотношения Sb и As оруденения.

По данным Trần Trọng Hòa et al. [3] атомно-абсорбционным методом были определены содержания золота, серебра, сурьмы и мышьяка в рудах данных объектов. Содержание золота варьирует в пределах 0,5 до 18,9 г/т, серебра – от 0,5 до 2492 г/т. Содержание мышьяка сильно колеблется в зависимости от состава пробы: мышьяк 0,0...30%, сурьма 0,0...58%.

Также для понимания временных взаимоотношений Au-As и Au-Sb оруденения было проведено определение возраста Ag-Ag методом серицита из руд месторождений Лангвай и Фун Пук. Изотопно-геохронологические исследования проведены в центре коллективного пользования «Аналитический центр» Института Геологии и Минералогии СО РАН г. Новосибирска [1]. По полученным данным Au-Sb оруденение более раннее, оно образовывалось в среднем триасе, после этого в позднем мезозое (J3-K1) образовалось Au-As оруденение (таблица).

Таблица

**Возраст оруденения Лангвайского рудного узла (Ar-Ar метод)  
(анализы выполнены в АЦ ИГМ СО РАН, аналитик А.В. Травин)**

№	Месторождение	Вмещающие породы	Тип оруденения	Минерал	Возраст
1	Фун Пук	Сланцы (D)	Золото-сульфидно-кварцевый	Серицит из кварцевых жил с арсенопиритом и золотом	146,6±2,6
2	Лангвай	Сланцы (D)	Золото-сурьмяный	Серицит из кварц-карбонатных жил с пиритом и антимонитом	239,5±2,4

Литература

1. Борисенко А. С., Чанг Чонг Хоа, Неволько П. А. и др. Возрастные рубежи формирования золотого, сурьмяного и сурьмяно-ртутного оруденения Северного Вьетнама // Известия Сибирского отделения секции наук о Земле Российской академии естественных наук. Геология, поиски и разведка рудных месторождений. Выпуск 7 (33). – Иркутск, 2008. – С. 42–49.
2. Кочетков А.Я., Гатинский Ю.Г. и др. Золото-антимонитовая формация на юго-востоке Азии // Доклады академии наук. – 1997. – Том 355. – № 2. – С. 226–229.
3. Trần Trong Hòa et al. Intraplate magmatism of North Vietnam and related metallogeny. – Report of Vietnam-Russian Proj., 2005. – NFTech Arch. – 333 p.

**О ФОРМИРОВАНИИ КРИСТАЛЛИЗАЦИОННЫХ ПИРОМЕТРИЧЕСКИХ  
МИНЕРАЛИЗОВАННЫХ ЗОН (НА ПРИМЕРЕ ЕНИСЕЙСКОГО КРЯЖА)**

**А.А. Журавлева**

Научный руководитель доцент В.И. Стреляев

*Томский государственный университет, г. Томск, Россия*

Пироморфизм и сопряженные с ним преобразования пород в пироморфиты – явление грандиозное и масштабное по своим последствиям. Однако, пирометрические процессы являются наименее изученными. Тепло-, массоперенос при пироморфизме, в основном, осуществляется восходящими мантийными потоками [1].

Существует точка зрения, что одним из факторов перераспределения внутреннего тепла, является вращение конвективных потоков [3]. Вместе с тем, дальнейшие исследования показали, что важным механизмом тепло-, массопереноса является кристаллизационная пирометрическая структурная перестройка твердых тел [2], слагающих вулканно-плутонические комплексы. Вероятно, такие масштабные теплоэнергетические изменения представляют собой планетарные явления. Изучение данных явлений показало, что они порождены высоко-, средне- и низкоградиентными термохимическими аномалиями мантии, приведенными в соприкосновение с вмещающими различными частями (подошва, центр, кровля) Енисейского корового астенолита, в эпохи периодических тектонических движений.

*Таблица 1*

*Рудоносные структуры повышенных температур Нижнесухопитской плиты*

Показатель	Пакеты		
	ГФ	Ф	ОФ
Тип компоновки пакетов	Подошва астенолита		
Тип калибровки «муллит»-Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	17,23	16,56	14,94
Отклонение от равновесия в сторону мантии	0,7830	0,7246	0,5875
Суммарное содержание флюидов охлаждения	56	58	63
Суммарное содержание элементов нагрева	44	42	37
Массивы относительных интенсивностей [Au+As+Sb+S+C], г/т	690,36	3342,09	5523,90

**Пакеты-** **ГФ-** глиноземистых филлитов, **Ф-** филлитов, **ОФ-** окварцованных филлитов, обогащенных легкой серой в составе антимонита.

*Таблица 2*

*Промежуточные послерудные структуры умеренных температур Татарской призмы*

Показатель	Пакеты		
	Д	Б	Л
Тип компоновки пакетов	Центр астенолита		
Тип калибровки «муллит»-Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15,48	13,41	12,78
Отклонение от равновесия в сторону астенолита	3,34	4,26	5,25
Суммарное содержание флюидов охлаждения	77	81	84
Суммарное содержание элементов нагрева	23	19	16
Массивы относительных интенсивностей, г/т	1979,03	1111,04	756,04

**Пакеты -Д-** гранодиоритов, **Б-** биотитовых гранитов, **Л-** лейкократовых гранитов.

Таблица 3

## Послерудные структуры пониженных температур Тейской призм

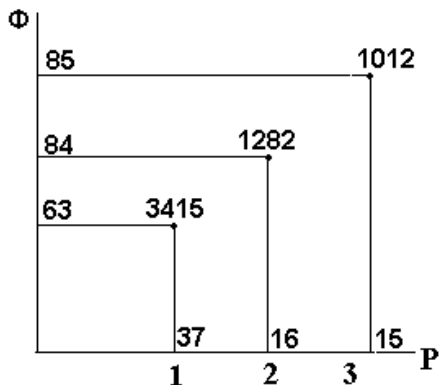
Показатель	Пакеты		
	Г	ГГ	МГГ
Тип компоновки пакетов	Кровля астенолита		
Тип калибровки «муллит»- $Al_2O_3$	14,94	12,99	12,71
Отклонение от равновесия в сторону астенолита	3,16	4,0	5,67
Суммарное содержание флюидов охлаждения	76	80	85
Суммарное содержание элементов нагрева	24	20	15
Массивы относительных интенсивностей, г/т	1245,13	1029,09	761,20

Пакеты – Г - гнейсов, ГГ - гранито-гнейсов, МГГ - мелкозернистых гранито-гнейсов.

Кристаллизационная пирометрическая структурная перестройка породных твердых тел сопровождается изменением их размеров и объемов тел и жидкостей под влиянием меняющегося неоднородного теплового поля мантии. Отсюда одноименный метод исследований основывается на измерениях размеров и объемов минеральных веществ и силикатных флюидов при термохимическом нагревании со стороны мантии и охлаждении со стороны корового астенолита.

Кристаллизационная пирометрическая структурная перестройка твердых породных тел непосредственно влияет на эффект энергохимического захвата элементов-узников, который, как показали исследования, наиболее интенсивно осуществляется в геодинамических обстановках высоких градиентов термохимической обработки подошвы корового астенолита со стороны мантийного факела (таблица 1). С увеличением охлаждения и объемов жидкостных флюидов ближе к поверхности эффект захвата резко понижается (таблица 2 и 3). Описываемая масштабная перестройка зон минерализации оказывается руководящей и при формировании самих массивов. Так, например, согласно ранним данным, гнейсы и гранито-гнейсы считались самыми древними метаморфитами в то время, как наши исследования показывают, что гнейсовидность пород тейской призм свидетельствует о неспокойной коллизионной обстановке дрейфа легких сильноподвижных потоков охлаждения в самый молодой временной отрезок рифея ( $R_3$ ). В связи с подвижностью увеличивается кинетическая энергия самих потоков, растворение и рассеивание полезных микроэлементов (более, чем в 3 раза по сравнению с Нижнесухопитской плитой).

В таблицах 1–3 приведены конкретные примеры и расчеты структурных параметров воздействия мантийных факелов на различные части корового астенолита в зависимости от интенсивности полей мантии для отдельных отрезков рифейского времени в границах центральной и юго-восточной частях Енисейского кряжа (использованы анализы ОАО «Красноярскгеология» и ОИГГМ СО РАН).



На рисунке отражено изменение состава бинарных смесей и твердых растворов в ГДО повышенных (1), умеренных (2) и пониженных (3) температур пироморфизма (Ф - жидкостный флюид, Р - реститы призм, 3415...1012 – относительные интенсивности).

Структурные параметры и показатели термохимической обработки твердых тел со стороны мантии дают «тонкую» однозначную информацию о необратимых колебаниях атомов и молекул в структурах разной степени нагрева и охлаждения. Описание этих явлений важно не только для развития теории геологических тел, теории перестройки веществ в подвижных тектонических обстановках, нелинейной минерации и т.д., но и для повседневной геологической практики.

Структурное кристаллизационное пирометрическое изучение минерализованных колонн земной коры несомненно является инновацией. Нетрадиционный подход поможет в «тонкой» детализации (по программе ZEEMAN) и оптимизации процессов сравнительных геологических оценок рудных узлов и месторождений, что, в свою очередь, заметно экономит время и расходы на производство дорогостоящих ГРП.

## Литература

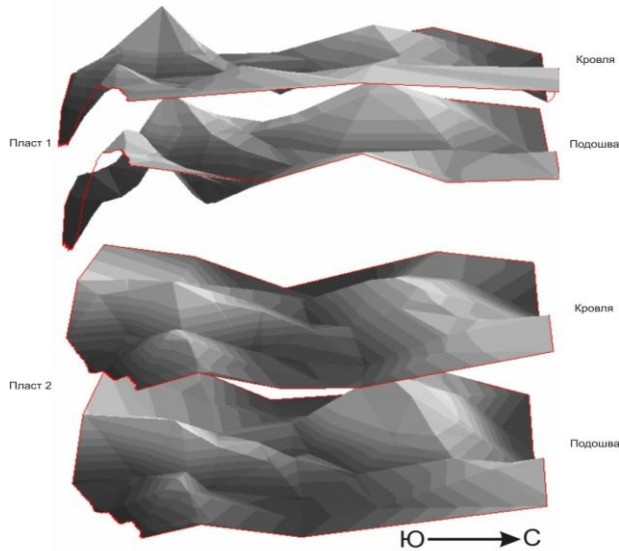
1. Добрецов Н.Л. Мантийные плюмы и их роль в формировании анорогенных гранитов // Геология и геофизика, 2003. – Т. 44. – № 12. – С. 1243–1261.
2. Киттель Ч. Введение в физику твердого тела. – М.: Наука, 1978. – 790 с.
3. Паскаль Ю. И., Стреляев В.И., Борисов С.С. О гравитационной дифференциации магматического расплава (термодинамика и кинетика). // Изв. вузов. сер. "Физика". – 1988. – 62 с.

**УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ СЮКЕЕВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ГИПСА  
(РЕСПУБЛИКА ТАТАРСТАН)**

**Р.И. Кадыров**

Научный руководитель доцент Р.Х. Сунгатуллин

Казанский государственный университет им. В.И. Ульянова-Ленина, г. Казань, Россия



**Рис. 1. Структурные поверхности кровли и подошвы  
верхнего и нижнего пластов гипса.  
Вертикальный масштаб увеличен в 50 раз.**

зеленовато-серой. Мощность верхнего пласта составляет 4,0...9,4 м.

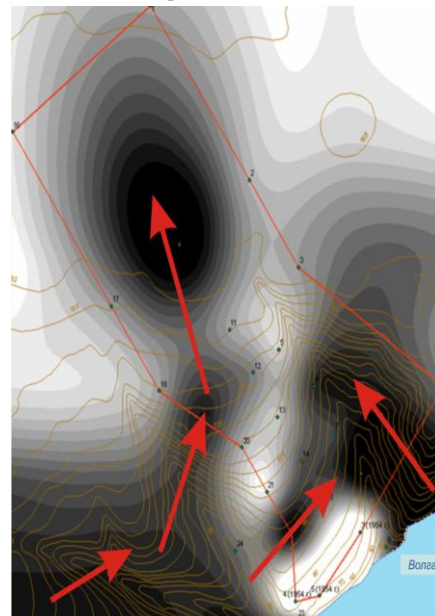
Для расшифровки генезиса Сюкеевского месторождения нами изучены тектонические особенности и венный состав гипсов и вмещающих пород. В структурном месторождение приурочено к самой верхней части Сюбрахиантиклинального поднятия, которое относится к рам седиментационного типа [2]. В основании последуются одиночные биогермные постройки (пиннаклы) ского века, образующие ядра брахиантклиналей [4]. По Л. М. Миропольского [3], Сюкеевское поднятие образует счёт вертикального движения блоков фундамента в нечский этап развития района.

Исследование структурно-тектонических оснований основывалось на данных по бурению скважин. Впервые трёхмерная модель Сюкеевского месторождения, а тактурные модели продуктивных пластов гипса (рис. 1). рую полученные результаты, можно выделить 3 небольтиклинали, которые чётко прослеживаются в обоих плаимеют изометричную форму и распределены неравноразмером структур в диаметре 90...250 м и высотой до По-видимому, антиклинали унаследовали структуру тационных объектов в более древних стратонах.

Таким образом, мнение о том, что в основании ского поднятия расположены биогермные постройки многом, нашло подтверждение, однако полностью ироль неотектонических движений всё-таки не стоит. В сти, здесь выявлено множество трещин, преимущесубвертикального направления [5]. В ряде случаев выплотность расположения трещин обуславливает формирупных блоков, что может свидетельствовать о нало-

Гипс – минерал класса сульфатов, имеющий эмпирическую формулу  $CaSO_4 \times 2H_2O$ . Благодаря своим уникальным свойствам, он широко применяется в различных областях. В связи с увеличением строительных работ в последние годы потребность в гипсе значительно возросла, в частности, для Казани как столицы Универсиады 2013.

Сюкеевское месторождение гипса расположено на правом берегу р. Волга, в Камско-Устьинском районе Республики Татарстан, в 77 км южнее г. Казань. Здесь широко развиты пермские отложения и особенно образования казанского яруса. Месторождение приурочено к нижнеказанскому подъярусу и включает два продуктивных пласта: нижний (№ 2) и верхний (№ 1). Нижний пласт состоит из гипса серого, плотного, мелкозернистого и перекрывается на всей площади месторождения слоем доломитов светло-серых, буровато-серых, плотных, с многочисленными включениями кристаллической серы, с гнездами и желваками кристаллического гипса и прожилками селенита. Мощность нижнего пласта составляет 7...10,1 м. Верхний пласт присутствует на всей площади месторождения и слагается гипсом белым и серовато-белым, кристаллическим, плотным, содержащим небольшие прожилки и включения доломита серого



**Рис. 2. Распределения MgO в нижнем продуктивном пласте Сюкеевского месторождения  
Чёрные области – максимальные концентрации MgO. Стрелки показывают направление притока морской воды в эвапоритовый бассейн  
Контуры – границы месторождения, точки – разведочные скважины**

и глины  
ет

сторожествен-  
плане  
кеевского  
структурных  
нахо-  
фламен-  
мнению  
вано за  
отектони-

бенностей  
построена  
же струк-  
Анализи-  
ших ан-  
стах. Они  
мерно с  
5...6 м.  
седимен-

Сюкеев-  
[2], во  
ключать  
частно-  
венно  
сокая  
рование  
женном

характере неотектонических движений.

Согласно последовательности отложения солей в эвапоритовых осадочных бассейнах, сначала в них начинают откладываться известняки и доломиты, затем, при дальнейшем повышении концентрации солей, из раствора выпадают кристаллы сульфатов [1]. При этом для карбонатов раствор достигает точки насыщения и их кристаллизация прекращается. Таким образом, повторное выпадение известняков и доломитов возможно лишь при притоке ионов магния и гидрокарбоната вместе с морской водой. В результате на гипсе снова начинают откладываться карбонаты, а затем опять гипс и ангидрит. Впоследствии, в известняке, оказавшемся между двумя слоями гипса, происходит частичное замещение ионов кальция на магний, и образуется доломит.

По данным химического анализа пород нижнего продуктивного пласта построена модель распределения содержания MgO (рис. 2). Модель создана путём межскважинной интерполяции методом натяжного сплайна в программном пакете ArcGis. В итоге, можно сделать вывод о том, что существенные концентрации MgO в нижнем пласте ассоциируются с прослоями и линзами доломита в гипсе, и пространственно отражают картину притока морской воды в эвапоритовый бассейн. Судя по модели, трансгрессия моря на данном участке происходила с юга, а не с севера, как предполагалось ранее. Учитывая также унаследованный характер залегания пластов (рис. 1), можно сделать вывод о том, что приток морской воды при формировании верхнего пласта происходил с юга на север.

Для оценки структурной упорядоченности вмещающих доломитов нами проведены исследования методом электронного парамагнитного резонанса. Определялось значение параметра  $\alpha = 15 I_{Mg} / I_{Ca}$ , отражающего степень заселенности позиций Mg и Ca в структуре минерала ионами марганца (Mn<sup>2+</sup>). Значение  $\alpha$  варьирует в невысоких показателях от 4,7 до 7,6, что свидетельствует о быстрой кристаллизации доломита. Также следует отметить следующий факт: значение  $\alpha$  при температурных отжигах 350<sup>0</sup> и 600<sup>0</sup>C резко возрастает, т.е. доломит при температурной обработке становится более чистым, окристаллизованным.

Исходя из вышеизложенного, определяющим структурным элементом в формировании Сюкеевского месторождения гипса следует считать наличие биогермных поднятий в отложениях каменноугольного и девонского периодов. Поиск подобных биогенных построек может привести к открытию других месторождений гипса. Важным палеогеографическим условием гипсообразования района исследования является приток в бассейн осадконакопления морских вод с нормальной соленостью. В дальнейшем предполагается более детальное исследование кристаллической структуры и химического состава гипса и доломита, что позволит найти кристаллохимические критерии для поисков гипсовых залежей.

#### Литература

1. Вахромеев С.А. Месторождения полезных ископаемых, их классификация и условия образования – Москва: Госгеолтехиздат, 1961. – С. 319–327.
2. Войтович Е.Д., Гатиятуллин Н.С. Тектоника Татарстана. – Казань: Изд-во КГУ, 2003. – 132 с.
3. Миропольский Л.М. Характеристика минерального комплекса и основных геохимических процессов в пермских отложениях у д. Сюкеево в Татарской Республике // Учёные записки КГУ. – Том 95. – Кн. 3–4. – Вып. 5–6. – Казань.: Изд-во КГУ, 1935. – 95 с.
4. Степанов В.П., Павлова Л.П., Абдуллин Н.Г. Тектоническое строение и перспективы нефтеносности Улеминского вала // Геология нефти и газа. – 1990. – № 4. – С. 4–17.
5. Геология Приказанского района. Путеводитель по полигонам учебных геологических практик / Под ред. А.И. Шевелева. – Казань: ЗАО «Новое знание», 2007 г. – 208 с.

### КРИТЕРИИ ТИПИЗАЦИИ И ПРОГНОЗНОЙ ОЦЕНКИ АНОМАЛЬНЫХ ГЕОХИМИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ В ЧУКОТСКОМ СЕГМЕНТЕ ОХОТСКО-ЧУКОТСКОГО ВУЛКАНОГЕННОГО ПОЯСА

И.А. Калько

*Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, г. Москва, Россия*

Объектом исследования являлась территория в пределах Охотско-Чукотского вулканогенного пояса, закрытая геохимическими съемками по вторичным ореолам рассеяния масштаба 1:50 000. На территории известно крупное золото-серебряное месторождение Купол, а также ряд мелких по масштабам оруденения объектов. Месторождение Купол относится к золото-серебряной рудной формации и характеризуется не самыми контрастными и обширными по площади аномалиями золота и элементов-спутников на территории района работ. Для объяснения этого факта были привлечены данные по геологическому строению территории, ландшафтные и геохимические данные, создана геолого-геохимическая модель строения АГХП различных типов оруденения.

В строении АГХП выделялись ядерная, промежуточная и внешние части (зоны). Ядерные части АГХП выделялись в аномальных контурах Au, Ag, Pb, Zn, As, Mo. Для каждого из элементов был выбран аномальный уровень содержания, включаемых в ядерные зоны: Au  $\geq$  0,1 г/т, Ag  $\geq$  3 г/т, Pb  $\geq$  500 г/т, Mo  $\geq$  20 г/т, As  $\geq$  200 г/т, Zn  $\geq$  500 г/т. В ядерные части объединялись аномалии элементов, характеризующиеся тесной пространственной корреляцией. В промежуточные зоны АГХП выделялись участки, прилегающие к ядерной части, на площади которых развиты средне- и слабоконтрастные аномалии рудных элементов, пространственно перекрывающиеся между собой. Внешняя зона АГХП включала пространственно разобщенные слабоконтрастные аномалии элементов. В одно поле объединялись аномалии, распространенные на близких по составу и возрасту геологических образованиях. Для ядерных, промежуточных и внешних зон АГХП определялись площади, средние



содержания элементов, коэффициенты концентрации, площадные и удельные продуктивности (отношение продуктивности к площади АГХП). Каждая из зон характеризовалась геохимической ассоциацией, представленной ранжированным рядом убывающих по степени концентрации элементов.

В результате литохимических съемок М 1:50000 в пределах изучаемой территории было выделено около 30 АГХП ранга рудных полей. Среди них выделяются шесть типов АГХП, для каждого из которых был выбран эталонный объект, чья рудно-формационная принадлежность достоверно известна. В ассоциациях АГХП эталонных объектов, представляющих ведущие типы оруденения, главную роль играют Au, Ag, Pb, Mo. Занимая первые места в ранжированных рядах, главные элементы, как правило, образуют наиболее крупные аномалии, которые являются определяющими при выделении рудных полей. АГХП, на площади которых развиты ведущие типы оруденения, имеют различную морфологию и внутреннее строение [1].

Структурно-морфологические особенности АГХП тесно связаны с геологическим строением и рудно-формационной принадлежностью объектов [2]. Во всех АГХП эталонных объектов выделяются внутренняя (ядерная), промежуточная и внешняя зоны, которые имеют различную морфологию, размеры, состав и степень концентрации главных и сопутствующих элементов.

Разработанные критерии типизации АГХП рудных полей приведены в таблице 1.

Удельные продуктивности главных и сопутствующих элементов в ядерных частях АГХП являются показателем концентрированности оруденения и указывают на его близость к промышленным кондициям. Удельные продуктивности Au в АГХП соответствующих типов убывают в ряду (табл. 2): золото-сульфосольный, собственно золотой – золото-сульфидно-кварцевый – золото-галенит-сфалеритовый, серебро-полиметаллический – молибден-порфиновый. Более высокие значения удельной продуктивности характерны для АГХП с узкими линейными ядерными зонами (жильный сульфосольный тип), менее высокие – для АГХП с крупными изометричными ядрами (штокверковое золото-сульфидно-кварцевое и собственно золотое оруденение), в то время как максимальные площадные продуктивности золота присущи последним.

Таблица 1

Геохимические критерии типизации АГХП рудных полей

Прогнозируемая формация (тип)	Главный элемент (спутники)	Корреляция с главным элементом	Au:Ag	AsSb	PbZn
				PbZn	CuMo
Золото-сульфосольный	Au, Ag (As)	Au-Ag-As-Sb-Pb	1:11	0,8	2
Золото-галенит-сфалеритовый	Au, Ag (Pb, Zn, As)	Au-Ag, Ag-Pb-Zn-Cu-Mo	1:150	0,08	9
Золото-серебро-полиметаллическая	Ag, Pb (Au, Cu, Zn)	Ag-Pb-Zn-Cu-Mo	1:130	0,002	51
Золото-сульфидно-кварцевая	Au (As, Ag, Pb, Zn, Bi)	Au-As-Pb	1:25	0,19	5
Собственно золотой	Au (As, Ag)	Au-Cu-Mo	1:3	0,21	2
Молибден-порфиновая	Mo (Au,Ag,Zn,As)	Mo-Au-Ag	1:30	0,09	0,4

Таблица 2

Геохимические характеристики эталонных АГХП

Элемент	Ядерная часть				Промежуточная зона				Внешняя зона			
	Кс	P		Δq, т/м/км <sup>2</sup>	Кс	P		Δq, т/м/км <sup>2</sup>	Кс	P		Δq, т/м/км <sup>2</sup>
		м <sup>2</sup> %	% от P <sub>об</sub>			м <sup>2</sup> %	% от P <sub>об</sub>			м <sup>2</sup> %	% от P <sub>об</sub>	
Золото-серебряная формация (сульфосольный тип, эталон – Купол)												
Au	31	29	70	0,6	11	7,6	19	0,05	8	4,4	11	0,01
Ag	7	1360	97	28	<2	22	2	0,13	<2	10	1	0,02
Золото-серебряная формация (золото-галенит-сфалеритовый тип, эталон – Токай)												
Au	9	9,3	63	0,15	3	1,9	13	0,01	3	3,5	24	0,01
Ag	16	881	81	14	3	153	14	1	<2	58	5	0,14
Pb	3	16250	81	258	<2	3490	17	20	<2	400	2	1
Серебро-полиметаллическая формация (эталон – Горностаевое)												
Au	6	35	39	0,2	3	18	20	0,05	2	37	41	0,02
Ag	12	1069	54	6	6	520	24	1,3	4	580	22	0,3
Pb	20	234600	66	1303	6	54000	15	138	3	68400	19	36
Золото-сульфидно-кварцевая формация (эталон – Малышка)												
Au	28	55	77	0,4	9	13	18	0,05	4	3	5	0,01
Ag	16	1044	74	8	5	273	19	1,1	2	85	7	0,14
Pb	6	97700	76	746	3	25200	20	99	2	6000	4	10
Собственно золотой тип оруденения (эталон – Пеледон)												
Au	34	74	87	0,6	10	3,5	4	0,04	5	7,2	9	0,01
Молибден-порфиновая формация (эталон - Снежный)												
Au	4	8	47	0,07	3	7	42	0,03	<2	2	11	0,005
Mo	17	18400	81	161	4	3050	13	14	3	1200	6	3

Геохимические критерии оценки ресурсов в АГХП рудных полей

Главные и сопутствующие элементы	Параметры АГХП				
	Кс	$\Delta q$ , т/м <sup>2</sup>	$P_{кд}$ , М <sup>2</sup> %	$P_{ср}$ , М <sup>2</sup> %	$P_{мелк}$ , М <sup>2</sup> %
Золото-сульфосольный, золото-галенит-сфалеритовый типы					
Золото	$\geq 30$	$\geq 0,5$	$\geq 30$	6,5-30	1,5- 6,5
Серебро	$\geq 10$	$\geq 20$	-	-	-
Золото-сульфидно-кварцевая формация, собственно золотой тип оруденения					
Золото	$\geq 100$	$\geq 0,5$	$\geq 200$	40-200	10 - 40
Серебро	$\geq 15$	$\geq 10$	-	-	-
Серебро-полиметаллическая формация					
Серебро	$\geq 15-100$	$\geq 30$	$\geq 8 \cdot 10^3$	$1,8 \cdot 10^3-8 \cdot 10^3$	$4 \cdot 10^2-1,8 \cdot 10^3$
Свинец	$\geq 40$	$\geq 3000$	$\geq 5 \cdot 10^5$	$1 \cdot 10^3-5 \cdot 10^5$	$2 \cdot 10^4-1 \cdot 10^5$
Молибден-порфировая формация					
Молибден	10-20	30-90	$1-4 \cdot 10^3$	-	-

Геохимические параметры эталонных АГХП послужили основой для определения критериев прогнозной оценки рудных полей, выявленных при проведении геохимических съемок по вторичным ореолам по сети 500×100 м.

Оценка масштаба запасов в прогнозируемых объектах определяется значениями площадных продуктивностей рудных элементов в АГХП. Абсолютные значения этого параметра рассматривались в увязке с конкретными типами оруденения. Разработанные критерии оценки коренного оруденения по параметрам ядерных частей АГХП (табл. 3) были использованы для прогноза оруденения на территории [1].

На изучаемой территории, выделено шесть типов АГХП и разработаны геолого-геохимические модели рудных полей, отражающие состав, структуру, параметры и условия локализации основных типов оруденения. Разработаны геохимические критерии определения рудно-формационной принадлежности. Определены геолого-геохимические критерии оценки масштабов прогнозируемого оруденения на основе параметров эталонных АГХП [1].

#### Литература

1. Калько И.А. Геохимические критерии выявления и прогнозирования золото-серебряного оруденения в чукотском сегменте Охотско-Чукотского вулканогенного пояса: Автореферат. Дис. ... канд. геол.-минер. наук. – Москва, 2009. – 29 с.
2. Николаев Ю.Н., Аплеталин А.В., Калько И.А. Геохимические параметры и критерии прогнозной оценки золото-рудных узлов и полей // Разведка и охрана недр. – Москва, 2008. – № 4–5. – С. 21–27.

### ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ БАЛКОВСКОГО ЭКЗОГЕННО-ЭПИГЕНЕТИЧЕСКОГО ИНФИЛЬТРАЦИОННОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ В ОТЛОЖЕНИЯХ СРЕДНЕГО-ВЕРХНЕГО МИОЦЕНА

Е.С. Малышева

Научный руководитель старший научный сотрудник Н.А. Соловьева  
 Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, г. Москва, Россия

Балковское месторождение расположено на территории Ростовской области и западной части республики Калмыкия. Она охватывает Волго-Донское междуречье, выраженное в рельефе асимметричной Ергенинской возвышенностью с абсолютными отметками до +200 м, с пологим западным склоном, расчлененным системой левых притоков р. Дона, и крутым – восточным, вдоль которого прослеживается субмеридионально вытянутая цепочка мелких озер, дающих начало овражно-балочной системе. Согласно гидрогеологическому районированию, с Ергенинской возвышенностью совпадает одноименный артезианский бассейн, характеризующийся локальными областями питания и разгрузки подземных вод.

Структурно-тектоническая позиция района Балковского месторождения определяется положением его в переходной активизированной части эпигерцинской Скифской плиты к докембрийской Русской платформе. Она представлена Донецким выступом и валом Карпинского, представляющими собой инверсионную структуру Днепровско-Донецкого авлакогена. В конце палеозоя вал Карпинского был осложнен субмеридиональными разломами, расчленившими его на ряд поперечных блоков. Структуры платформенного чехла имеют унаследованный характер развития. Так, в пределах Донецкого выступа и двух западных блоков – Куберлинского и Элистинского – располагается широтно вытянутая Гашунская впадина, наследующая Зимовниковскую палеозойскую депрессионную структуру, с параметрами 260×120 км. Восточная часть ее выражена Яшкульской мульдой, территориально совпадающей с Элистинским блоком, в пределах которого получила распространение ураноносная «рыбная» литофация, заключенная в майкопские отложения верхне-олигоцен-нижне-миоценового возраста – ( $P_3^3-N_1^1$ )<sub>mk2</sub><sup>2</sup> и слагающая, так называемое, Ергенинское рудное поле [4]. В современном рельефе Яшкульская мульда

представляет собой область перехода от склона Ергенинской возвышенности к Прикаспийской низменности с абс. отм. +140 - +60 м; в северо-восточном ее борту располагается Балковское месторождение. Положение его в общем структурно-геологическом плане территории обеспечило ему ряд особенностей, выделяющих этот объект из общего числа классических месторождений пластово- и грунтово-инфильтрационного типа. К ним могут быть отнесены необычные литолого-геохимические свойства пород, типы геохимических барьеров, характер развития рудоформирующих зон окисления, источники урана.

Балковское месторождение приурочено к отложениям среднего-верхнего миоцена ( $N_1^{2-3}$ ), объединенным в яшкульскую серию [1, 2]. Они подстилаются разновозрастными горизонтами майкопской серии олигоцена, а перекрываются с угловым и стратиграфическим несогласием глауконит-кварцевыми песчано-глинистыми регионально-окисленными породами ергенинской серии, датируемыми нижним плиоценом ( $N_2^1$ ).

В истории развития неогеновых отложений фиксируется 2 тектонических импульса. Первый проявился в предсреднемиоценовое время, когда после завершения длительной палеогеновой трансгрессии море отступило с территории вала Карпинского к югу, в пределы Маньчского прогиба. Палеогеновые отложения были выведены на поверхность, которая превратилась в приподнятую всхолмленную равнину и подверглась эрозивно-тектоническому расчленению с образованием глубоких (до 200 м) некомпенсированных прогибов. В результате часть палеогеновых отложений, в том числе майкопских, содержащих ураноносные «рыбные» литофации, была смыта, сохранившись лишь местами как в приподнятых, так и опущенных блоках погребенного палеогенового «фундамента» - Троицкое и Яшкульское месторождения и ряд мелких проявлений урана. Поверхность его подверглась и корообразованию, которое фиксируется в разрезе отдельных скважин, преимущественно, в пониженных участках палеорельефа, зоной дезинтеграции и желто-бурой каймой окисления мощностью до 0,5 м.

Яшкульские отложения формировались в условиях неогеновой морской трансгрессии, распространившейся по территории вала Карпинского вплоть до правобережья р. Дона. Области седиментации служили прибрежные и мелководные части морского бассейна. При этом поступающий с материка терригенный материал подвергался механическому и диагенетическому преобразованиям.

Второй импульс малоамплитудных движений произошел в предплиоценовое время и сопровождался образованием в пределах вала Карпинского купольных структур – Оватинского, Загистинского, Элистинского, Песчаного и др. – и расчленением Гашунской впадины на Хуторскую мульду на западе и Яшкульскую – на востоке. Возникновение купольных структур изменило общий план распространения яшкульских отложений, придав характеру их залегания долинообразную морфологию. Одна из таких палеодолин прослеживается к С-З от Яшкульской мульды между Оватинским и Загистинским куполами. В пределах мульды она расщепляется на несколько рукавов; во втором по счету от Оватинского поднятия располагается Балковское месторождение.

Наступившая вслед за поднятием эрозия сводовых частей купольных структур вывела на поверхность проницаемые отложения яшкульской серии, обеспечив активную гидродинамику подземных вод, в частности на склонах Яшкульской мульды и развитие в ней инфильтрационных окислительных процессов. Однако, продолжительность их и интенсивность была ограничена предплиоценовой же пенеппенизацией поверхности яшкульских отложений. Положение Яшкульского артезианского бассейна на территории водораздельного пространства с небольшими превышениями между областями питания и разгрузки подземных вод обеспечили ему слабонапорный гидродинамический режим с преимущественно нисходящей инфильтрационной системой.

Балковское месторождение расположено на южном склоне одноименной палеодолины и вытягивается вдоль нее на расстояние 5...7 км. Площадь месторождения совпадает с осложняющим склон продольным палеогеновым поднятием, являющимся реликтом погребенной поверхности майкопских отложений, с сохранившейся на нем от размыва ураноносной «рыбной» литофацией [3]. Объект приурочен к отложениям среднего-верхнего миоцена ( $N_1^{2-3}$ ), объединенным в яшкульскую серию. Они подстилаются разновозрастными горизонтами майкопской серии олигоцена, и перекрываются с угловым и стратиграфическим несогласием глауконит-кварцевыми песчано-глинистыми регионально-окисленными породами ергенинской серии, датируемыми нижним плиоценом ( $N_2^1$ ).

Урановое оруденение локализуется в области выклинивания зоны окисления и характеризуется низким качеством руд. В верхних водоносных горизонтах оно образует узкие прерывистые полосы вдоль линии ее выклинивания.

В отложениях загистинской свиты основные накопления урана связаны с «катунным» горизонтом. В роли восстановительного барьера и дополнительного источника урана выступает именно «катунная» ураноносная фация. В результате ее глубокой переработки и вовлечения в окислительно-восстановительный процесс интенсивность урановорудного образования возрастает. При пересечении зоной окисления кварцевых песков, в силу их низкой восстановительной способности и особенностей радиогидрохимической зональности, повышением  $\alpha$ -активности линия ее выклинивания не сопровождается. Растворенный в воде уран в разрезе «катунного» горизонта избирательно осаждается вблизи обломков или на их поверхности, формируя оруденение уровневого типа ленточно-пластовой морфологии с очаговым распределением в нем руды.

Масштабность оруденения зависит от минерального состава обломков, слагающих «катунную» фацию. На западе, где они преимущественно сидеритовые - оруденение забалансовое. К востоку по мере повышения франколитовых обломков ураноносность пород возрастает. Оруденение образует компактную залежь, где  $\alpha$ -активность пород достигает 300...400 мкр/час, со средними содержаниями урана по отдельным пересечениям - 0,01 % на мощность до 5 м.

Продуктивность загистинских отложений увеличивается за счет оруденения в верхней части нижней ритмо-пачки, локализующегося в области выклинивания нижнего языка зоны окисления. Среднее содержание

урана на мощность 3...4 м достигает 0,027 %. Фракционирование рудных проб показало преимущественное содержание урана в конкрециях гидроксил-апатита до 0,078 % против 0,028 % во вмещающих песках.

Электронно-микроскопическое изучение рудных проб из катунного горизонта показало присутствие на поверхности апатитизированного костного остатка слабокристаллизованных образований оксида урана. Он также присутствует на поверхности франколитовых обломков, часто в ассоциации с коффинитом и нингиоитом, имеющими форму глобул и веретенец и образующими сростки с апатитом. По данным электронно-микроскопического изучения рудных образцов с участка проявления диагенетической фосфатной минерализации и новообразований иллита уран представлен в основном выделениями коффинита и нингиоита, находящимися в ассоциации с апатитом и алюмосиликатами.

Как показали результаты лабораторного изучения геотехнологических свойств ураноносных пород, проведенного в условиях динамического инфильтрационного кислотного выщелачивания, рудные пробы характеризуются хорошей степенью выщелачивания урана от 40 до 90 %.

Таким образом, в условиях слабоактивизированного режима Русской платформы, основным признаком которого является вялая динамика рудоформирующей инфильтрационной системы, было образовано урановое оруденение, контролируемое зоной эпигенетического окисления. Необходимым условием при этом являлась геохимическая специализация вмещающих пород, которые одновременно служат и источником урана, и геохимическим барьером. В аналогичных геологических условиях таким источником могут быть первично ураноносные торфяники, магниты, бурые угли. Под влиянием наложенных окислительных процессов, они, вовлекаясь в инфильтрационный окислительно-восстановительный процесс, могут создавать небольшие месторождения урана технологически благоприятные для промышленного освоения.

#### Литература

1. Геология союза, том XLVI. – М.: Недра, 1970. – С. 135–154.
2. Застрожных А.С. Об объеме и возрасте Яшкульской серии на Южных Ергенях и в Приманычье // Геология и разведка № 2. – М.: Российский государственный геологоразведочный институт, 1995. – С. 18–22.
3. Столяров А.С., Ивлева Е.И. Ураново-редкометалльные месторождения, связанные с пластовыми концентрациями костного детрита рыб. – М.: Наука, 1995. – 187 с.

### ИЗМЕНЧИВОСТЬ ПАРАМЕТРОВ СЛЮДОНОСНЫХ ЖИЛ БОЛЬШЕ-СЕВЕРНОГО РУДНИЧНОГО ПОЛЯ

**Н.В. Мисюркеева**

Научный руководитель профессор А.П. Кочнев

*Иркутский государственный технический университет, г. Иркутск, Россия*

Больше-Северное рудничное поле входит в состав Мамской мусковитоносной провинции и находится на правом берегу реки Витим, в бассейне его притоков: реки Большой Северной и ручья Гремучего. Оно сложено метаморфическими породами согдиондонской свиты и контролируется Больше-Северной антиклиналью северо-восточного направления.

На площади рудничного поля известно около 300 жил. Они разведаны в основном с поверхности, частично буровыми скважинами на глубину, а некоторые отработаны в той или иной степени.

Для анализа изменчивости параметров выбраны жилы, у которых имеются более или менее достоверные значения всех трех основных параметров – длины, мощности и глубины. Для анализа параметров рассчитаны следующие показатели: стандартное отклонение ( $\Delta$ ), дисперсия ( $D$ ), коэффициент вариации ( $V$ ), эксцесс ( $E$ ) и асимметрия ( $A$ ) основных параметров слюдоносных жил (таблица). Также были построены графики изменчивости длины, мощности и глубины (рис. 1), отношения мощности к длине, отношения глубины к длине и мощности к глубине (рис. 2).

*Таблица*

*Статистические характеристики слюдоносных жил*

Показатели	L (длина)	M (мощность)	H (глубина)
Количество жил	163	171	62
min	12	1	2
max	275	38,9	600
среднее	70	4,4	62
$\Delta$ (стандартное отклонение)	47,67	4,23	83,36
$D$ (дисперсия)	2271,34	17,91	6949,05
$V$ (коэффициент вариации)	68,1	96,1	134,45
$E$ (эксцесс)	3,12	30,29	132,29
$A$ (асимметрия)	0,02	3,91	0,003

Все графики в основном имеют левоасимметричное распределение, то есть, приближающееся к логнормальному. Распределение значений длины является полимодальным, выделяются две группы: в одну попадают в

основном мелкие по длине жилы, их мода составляет от 41 до 60 метров, а в другую попадают более протяженные жилы, она более расплывчата, мода составляет от 161 до 180 метров. Большая дисперсия распределения длины указывает на широкий разброс данных.

Мощность является наиболее изменчивым параметром. Распределение значений мощности также является полимодальным, выделяется две группы: в одну попадают жилы с малыми мощностями, их мода составляет 2 метра, в другую – жилы с наибольшей мощностью, их мода 10 метров.

Данные по глубине еще менее достоверны, потому что по некоторым жилам глубина определяется не по данным разведки, а методом экстраполирования, путем подвески. Распределение значений глубины полимодальное. Выделяется две группы: в первую входят значения с наименьшей глубиной, мода от 1 до 10 метров, а во вторую значения с наибольшей глубиной, их мода составляет от 101 до 200 метров.

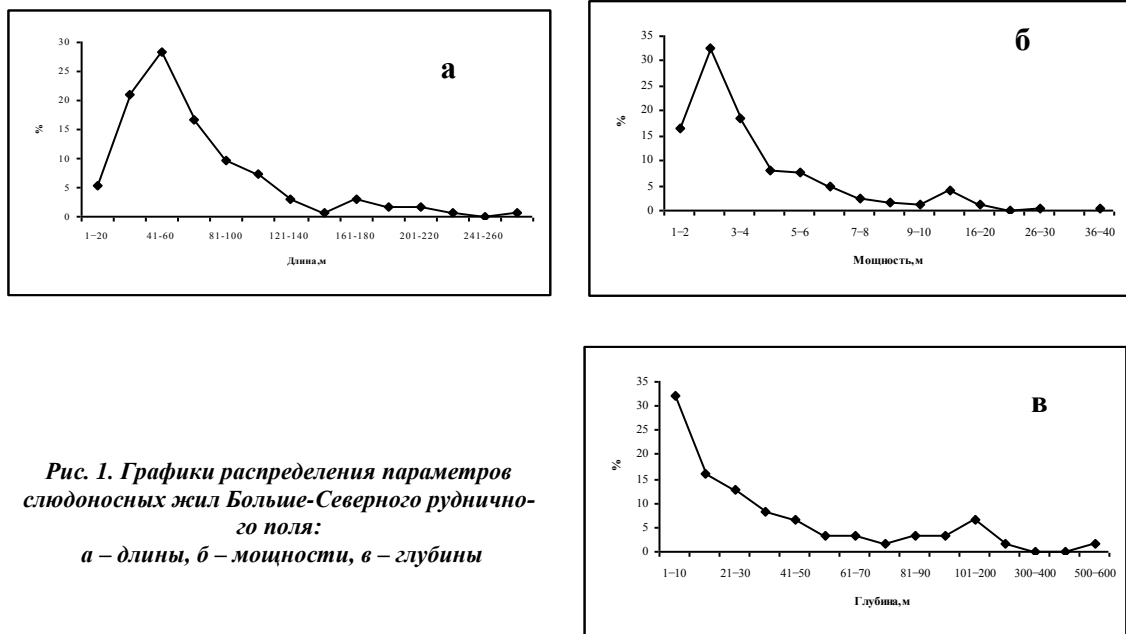


Рис. 1. Графики распределения параметров слодоносных жил Больше-Северного рудничного поля:  
а – длины, б – мощности, в – глубины

Расчет коэффициентов вариации показывает, что наиболее изменчивым параметром является глубина – здесь значение коэффициента вариации достигает более 100 %. Менее изменчива мощность. А наиболее выдержанное значение имеет длина.

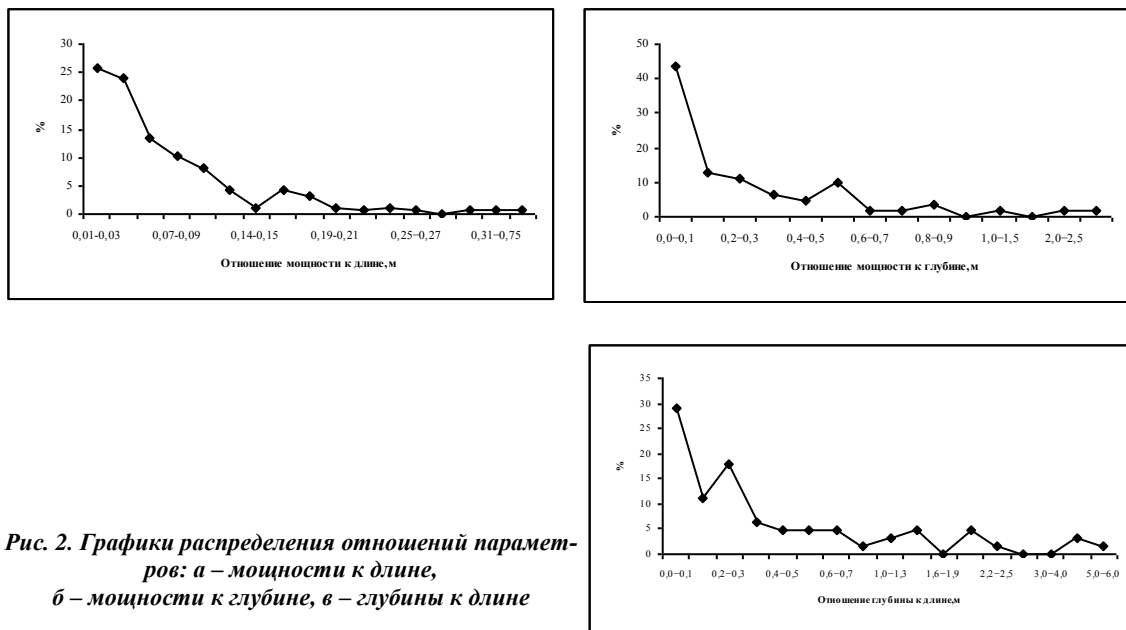


Рис. 2. Графики распределения отношений параметров:  
а – мощности к длине,  
б – мощности к глубине, в – глубины к длине

Изучена степень уплощенности-изометричности слюдоносных жил. Для выхода на поверхность – путем отношения мощности к длине, по простиранию и падению уплощенности – отношением мощности к глубине, изометричность по падению – путем отношения глубины к длине. Форма жил изменяется в зависимости от соотношения разных параметров. Эти соотношения можно оценить как степень уплощенности-изометричности в трех координатах – по простиранию, по падению и в плоскости жилы. Коэффициентом изометричности по простиранию является отношение мощности к длине, коэффициентом изометричности по падению – отношение мощности к глубине и коэффициентом изометричности в плоскости жилы является отношение глубины к длине,

Из анализа 171 жилы получается, что по степени изометричности можно выделить пять групп. В первую входят изометричные тела с коэффициентом 0,5...1, то есть длина превышает мощность в 1...2 раза. Вторая группа – прямоугольно-изометричные тела, с коэффициентом 0,2...0,5, то есть в 2...5 раз длина превышает мощность. В третью группу входят жилы с прямоугольным сечением, коэффициент изометричности 0,1...0,2, то есть длина превышает мощность в 5...10 раз.

Четвертая группа – это жилы с уплощенно-прямоугольным сечением, с коэффициентом изометричности 0,05...0,1, то есть длина превышает мощность в 10...20 раз. И в пятую группу входят уплощенные тела, коэффициент изометричности составляет 0,01...0,05, то есть длина превышает мощность в 20...100 раз.

Отношение мощности к длине имеет полимодальный характер распределения. Выделяются две группы: первая мода соответствует жилам с уплощенным сечением, вторая жилам с прямоугольным сечением.

### ТИПОМОРФНЫЕ ОСОБЕННОСТИ КРИСТАЛЛОМОРФОЛОГИИ ПИРИТА СУХАРИНСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ

Е.М. Михайлова, П.М. Адигешова

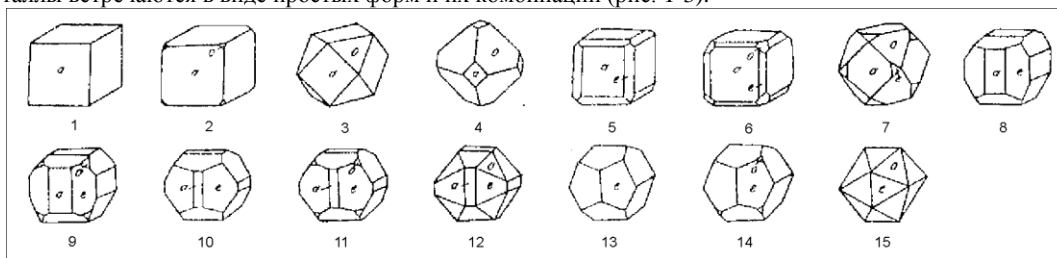
Научный руководитель заведующий лабораторией А.Я. Пшеничкин

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

Сухаринское рудное поле расположено в западной части Тельбесского железорудного района Горной Шории. Сложено отложениями самарской, сухаринской, мрасской и усинской свит [1]. На скарново-железорудное оруденение накладывается золото-сульфидная минерализация с пиритом, пирротинном, реже отмечаются арсенопирит, халькопирит, сфалерит, галенит, а также базовисмутин, тетрадимит, молибденит.

С целью выявления зональности рудного поля были изучены кристалломорфологические особенности пирита из разных минеральных ассоциаций и рудных тел, отобранного из отвалов карьеров и керн скважин. Изучение проводилось под бинокулярным микроскопом МБС-10 из фракции 0,5...0,25 мм, так как эта фракция наиболее полно характеризует морфологические особенности минерала [2]. Для количественной оценки распространенности выделяемых морфологических типов кристаллов (МТК) производился подсчет кристаллов методом дорожки под бинокулярным микроскопом. В каждой пробе набиралось до 50 кристаллов, производился подсчет встречаемости граней в комбинациях и определялся габитус кристаллов. Всего было изучено 37 проб пирита с отвалов карьеров и 68 проб из керн скважин.

При изучении кристалломорфологии пирита было установлено, что на кристаллах пирита из рудных тел и околорудных метасоматитов присутствует три формы: куб  $a\{100\}$ , пентагондодекаэдр  $e\{210\}$ , октаэдр  $o\{111\}$ . Кристаллы встречаются в виде простых форм и их комбинаций (рис. 1-3).



**Рис. 1. Морфологические типы кристаллов пиритов Сухаринского рудного поля с сочетанием граней куба –  $a\{100\}$ , пентагондодекаэдра –  $e\{210\}$ , октаэдра –  $o\{111\}$**

Грань (100) присутствует во всех комбинациях, является габитусной, ее встречаемость снижается только в пирит-пирротинных рудах. Грань (210) в комбинациях кристаллов развита умеренно, чаще всего встречаемость ее в комбинациях от 50 до 100 %, часто она хорошо развита и становится габитусной, увеличиваясь по направлению к рудному телу в околорудных метасоматитах и в рудных зонах. Более 60 % кристаллов составляют комбинации  $\{100\} + \{210\}$ . Встречаемость грани (111) в комбинациях кристаллов пирита составляет 4...9 %, она слабо развита, в основном у пиритов пирит-пирротинных руд. Часто в комбинации кристаллов присутствуют не все грани. Лишь у кристаллов пиритов участков Романовско-Кедровский и Самарский V грань (111) становится габитусной. Грани пентагондодекаэдра и октаэдра у кристаллов пиритов из околорудных метасоматитов встречаются чаще, чем у пиритов руд, однако комбинационные их типы встречаются только на участке Романовско-Кедровский. В зависимости от преобладающего развития граней в комбинациях выделено 6 габитусов: кубический, куб-пентагондодекаэдрический, пентагондодекаэдрический, куб-октаэдрический, пентагон-октаэдрический, октаэдрический (рис. 2).

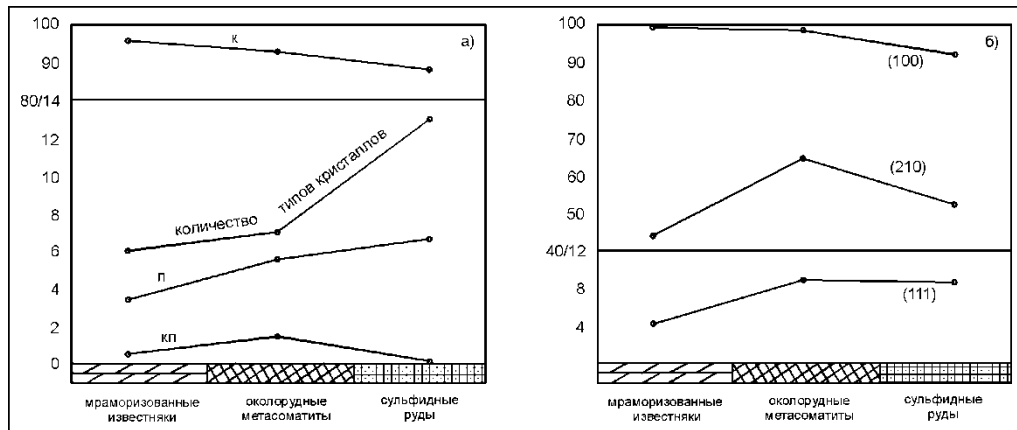


Рис. 2. Изменение встречаемости габитусов (а) и граней в комбинациях кристаллов пирита (б) (в %) в разных минеральных ассоциациях Сухаринского рудного поля: габитусы: К – кубический, КП – куб-пентагондodeкаэдрический, П – пентагондodeкаэдрический

В зависимости от простых форм, входящих в комбинации, и развитости граней для Сухаринского рудного поля выделено 15 морфологических типов кристаллов (МТК) пирита (рис. 1). Максимальное их количество приурочено к продуктивным минеральным ассоциациям. Увеличение ассортимента кристаллов происходит за счет появления в комбинациях слабо (а местами и преимущественно) развитых граней (210) и (111) в пиритах руд. Частота встречаемости отдельных типов кристаллов колеблется от долей % до 35 % (табл., рис. 3). При этом наибольшую морфологическую устойчивость имеют главные МТК № № 1 и 5 с частотой встречаемости кристаллов до 30...35 %, второстепенную роль играет 2-ой МТК с частотой встречаемости до 4 %. Доля остальных МТК пиритов редко превышает 2 %, зато количество их достигает 12.

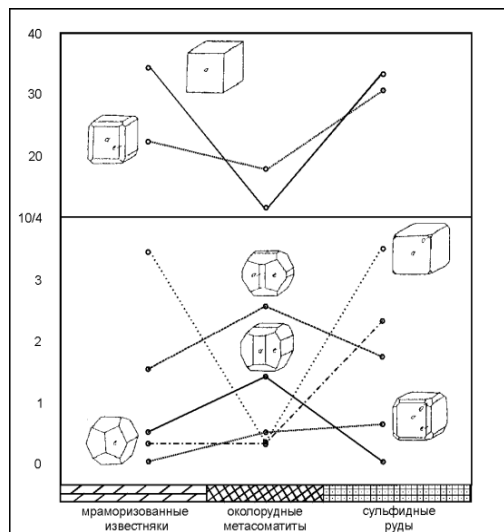


Рис. 3. Частоты встречаемости наиболее распространенных морфологических типов кристаллов пиритов Сухаринского месторождения

Пириты околорудных метасоматитов отличаются от пиритов руд более правильными кристаллами, обладающим кубическим габитусом и меньшим в 2 раза набором МТК. По направлению к рудному телу в метасоматитах увеличивается количество кристаллов куб-пентагондodeкаэдрического и пентагондodeкаэдрического габитусов. В рудных интервалах появляются кристаллы пентагон-октаэдрического и октаэдрического габитусов.

С глубиной рудных тел и с востока на запад от участка Аргыш-Таг Южный к участку Самарский V на кристаллах пиритов намечается закономерное увеличение частоты встречаемости граней октаэдра в комбинациях и смене куб-октаэдрического на пентагондodeкаэдрический и октаэдрический габитусы. Роль кристаллов пирита кубического габитуса в этом направлении уменьшается. Установлено, что наибольшее количество МТК пирита встречается на Романовско-Кедровском участке (11 МТК), а наименьшее – на Самарском I-II (3 МТК).

Таблица

Частота встречаемости (в %) морфологических типов кристаллов, граней в комбинациях и габитусов пиритов в рудах и породах Сухаринского месторождения

		Вмещающие породы	Околорудные метасоматиты	Сульфидные руды
МТК	1	34,8	11,1	33,0
	2	3,4	0,3	3,5
	5	22,8	18,1	30,7
	6	0	0,5	0,6
	8	0,5	1,4	0
	10	1,6	2,6	1,7
	13	0,3	0,3	2,3
		МТК 3 – 0,1	МТК 7 – 4,7	МТК 4 – 0,3, МТК 9, 15 – 0,2, МТК 11 – 0,5, МТК 12 – 0,1, МТК 14 – 1,6.
Грани	(100)	99,9	99,7	91,6
	(210)	43,1	64,5	51,9
	(111)	4,1	8,9	8,5
Габитусы	{100}	96,2	92,9	88,9
	{210}	3,3	5,7	6,3
	{100}+{210}	0,5	1,4	0
				{111} – 0,3, {210}+{111} – 0,2.

Таким образом, на основании изучения кристалломорфологии пирита можно сделать вывод, что эрозионный срез руд Сухаринского месторождения увеличивается в юго-западном направлении от участка Аргыш-Таг Южный к участку Романовско-Кедровский и что рудные тела месторождения вскрыты в средних их частях и имеют перспективы на глубину.

#### Литература

- Кузьмин Г.И. Литолого-петрографическая характеристика рудовмещающих отложений Сухаринского рудного поля // Проблемы генезиса, закономерности размещения и перспективы железоруднения Алтае-Саянской складчатой области. – Новосибирск, 1974. – С. 119–128.
- Пшеничкин А.Я. Кристалломорфология пирита и ее использование в практике поисково-разведочных работ // Геология и геофизика. – 1989. – № 11. – С. 65–75.

### ЗОНАЛЬНОСТЬ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПИРИТА СУХАРИНСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ

Е.М. Михайлова, К.К. Ахметова

Научный руководитель заведующий лабораторией А.Я. Пшеничкин  
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Изучению термоэлектродвижущей силы (термо-ЭДС) пирита придается большое значение в связи с возможностью получения дополнительной информации об условиях формирования рудных месторождений, изучения их зональности и оценки уровня эрозионного среза рудных тел, а также использования изменчивости этого параметра в зонах метасоматической проработки как поискового признака [4].

Для определения термо-ЭДС были отобраны монофракции пирита из проб-протолок весом 2...2,5 кг, взятых с отвалов карьеров и керн скважин из различных минеральных ассоциаций Сухаринского рудного поля. Изучение проводилось на установке, разработанной в лаборатории геологии золота ТПУ, смонтированной на бинокулярном микроскопе МБС-10, приспособленной для измерения термо-ЭДС минералов с размером зерен 0,1-1,0 мм [4]. Электроды использовались латунные, измерение осуществлялось при постоянной разности температур между холодным и горячим электродами в 150<sup>0</sup>С. Калибровка прибора проводилась по галениту, который имеет только дырочный тип проводимости. Время одного замера 15-20 сек. В каждой пробе замерялась термо-ЭДС 20-30 зерен и кристалликов пирита, результаты заносились в журнал, подсчитывались средние значения ЭДС и доли электронной и дырочной проводимостей (табл. 1). Всего выполнено 1378 замеров термо-ЭДС пирита.

Работами А.Я. Пшеничкина [4] и других исследователей было установлено, что термо-ЭДС закономерно изменяется от пиритов с дырочной проводимостью из низкотемпературных минеральных ассоциаций и верхней части рудных тел к пиритам с электронно-дырочной проводимостью из среднетемпературных ассоциаций и средних частей рудных тел и к пиритам с электронной проводимостью из высокотемпературных минеральных ассоциаций и прикорневых частей рудных тел.

При обработке измерений термо-ЭДС в Сухаринском рудном поле было выделено три типа проводимости пиритов: 1) с преобладающей электронной проводимостью (-n), 2) с равным соотношением электронной и дырочной проводимости, 3) с преобладающей дырочной проводимостью (+p). При этом для различных мине-



ральных ассоциаций рудного поля установлено следующее: для пиритов из вмещающих пород свойственны 2-й и 3-й типы, для пиритов из метасоматитов – все три типа, а для пиритов из руд – 1-ый и 2-ой типы проводимости (табл. 2).

Пириты рудных тел и околорудно измененных пород характеризуются значительным разбросом значений разности потенциалов (10...70 мВ), близкими в большинстве случаев средними положительными (33...41 мВ) и отрицательными (-17...29 мВ) значениями термо-ЭДС (табл. 2). При этом наблюдается тенденция уменьшения средних значений термо-ЭДС пиритов (как *p*-, так и *n*-типов) от карбонатно-пиритовой ранней ассоциации к пиритам из околорудно-измененных пород и к рудным пиритам (рисунок). Доля электронной проводимости в пиритах из метасоматитов по направлению к рудным телам увеличивается в 2,5-3 раза, а доля дырочной проводимости – сокращается.

С глубиной средние значения термо-ЭДС и доля *n*-пиритов на участках рудного поля изменяются волнообразно с максимумами на горизонтах, обогащенных продуктивной минерализацией, подобно кристалломорфологическим особенностям пиритов [3].

С помощью рангового коэффициента корреляции Спирмена [1] было установлено, что между кристалломорфологическими [3] и термоэлектрическими свойствами пирита в метасоматитах и рудах существует значимая положительная корреляционная связь (табл. 3).

Таблица 1

Термо-ЭДС пиритов из различных минеральных ассоциаций Сухаринского рудного поля

Участок	Минеральная ассоциация	(+ <i>p</i> ), мВ				(- <i>n</i> ), мВ				Доля (- <i>n</i> ), %
		<i>n</i>	от	до	$x_{cp}$	<i>n</i>	от	до	$x_{cp}$	
Аргыш-Таг Южный	Магнетитовая руда с редким пиритом в мраморизованном известняке	41	15	60	37					0
	Сплошной пирротин с редким пиритом, арсениопиритом	42	10	60	35					0
	Пирит крупнокристаллический с кварцем и роговой обманкой	21	40	55	49					0
Сухаринка Левобережная	Магнетитовая руда с редким пиритом, пирротинном	34	10	60	36	21	5	20	25	39
	Пирит с редким пирротинном в мраморизованном известняке	47	10	60	37	21	15	25	19	31
	Редкий пирит в сплошном пирротине в мраморизованном известняке	21	30	55	49	8	10	25	17	28
Участок Романовско-Кедровский	Редкая вкрапленность пирита в мраморизованном известняке	126	11	65	41	14	11	30	18	10
	Агрегат пирита в мраморе	52	10	65	36	30	10	30	19	37
	Пирит мелкозернистый в хлоритизированном мраморе, насыщенном магнетитом	115	18	66	39	10	11	31	17	8
	Вкрапленность пирита в пирротиновой руде	34	15	64	34	36	5	46	20	51
	Пиритовая руда с реликтами мрамора	20	19	56	38	7	10	28	19	26
	Магнетитовая руда с редким пиритом, пирротинном, кварцем	21	10	45	32					
	Пирит, арсениопирит в кварцево-карбонатной жиле	42	15	60	37					
Участок Самарский I-II	Редкая вкрапленность пирита в мраморизованном хлоритизированном известняке	12	38	61	52	5	12	26	18	29
Участок Самарский V	Сплошной пирит в мраморе	46	10	51	29	20	5	30	16	30
	Пирит в хлоритизированном мраморе	57	10	62	43	15	10	29	19	21
	Сфалерит-пиритовая руда, с вкрапленностью магнетита	31	21	66	37	7	12	31	22	18
	Вкрапленность пирита в пирротиновой руде	18	11	67	36	55	13	50	29	75
	Пирит-пирротинная руда	30	10	52	30	41	5	67	23	58
	Пиритовая руда с реликтами мрамора	15	10	35	17	29	13	46	25	66
Карьер Известковый	Пирит мелкозернистый в измененной дайке	42	15	50	37					
	Пирит мелкозернистый в мрамориз. известняке	21	15	40	30					

Таблица 2

Изменение средних значений термо-ЭДС и типов проводимости пиритов из разных минеральных ассоциаций

Минеральные ассоциации	Средние значения термо-эдс, мВ		Доля проводимости, %		Типы проводимости
	(+ <i>p</i> )	(- <i>n</i> )	(+ <i>p</i> )	(- <i>n</i> )	
Мраморизованные известняки	41	19	80	20	1, 2
Метасоматиты	26	17	51	62	1, 2, 3
Руды	21	16	44	51	2, 3

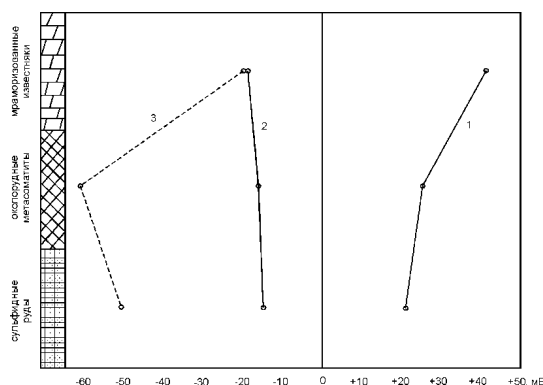


Рисунок. Изменение средних значений термо-ЭДС (1,2) и доли электронной проводимости пирита (3) в зависимости от типа пород и руд

Таблица 3

Корреляционная связь между термоэлектрическими и кристалломорфологическими свойствами пиритов рудного поля

№№ п/п	Габитус кристаллов	Коэффициент корреляции			
		метасоматиты		руды	
		<i>p</i> -пириты	<i>n</i> -пириты	<i>p</i> -пириты	<i>n</i> -пириты
1	Кубический	+0,03	+0,48	+0,38	-0,08
2	Пентагондодекаэдрический	+0,48	+0,03	+0,07	+0,24
3	Куб-пентагондодекаэдрический	+0,40	+0,15	-	-
4	Пентагон-октаэдрический	-	-	+0,38	+0,13
5	Октаэдрический	-	-	+0,10	+0,40

Преобладающий электронно-дырочный тип проводимости и кубический габитус кристаллов пирита, а также зональное изменение его термоэлектродвижущих и кристалломорфологических свойств [2, 3] с глубиной рудных тел позволяют сделать заключение, что рудные участки Сухаринского рудного поля вскрыты эрозией в их средних частях и имеют значительные перспективы на глубину.

#### Литература

1. Ворошилов В.Г. Математическое моделирование в геологии: Учебное пособие. – Томск: ТПУ, 2001. – 124 с.
2. Коробейников А.Ф., Нарсеев В.А., Пшеничкин А.Я. и др. Пириты золоторудных месторождений (свойства, зональность, практическое применение) – Москва: ЦНИГРИ, 1993. – 213 с.
3. Михайлова Е.М., Селин О.П. Кристалломорфологические и термоэлектрические особенности пиритов рудопроявлений Сухаринского железорудного месторождения // Проблемы геологии и освоения недр: Сборник научных трудов XI международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых ученых. – Томск: ТПУ, 2007. – С. 73–76.
4. Пшеничкин А.Я. Термоэлектрические свойства пиритов некоторых золоторудных месторождений различных типов // Известия ТПИ. – Томск, 1977. – Т. 242. – С. 74–78.

### ЗОЛОТОЕ ОРУДЕНЕНИЕ ПАРТИЗАНСКОЙ И РЫБИНСКОЙ РУДНЫХ ЗОН (ЕНИСЕЙСКИЙ КРЯЖ)

П.А. Неволько

Институт геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН, г. Новосибирск, Россия

Партизанская и Рыбинская рудные зоны расположены на правом берегу р. Ангары и входят в состав Южно-Енисейского рудного района (рис. 1). Геологическая позиция Южно-Енисейского золотоносного района определяется его приуроченностью к осевой части Центрального антиклинория Енисейского кряжа. Ведущими промышленными формациями золота в этом районе являются: золотокварцевая (Аяхтинское, Васильевское, Герфедское), золотосульфидная (Боголюбовское, Попутинское) и золотосурьмяная (Удережское, Раздольнинское) [5].

Руды Васильевского месторождения представлены кварцевыми малосульфидными жилами и сопутствующими им окварцованными и сульфидизированными сланцами, алевролитами и их разновидностями. По объему чисто кварцевые руды составляют в рудных телах 50...70 %. Рудные минералы представлены, в основном, пиритом и арсенопиритом. Васильевское месторождение является типичным представителем золотокварцевой жильной формации.

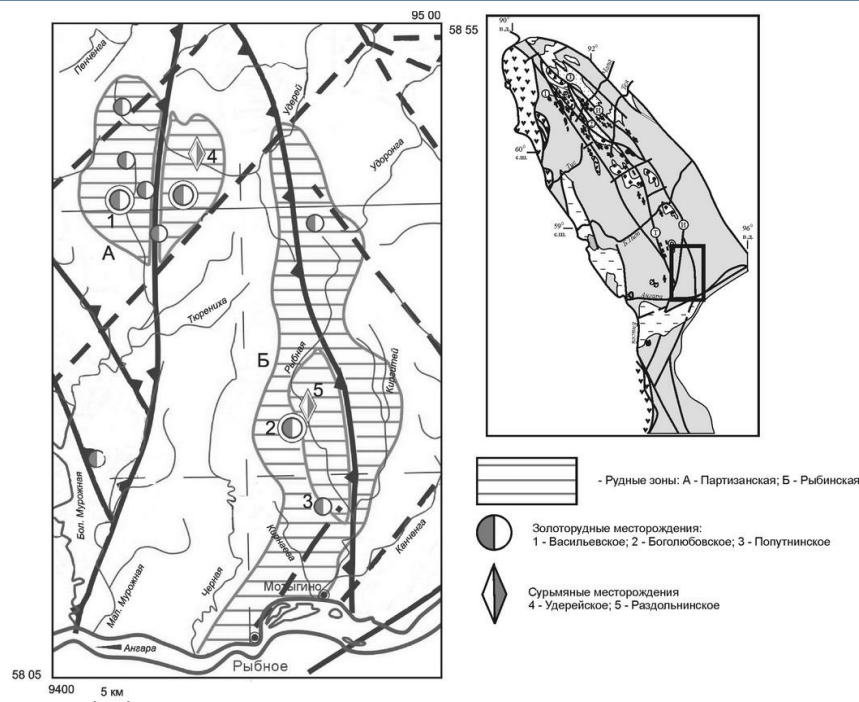


Рисунок. Геологическая схема Партизанской и Рыбинской рудных зон (по данным [2, 5])

Попутнинское и Боголюбовское месторождения относятся к прожилково-вкрапленному золотосульфидному типу оруденения. Золотые руды этих месторождений также не характеризуются особым разнообразием. Главные рудные минералы на этих месторождениях – пирит и арсенипирит.

Удере́йское и Раздольнинское месторождения являются сурьмяными золотосодержащими. Золотое оруденение на этих объектах проявлено в виде типичной для региона сульфидной (в большей мере арсенипиритовой) вкрапленности в углистых сланцах удере́йской свиты. Золотые руды этих месторождений рассеяны большим количеством мощных кварцевым жил с антимонитом и бертьеритом.

Более подробно минеральный состав рассматриваемых месторождений приведен в таблице.

Особый интерес представляет сурьмяная минерализация, проявленная на всех типах золоторудных месторождениях района. Она развита с разной интенсивностью – от секущих жил и отдельных зон метасоматитов с антимонитом (Васильевское, Боголюбовское, Попутнинское) до самостоятельных золото-сурьмяных (Удере́йское) и собственно сурьмяных (Раздольнинское) месторождений. Проблема ее генезиса и ее роль в формировании разных по масштабам месторождений остается во многом нерешенной. Неясно, является ли она поздней наложенной и не связанной с основным золоторудным процессом или представляет собой минеральную ассоциацию заключительных стадий единого процесса формирования золото-сурьмяного оруденения. Данная работа посвящена особенностям минерального состава сурьмяной ассоциации на различных месторождениях Партизанской (Васильевское золото-кварцевое и Удере́йское золото-сурьмяное месторождения) и Рыбинской (Попутнинское и Боголюбовское золото-сульфидные и Раздольнинское сурьмяное месторождения) рудных зон.

Для Васильевского золото-кварцевого месторождения характерно присутствие антимонита в виде поздних секущих кварц-карбонатных прожилков [4].

На золото-сульфидных Попутнинском и Боголюбовском месторождениях сурьмяная ассоциация представлена секущими кварц-карбонатными жилами с антимонитом, бертьеритом, тетраэдритом и ульманитом и ассоциацией *Vi*-содержащего бурнонита, тетрадрита, ульманита и *Sb*-содержащего самородного висмута. Интересным фактом можно считать находку весьма редкого сурьмосодержащего самородного висмута (*Sb* до 15 %) в рудах Боголюбовского месторождения, где он ассоциирует с галенитом, халькопиритом и *Vi*-содержащим бурнонитом. В природе такой минерал встречается крайне редко.

Для золото-сурьмяного Удере́йского и сурьмяного Раздольнинского месторождения характерны: 1) сурьмяные парагенезисы обособленных антимонитовых жил; 2) реакционные парагенезисы минералов сурьмы, образовавшиеся за счет замещения ранних сульфидов при воздействии на них поздних растворов, содержащих сурьму.

Парагенезисы первой группы представлены, в основном, антимонитом и бертьеритом [1, 3]. Ассоциация сурьмяных минералов в пространственно совмещенных золото-арсенипиритовых и антимонитовых рудах включает в себя широкий спектр минералов сурьмы: антимонит, бертьерит, тетраэдрит и ульманит, джемсонит, гудмундит, халькостибит, самородную сурьму и ауристибит. Такая полнопроявленная ассоциация сурьмяных минералов чаще всего встречается на контакте ранних золото-пирит-арсенипиритовых руд и антимонитовых жил и зон. Причем количество и состав сульфосолей *Cu* и *Pb* часто в таких рудах определяется геохимическими особенностями ранних сульфидных руд и соотношением в них *Cu*, *Pb*, *Ni*, *Co* и других элементов.

Минеральный состав руд

Рудные формации	Месторождения	Минеральный состав руд																																	
		Рудные																	Жильные																
		Золото	Висмут	Сурьма	Серебро	Арсенопирит	Пирит	Пирротин	Халькопирит	Галенит	Сфалерит	Пентландит	Висмутин	Антимонит	Бертьерит	Гудмурит	Джемсонит	Тетраэдрит	Пирактит	Халькостибит	Буланжерит	Ульманит	Брейтгауптит	Бурнонит	Кинсварь	Кобальтин	Ауростибит	Электрум	Шеллит	Кварц	Кальцит	Сидерит	Серпидит	Флюорит	Цоизит
Золото-кварцевая	Васильевское	●			○	●	●	○	●	○			○				○												●	●	○	○			●
Золото-сульфидная	Попутнинское	●			●	●	○	○				●	●			●						○							●	●	○	○			●
	Боголюбовское	●	○		●	●	○	○	●	○			○	○			○						○						●	●	○	○			●
Золото-сурьмяная	Удере́йское	○		○	●	●	○	○				●	●				○	●		●					○			●	●	○	○			○	
	Раздольнинское	○			●	●	○	○				●	●							○								●	●	○	○			○	

● Главные    ● Второстепенные    ○ Редкие

Полнопроявленная ассоциация сурьмяных минералов встречается в случаях совмещения ранних руд и сурьмяного парагенезиса. При пространственном обособлении от ранних сульфидных руд сурьмяные жилы сложены только антимонитом и в меньшей степени бертьеритом.

В целом на месторождениях сульфосоли характеризуются достаточно «чистым» химическим составом в отношении элементов-примесей. По многочисленным определениям химического состава минералов на микрозонде Camebax-Micro (ИГиМ СО РАН, аналитик Л.Н. Поспелова) из примесей в сульфосолях был обнаружен лишь Bi, входящий в бурнонит (Боголюбовское месторождение) в количестве до 5 мас.%. Hg, As, Cd и другие характерные элементы-примеси в сульфосолях определены не были.

#### Литература

1. Бергер В.И. Сурьмяные месторождения. – Недра, 1978. – 295 с.
2. Бровков Г.Н., Ли Л.В., Корнев Т.Я. Геология и металлогения Енисейского рудного пояса. – Красноярск, 1985. – 291 с.
3. Дистанов Э. Г., Оболенский А.А., Кочеткова К.В., Борисенко А.С. Удере́йское сурьмяное месторождение в Енисейском крае // Геология и генезис рудных месторождений юга Сибири. – Новосибирск: «Наука». – 1977. – С. 5–32.
4. Сердюк С.С., Комаровский Ю.Е. Васильевское золоторудное месторождение – эталон золото-кварцевой формации Енисейской металлогенической провинции. – Красноярск: ВНИИГиМС, 2002. – 120 с.
5. Сердюк С.С. Золотоносные провинции центральной Сибири: геология, минерагения и перспективы освоения. – Красноярск: КНИИГиМС, 2004. – 479 с.

### СТРУКТУРНЫЕ УСЛОВИЯ ЛОКАЛИЗАЦИИ ОРУДЕНЕНИЯ ТЕРТЕРАСАРСКОГО ЗОЛОТОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (ЮЖНАЯ АРМЕНИЯ)

С.Э. Овакимян

Институт геологических наук Национальной Академии Наук Республики Армения, г. Ереван

Тертерасарское золото-сульфидное (золото-полиметаллическое) месторождение Личк-Айгедзорского рудного поля расположено на южном склоне Мегринского хребта. Месторождение приурочено к восточному борту Мегри-Тейской грабен-синклинали структуры и контролируется субмеридиональными разрывами восточных швов этой структуры.

В геологическом строении месторождения участвуют интрузивные образования Мегринского плутона – габбро-монзониты, а также гранодиориты и прорванные этими интрузивами вулканогенные образования верхнего эоцена, которые сохранились на южном фланге Тертерасарского месторождения в виде крупных останцов кровли. Они пропилитизированы, участками по ним отмечается развитие вторичных кварцитов. Рудовмещающие породы, в основном, представлены гранодиоритами. Характерным для Тертерасарского месторождения является развитие турмалина в интрузивных и вулканогенных образованиях, что связывается с адамеллит-гранодиоритовой фазой габбро-диорит-гранодиорит-граносиенитового комплекса Мегринского плутона.

Детальные исследования геологического строения, характера проявления рудной минерализации и состава руд на месторождении проведены Ш.О.Амиряном, Г.А. Туняном, Н.Д. Хачатряном [1]. Золото является сквозным элементом и проявляется во всех парагенезисах минералов, в том числе и в магнетит-гематитовом. Содержание золота по месторождению в среднем составляет 7,67 г/т, серебра 56,76 г/т.

Согласно [1] характер изменения пород (серицитизация, каолинизация, хлоритизация, эпидотизация, карбонатизация, турмалинизация, окварцевание и пиритизация), минеральный состав руд (пирит, халькопирит, галенит, сфалерит, арсенопирит, сульфосоли, теллуриды, самородное золото и др), и их геохимические особенности, позволяют предположить, что характер гидротермальных растворов изменялся в течении всего времени рудообразования.

Морфологически оруденение представлено кварцевыми жилами, гнездами, карманами, а также зонами прожилково-вкрапленной минерализации. Зоны имеют выдержанный характер как в интрузивных породах, так и в вулканогенных образованиях кровли.

Промышленный интерес представляют зоны брекчирования и смятия, прослеживающиеся в северо-восточном направлении, а также рудные зоны, имеющие север-северо-восточное и близмеридиональное простирание [2, 4]. В настоящее время на месторождении горными выработками вскрыто и изучено 4 жильно-прожилковые рудные зоны, значительно различающиеся по мощности (от нескольких десятков сантиметров до одного метра и более). Наибольший интерес представляют I и III рудные зоны, которые имеют северо-восточное простирание ( $60...65^{\circ}$ ), с крутыми встречными падениями  $80...85^{\circ}$  в северные и южные румбы. Расположены они под острым углом ( $40...45^{\circ}$ ) к рудоконтролирующему Тертерасарскому разлому [3]. Вторая и четвертая зоны ориентированы на север-северо-восток до  $25^{\circ}$ , близпараллельно к Тертерасарскому разлому. Последние из отмеченных зон не несут существенной минерализации и сейчас не эксплуатируются. Рудная зона IV прослеживается, в основном, в останце вулканогенных образований нижнего эоцена на южном фланге месторождения.

Как зоны, так и жилы по простиранию прослежены выработками на несколько сот метров, по падению – на 250...300 м. Рудная минерализация как в зонах, так и в жилах, распределена неравномерно. Изменения минерального состава прослеживаются и в пределах отдельно взятой зоны: так юго-западный фланг первой рудной зоны характеризуется развитием полиметаллической минерализации, а северо-восточный – пирит-халькопиритовой.

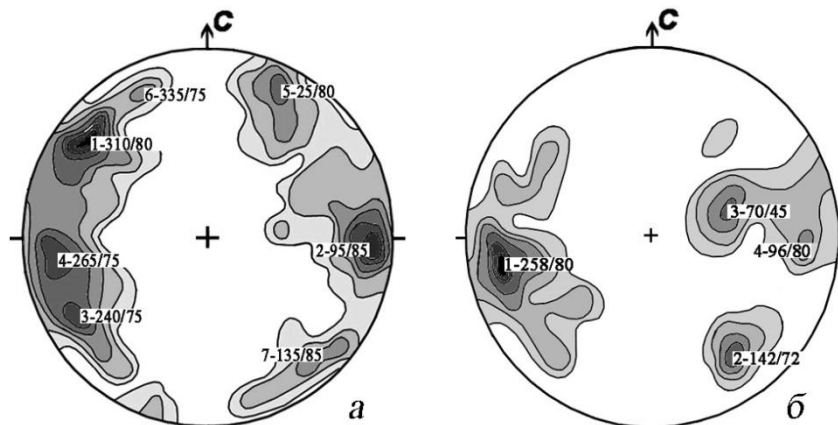
Рассматриваемые жильно-прожилковые рудные зоны имеют сложное строение, обусловленное проявлением секущих разрывных нарушений различной мощности. По этим же структурам наблюдаются и пострудные смещения.

Определенное представление о внутреннем строении и морфологии рудовмещающих зон можно составить на основе диаграмм, отражающих пространственное положение крупных и мелких зон смятия и сдвигов, рудовмещающих разрывов и рудных прожилков.

Характер развития минерализованных разрывных нарушений на горизонтах штолен № 1 (1950,3 м), № 3 (1871 м), № 4 (1793,83 м), № 6 (2004,2 м) и № 7 (2046,3 м), вскрывших и прослеживающих первую рудную зону Тертерасарского месторождения, и данные замеров по поверхности отражает диаграмма тектонической трещиноватости на рисунке. Здесь максимальная концентрация нормалей соответствует разрывам, ориентированным на северо-восток ( $40...50^{\circ}$ ) с крутым ( $75...80^{\circ}$ ) падением на северо-запад (максимум-1). Так ориентирована висячем боку Тертерасарского разлома первая рудная зона месторождения, падающая под крутым углом на северо-запад.

Согласно той же диаграмме, широкое развитие на месторождении имеют меридиональные и субмеридиональные системы разрывов. Преимущественное их падение – в западные румбы (аз.падения  $265^{\circ}$ , угол  $75^{\circ}$ , максимум-4, рисунок а). Эти же системы трещин имеют преобладающее развитие и несколько северней Тертерасарского месторождения на участке развития турмалинизированных гранитоидов Ванкского месторождения.

На диаграмму (рисунок б) сведены данные замеров разрывных структурных элементов на горизонтах штолен 1бис (1950 м), № 3 (1871 м) и № 5 (1995,5 м), прослеживающих III рудную зону.



**Рисунок. а) Сводная структурная диаграмма пространственной ориентировки разрывных нарушений естественных обнажений и минерализованных прожилков на горизонтах штолен, прослеживающих I рудную зону Тертерасарского золото-сульфидного месторождения; 130 замеров, изолинии: 2-4-6-8-10-12%;**  
**б) Структурная диаграмма рудовмещающих разрывов на горизонтах штолен, прослеживающих III рудную зону; 108 замеров. Контурсы: 1-2-4-6-8-10 и > %**

Общее северо-восточное простирание рассматриваемой рудной зоны отражает концентрация нормалей в юго-восточной части диаграммы. Контур изолиний более 6 % от общего числа замеров соответствует пространственному положению разрывов простиранием СВ 60...65° и падением на ЮВ под углом 70...75°. С глубиной элементы залегания этих разрывов практически остаются без изменения. Зоны срывов и брекчирования по ним наблюдаются редко.

Наиболее развитыми, согласно той же диаграмме, являются секущие рудную зону системы субмеридиональных разрывов. На диаграмме они отражены наибольшей концентрацией нормалей с плотностью изолиний до 10 % и более от общего числа замеров, соответствующих запад-северо-западному простиранию 350...355°, с падением в западные румбы под углом около 80°. Для этих систем разрывов характерны многочисленные срывы и зоны брекчирования. Эти же явления наблюдаются по системам разрывов простиранием 340...350° с относительно пологим падением на восток-северо-восток под углом 45...50°, отразившихся контуром изолиний более 6 % в центральной части диаграммы.

Характерная для Тертерсарского месторождения неравномерность развития оруденения, преобладание отдельных минеральных ассоциаций на различных участках жильно-прожилковых рудных зон, наличие рудных столбов связаны с существовавшей структурной обстановкой при локализации золото-сульфидного оруденения.

Таким образом, основываясь на приведенных выше данных можно отметить, что наиболее благоприятные структурные условия для локализации оруденения на Тертерсарском месторождении создавались на участках сопряжения субмеридионально ориентированного, рудоконтролирующего Тертерсарского разлома с разрывами северо-восточного простирания.

#### Литература

1. Амирян Ш.О., Тунян Г.А., Хачатрян Н.Д. О характере оруденения Тертерсарского золото-полиметаллического рудопоявления. // Известия НАН РА. «Науки о Земле», 1982. – № 3. – С. 27–38.
2. Амирян Ш.О., Азизбекян М.С., Алтунян А.З., Таян Р.Н., Фарамазян А.С. Характер оруденения, минералогический особенности руд, условия образования и локализации месторождений Айгедзорского рудного поля. // Известия НАН РА «Науки о Земле», 2000. – № 1–2. – С.74–79.
3. Овакимян С.Э., Таян Р.Н. Разрывные нарушения Личк-Айгедзорского рудного поля и условия локализации оруденения. // Изв. НАН РА. «Науки о Земле», 2008. – № 3. – С.3–12.
4. Таян Р.Н., Амирян Ш.О., Фарамазян А.С., Арутюнян М.А. Рудные формации Зангезурского рудного района и общие закономерности размещения оруденения. // Изв. НАН РА. «Науки о Земле», 1999. – № 2–3. – С.22–30.

### ПРИМЕНЕНИЕ БИОГЕОХИМИЧЕСКОГО МЕТОДА ПОИСКОВ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НЕФТИ И ГАЗА В ПЕРМСКОМ КРАЕ

**А.А. Попов**

Научный руководитель доцент И.М. Тюрина  
*Пермский государственный университет, г. Пермь, Россия*

Теоретической базой нефтегазопроисковой геомикробиологии является открытие Г.А. Могилевским глобальной экранирующей роли углеводородгазооксиляющего биоценоза природных экосистем лито- и гидросферы Земли – «бактериального фильтра», его роли в круговороте углерода, формировании безуглеводородной атмосферы Земли и биогеохимических эффектов в субвертикальных зонально-кольцеобразных зонах литосферы, обуславливающих явление парагенезиса геофизических, геохимических и биогеохимических полей в осадочном чехле земной коры [2, 5, 7].

Наибольший интерес при поисках нефтегазовых месторождений геомикробиологическим методом представляют углеводородгазообразующие и углеводородокисляющие микроорганизмы. Наиболее изучена деятельность микроорганизмов в преобразовании газов, поскольку они являются для последних необходимыми субстратами для роста и развития. Окисление миграционных углеводородов определяет прямую поисковую информативность бактериальных показателей и, прежде всего, в отношении бактерий, окисляющих пропан и бутан. Пропан- и бутанокисляющие родококки – постоянные и доминирующие компоненты естественного газового ореола рассеивания над нефтегазовыми месторождениями. Они являются очень чувствительными индикаторными организмами. В последние годы появилось новое направление в нефтяной микробиологии, заключающееся в использовании данных микробиологических исследований подземных вод глубоких горизонтов для оценки перспектив нефтегазоносности территорий.

В настоящее время выявление жизнедеятельных бактерий производится преимущественно качественным методом. Этот метод основан на выявлении биохимических реакций, вызываемых жизнедеятельностью различных групп бактерий. Результаты микробиологических исследований подземных вод в различных нефтегазоносных областях, в которых производилось сравнительное изучение микрофлоры из скважин, вскрывающих нефтеносные, газоносные и непродуктивные горизонты, показывают приуроченность активных процессов сульфатредукции к подземным водам, контактирующим с нефтью. В водах из газоносных и непродуктивных горизонтов очень редко обнаруживаются сульфатредуцирующие бактерии, которые наблюдаются в малоактивном состоянии. Наибольшее распространение получил метод флакон-инъекций [6].

Микробиологические исследования в Пермском крае проведены на значительной территории. Исследования подземных вод в пределах Соликамской депрессии позволили выделить аномальные зоны, соответствующие участкам, перспективным на нефтегазоносность [4]. Аналогичные работы были проведены на Межев-

ском нефтяном месторождении. В тектоническом отношении месторождение приурочено к брахиантиклинали в пределах Межевского вала Пермско-Башкирского свода. Осадочный чехол сложен терригенными и карбонатными породами палеозойского возраста. Мощность осадочного чехла составляет 2,8 км. Нефтеносными являются карбонатные отложения. Точки съемки были размещены по профилям, приуроченным к долинам водотоков и оврагам, т.е., как правило, к тектонически ослабленным участкам.

В изученном интервале распределения содержаний углеводородной составляющей по профилю водотока, пересекающего Межевское месторождение, влияние нефтяной залежи проявляется по повышению концентрации метана (в 1,5...2 раза) и более высокой частоте встречаемости его гомологов над внутриконтурной зоной.

Над контуром нефтеносности в почвах и снежном покрове над Межевским месторождением зафиксированы повышенные (в 2...2,5 раза) значения интенсивности развития и частоты встречаемости метан- и, что особенно важно, пропанооксилирующих бактерий. Менее контрастное, но аналогичное распределение установлено и для пентанооксилирующей микрофлоры. В снежном покрове распространенность метан-, пропанооксилирующих микроорганизмов в 2...8 раз больше во внутриконтурной зоне чем в законтурной зоне залежи, что является важным подтверждением информативности газобиохимической снежной съемки и открывает широкие перспективы ее применения в комплексе прямых методов поисков залежей нефти и газа.

Таким образом, основные особенности распределения специфических микроорганизмов в приповерхностной зоне исследованного региона следующие:

1) грунты, почва, снежный покров и подземные воды содержат специфические бактерии, избирательно окисляющие метан, пропан, бутан и пентан;

2) над залежами нефти и газа установлены достаточно четкие бактериальные аномалии, преимущественно кольцевого характера.

Площади микробиологических аномалий с повсеместным распространением метанооксилирующих и пропанооксилирующих бактерий, следует рассматривать как перспективные в нефтегазоносном отношении [6].

Основным результатом, полученным в ходе изучения данных с рассмотренных участков и месторождений, является установление нефтепоисковой информативности геомикробиологических параметров.

В перспективе максимальный экономический эффект нефтегазопроисковых исследований может быть достигнут при комплексировании геомикробиологических методов (снегомерная, почвенно-грунтовая, водномикробиологическая съемка) с дистанционными, структурно-геоморфологическими, структурно-гидрогеологическими методами.

Применяемые методы поиска залежей нефти и газа характеризуются значительной неопределенностью конечного результата исследований за счёт влияния различных причин. При геохимических поисках любые фиксируемые значения концентраций полеобразующих ингредиентов сформированы под влиянием множества факторов, осложнены различными помехами и имеют вероятностный случайный характер, следовательно, не поддаются точному прогнозу. Поэтому для уточнения степени неопределенности информации, полученной при геохимических съемках, широко используются математические методы её обработки с целью выделения полезных сигналов, по которым возможны выявление залежей нефти и газа и подавление шумовой составляющей наблюдаемых полей [1, 3]. Наиболее эффективно для решения практических задач применять способ прогнозирования нефтегазоносности локальных объектов по вероятностно-статистической биогеохимической модели «аномалия типа залежь» (АТЗ), который включает два этапа.

Опытно-методический этап:

- установление нефтепоисковой информативности биогеохимических параметров (углеводородные газы, углеводородокисляющие бактерии, малые химические элементы- Mn, V, Ni, Ba, Cr и др.) на эталонных объектах;

- расчёт эмпирической вероятностно-статистической модели нефтегазоносной «аномалия типа залежь» и «пустой» структуры по комплексу информативных биогеохимических параметров для типовой геолого-тектонической и ландшафтно-геохимической зоны.

Поисково-разведочный этап:

- биогеохимические исследования проб пород, грунта, воды, снега на перспективных площадях и объектах, выявленных аэрокосмогеологическими методами, сейсморазведкой, структурным бурением и т.д.;

- прогноз нефтегазоносности локальных объектов по данным расчёта комплексных вероятностных показателей наличия (отсутствия) залежи по каждой пробе.

Комплекс опытно-методических биогеохимических исследований с целью установления нефтепоисковой информативности биогеохимических параметров (углеводородные газы, битумоиды рассеянного органического вещества, углеводородокисляющие бактерии) на эталонных объектах и разработки эмпирической вероятностно-статистической модели «аномалия типа залежь» был выполнен на Дороховском месторождении нефти в Пермском крае [6], а также на двух перспективных площадях. В результате выполненных исследований по почвенному горизонту впервые для этого региона установлена нефтепоисковая информативность биогеохимических параметров, рассчитана эмпирическая вероятностно-статистическая модель «аномалия типа залежь» и выдан вероятностный прогноз нефтегазоносности перспективных площадей. Большой интерес представляет выявление по биогеохимическим параметрам зон разрывных нарушений, а также, в перспективе, при получении более представительных данных, и возможность дифференцированного прогнозирования разновозрастных залежей.

В комплексе биогеохимических параметров наибольшей нефтегазопроисковой информативностью обладают: в составе свободных, сорбированных и водорастворенных газов – пропан, бутан; метан (для газовых залежей); пропан-бутанооксилирующие бактерии; метанотрофы (для газовых залежей).

Оценку перспективности нефтегазоносности локальных объектов наиболее эффективно осуществлять с использованием вероятностно-статистической эмпирической модели «аномалия типа залежь» для каждой ландшафтно-геохимической зоны. В перспективе максимальный экономический эффект может быть достигнут при комплексировании биогеохимических методов с дистанционными и структурно-геоморфологическими методами.

#### Литература

1. Автоматизированные системы обработки данных геохимических поисков месторождений нефти и газа (Методические рекомендации). Составители: А.В. Петухов, В.А. Ванюшин, В.А. Сиротюк. – М.: ВНИИЯГГ, 1979. – 60 с.
2. Карус Е.В. Физико-химические основы прямых поисков залежей нефти и газа. – М.: Недра, 1986. – 336 с.
3. Математические методы обработки данных геохимических поисков залежей нефти и газа (Методические рекомендации). Составители: А.В. Петухов, В.А. Ванюшин, В.А. Сиротюк и др. – М.: ОНТИ ВНИИЯГГ, 1976. – 53 с.
4. Михайлов Г.К., Тюрина И.М. Микробиологический состав подземных вод как показатель нефтегазоносности палеозойских отложений Соликамской депрессии // Геология и полезные ископаемые Западного Урала. – Пермь, 2002. – С. 228–230.
5. Могилевский Г.А. Микробиологический метод поисков газовых и нефтяных залежей. – Л.: Гостоптехиздат, 1953. – 56 с.
6. Оборин А.А., Стадник Е.В. Нефтегазопроисковая геомикробиология. – Екатеринбург: УрО РАН, 1996. – 408 с.
7. Петухов А.В., Старобинец И.С. Основы теории геохимических полей углеводородных скоплений. – М.: Недра, 1993. – 332 с.

### МИНЕРАЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РУД МЕДНО-НИКЕЛЕВОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ «МАКСУТ» (ВОСТОЧНЫЙ КАЗАХСТАН)

**И.Р. Прокопьев**

Научный руководитель профессор А.С. Борисенко

*Институт геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН, г. Новосибирск, Россия*

Месторождение Максут в Восточном Казахстане входит в ареал развития медно-никелевого оруденения Центральной Азии, широко проявленного на территории Западной Монголии и Северного Китая (Cu-Ni(-ЭПГ) месторождения: Калатонг, Хонглинг, Хуангшань, Джавхлант и т.д.). Месторождение расположено в пределах Жарма-Саурской структурно-формационной зоны, на северо-западе Зайсан-Гобийского пояса. Медно-никелевое и платиноносное оруденение данного региона связано с проявлением позднепалеозойско-раннемезозойского ультрабазит-базитового магматизма [3]. В настоящее время получен раннепермский Ar-Ar возраст габброидов Максутского комплекса 278...280 млн. лет [1, 4].

В геологическом плане месторождение Максут состоит из двух крупных рудовмещающих батолитов основного состава (габброиды Северного и Южного комплексов), а также многочисленных разновозрастных даек и силлов среднего и кислого состава. Наиболее изученной в геологическом отношении является Южно-Максутская расслоенная базитовая интрузия. В плане она имеет овальную форму размером 2,2 × 1,2 км и представляет собой в разрезе лополит [2]. Основной объем Южно-Максутского комплекса представлен лейкократовыми оливиновыми долеритами, в которых наблюдается редкая рассеянная вкрапленность рудных минералов. Среди долеритов располагается обособленное тело меланократовых (оливиновых) монцогабброноритов. Рудные минералы характеризуются прожилково-вкрапленной текстурой. По характеру взаимоотношения с вмещающей магматической фазой сульфиды образуют как каплевидную вкрапленность, так и обособления с сидеронитовой структурой. Это свидетельствует о присутствии фазы сульфидного расплава уже на начальных стадиях кристаллизации монцогабброноритов, что обусловило формирование массивных сульфидных руд.

На месторождении Южный Максут главные рудные минералы представлены пирротинном, халькопиритом, пиритом, Ti-магнетитом, ильменитом, виоларитом, пентландитом. Второстепенными рудными минералами являются: сфалерит, галенит, кубанит, алтаит, гематит, марказит. Среди редких можно отметить: миллерит, Ni-содержащий кобальтин, гессит, фрудит, майченерит, троилит, рутил, антимонит, аргентит. Химический состав некоторых рудных минералов приведен в таблице 1.

Зерна Ti-магнетита образуются на начальных стадиях при кристаллизации базитового расплава. Содержание Ti может достигать 6,8 мас.%. Избыток титана в магнетите выделяется в виде пластинок ильменита. Кроме продукта распада твердого раствора, ильменит в достаточном количестве встречается в виде отдельных изометричных зерен во вмещающей породе. Самыми распространенными среди рудных минералов являются пирротин и халькопирит. Минералы находятся в тесном сростании друг с другом, нередко образуя зернистые агрегаты неправильной формы, каплевидной, микропрожилки (до нескольких см в длину), а также отдельные зерна во вмещающей породе. В пирротине нередко присутствуют пламенивидные продукты распада твердого раствора пентландита, чаще всего приуроченные к трещинам и участкам смятия. В некоторых случаях по пентландиту развиваются игольчатые зерна миллерита (0,0п мм). На границах зерен пирротин замещается виоларитом. Виоларит развивается по трещинам и замещает по краям зерна Ni-содержащего пирита. Еще одним минералом-носителем Ni является никелистый кобальтин с химической формулой  $(Co_{0,53}Ni_{0,39}Fe_{0,08})As_{0,96}S_{1,04}$  (табл. 1), найденный в ассоциации с халькопиритом в образце скарна. Халькопирит, как и пирротин, подвержен распаду твердых растворов в виде образования тонких пластинок кубанита и «звездочек сфалерита». Сфалерит в рудах также



Таблица 1

Состав основных рудных минералов месторождения Максут

Минерал	As	S	Pb	Bi	Fe	Co	Ni	Cu	Te	Total
халькопирит	0	34,84	0,01	0,028	30,28	0	0	34,77	0	99,93
халькопирит	0	34,86	0,098	0,018	30,38	0	0	34,49	0	99,85
пирротин	0	39,1	0,118	0	60	0,029	0,598	0	0	99,84
пирротин	0	39,21	0,064	0	59,89	0,025	0,704	0	0	99,9
пирит	0	52,82	0,077	0,001	45,25	0,053	1,84	0	н/о	100,08
пирит	0	52,72	0,133	0	43,44	0,038	3,57	0	н/о	99,9
виоларит	0	42,12	0,111	0	25,55	2,88	27,44	0,028	н/о	98,14
виоларит	0	41,86	0,105	0	21,35	2,8	32,3	0,044	0	98,46
пентландит	0	33,77	0,113	0	27,31	3,67	34,66	0,012	0	99,53
пентландит	0	42,59	0,059	0,015	25,83	2,86	26,96	0,027	н/о	98,39
Ni-кобальтин	44,86	20,13	0,001	0	2,54	19,36	14,3	0,033	0,101	101,33
Ni-кобальтин	44,13	20,25	0	0,015	2,65	19,08	13,99	0,029	0,124	100,31
алтаит	0	0,147	60,22	0,103	2,18	0	0	1,53	34,67	98,88
алтаит	0	0,056	60,33	0,188	2,04	0	0,018	0,908	36,67	100,26

Примечание: н/о – содержание не определялось. Результаты микрорентгеноспектрального анализа на приборе «Camebax-micro», ИГМ СО РАН, г. Новосибирск. Аналитики: Л. Н. Поспелова, О. С. Хмельникова.

заполняет трещины и промежутки в пирротин-халькопиритовых агрегатах, образует микропрожилки и мелкозернистые агрегаты неправильной формы. Минерал находится в ассоциации с галенитом, алтаитом и гесситом и образуется в результате гидротермального наложения. Довольно редкими микровключениями в рудных минералах месторождения являются аргентит, антимонит, а также Pd-содержащие минералы фрудит и майченерит (рис). Содержание Au, Ag, Pt, Pd в некоторых образцах магматических пород месторождения Максут приведено в таблице 2.

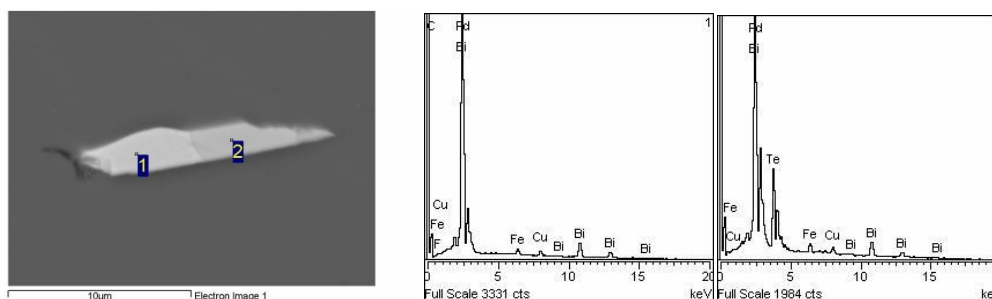


Рисунок. Включения Pd-содержащих минералов фрудита и майченерита в халькопирит-пирротинном агрегате. Энергодисперсионные спектры минералов: 1–фрудит PdBi<sub>2</sub>, 2–майченерит PdBiTe. Результаты анализа на сканирующем электронном микроскопе «JEOL JSM 6380LA», ИГМ СО РАН, г. Новосибирск. Аналитик: А.Т. Титов

Таблица 2

Содержание Au, Ag, Pt, Pd в некоторых образцах месторождения Максут

Проба	Название породы	Содержание элемента, г/г			
		Au	Ag	Pt	Pd
5k/29.5	Ск	0.004	>>5.0	0	0.06
С-2002/25	ЛОД	0.004	0.99	0	0.01
С-2002/48.5	МГН	0.01	>5.0	0	0.14
С-2001/65.3	МД	0.39	>5.0	0.0n	0.53

Примечание: Ск – образец скарна, ЛОД – лейкократовый оливиновый долерит, МГН – меланократовый монцонабронит, МД – мелкозернистый монцодолерит. Результаты сцинтилляционного анализа (ИГХ СО РАН, г. Иркутск).

В пределах Зайсан-Гобийского и Гоби-Тяньшанского рифтогенного поясов расположено большое количество близких по возрасту и составу габброидов Cu-Ni-ЭПГ месторождений и рудопроявлений. Новые данные по минералогии и химическому составу руд позволяют по иному рассматривать перспективы многих аналогичных небольших магматических интрузий Восточного Казахстана, Северного Китая и Западной Монголии.

#### Литература

1. Владимиров А.Г., Крук Н.Н., Хромых С.В. и др. Пермский магматизм и деформации литосферы Алтая как следствие термических процессов в земной коре и мантии // Геология и геофизика. – 2008. – Т. 49. – № 7. – С. 621–636.
2. Кривенко А.П., Глотов А.И., Балькин П.А. и др. Медь-никеленосные габброидные формации складчатых областей Сибири. – Новосибирск: Наука, 1990. – 237 с.
3. Поляков Г.В., Изов А.Э., Борисенко А.С. Пермский ультрабазит-базитовый магматизм и сопутствующее Cu-Ni оруденение Гоби-Тяньшанского пояса как результат Таримского плюма // Геология и геофизика, 2008. – Т. 49. – № 7. – С. 605–620.
4. Хромых С.В., Владимиров А.Г., Крук Н.Н., Куйбида М.Л., Травин А.В. Первые свидетельства активности Таримского плюма в Восточном Казахстане // Геодинамическая эволюция литосферы Центрально-Азиатского подвижного пояса (от океана к континенту). Мат. Всерос. научн. совещ. по Интеграционным программам ОНЗ СО РАН. – Вып. 5. – Иркутск: ИЗК СО РАН, 2007. – С. 152–154.

### ПЕТРОГРАФИЧЕСКИЕ И ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РУДОВМЕЩАЮЩИХ ПОРОД СИНЮХИНСКОГО ЗОЛОТОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

О.С. Разва, Р.В. Никитченко

Научный руководитель доцент Л.А. Краснощекова

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

Наиболее крупным коренным месторождением золота Рудного Алтая является Синюхинское золото-медно-скарновое месторождение. Разработка Синюхинского рудного поля (в частности, рудника Веселый) началась с 1950 года. В числе исследователей можно отметить А.М. Козлова (1988), Ф.Б. Бакшта (1969), В.Г. Ворошилова (1995), О.С. Корольченко (1993) и других.

Рудник Веселый дает более 90 % годовой добычи золота Республики Алтай. Синюхинское месторождение представлено сложной формы залежами, погружающимися до глубины 500 и более метров. Руды богатые и легкообогатимые. Несмотря на сорокалетний опыт эксплуатации, Синюхинское месторождение до сих пор недоисследовано и его перспективы до конца не выяснены. Площадь месторождения, очерченная по известным к настоящему времени рудным участкам, составляет не менее 10 кв.км.

Резерв запасов категории С2 – 19,6 т золота, категории Р1 – 46 т (из них 8 т на глубине до 300 м), Р2 + Р3 – 50...70 тонн.

Золото-медно-скарновый стратиформный морфогенетический тип оруденения является основным промышленно-генетическим в рудном поле. Он образует линзо- и пластообразные, плитообразные рудные залежи мощностью от нескольких метров до десятков метров и протяженностью до первых сотен метров. Реже встречаются рудные столбы и метасоматические залежи неправильной формы. Морфологические типы рудных тел обусловлены характером структурного контроля и особенностями поступления метасоматических ингредиентов и гидротермальных растворов в рудолокализирующие ловушки.

Самородное золото встречается среди скарновых минералов в виде субмикроскопических плёнок, пластинок и тонко-дисперсной фазы. Наиболее тесный парагенезис отмечается с теллуридами висмута, свинца, никеля, где золото образует тонкую вкрапленность неправильных зёрен, редко – единичных кристалликов октоэдрического габитуса и их сростков.

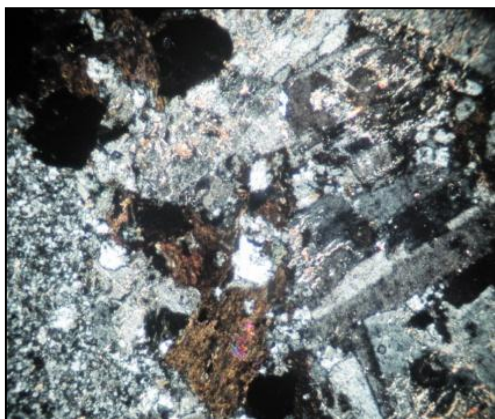
Синюхинское рудное поле характеризуется неравномерной изученностью геологоразведочными работами, как по площади, так и на глубину. Изученность различных аспектов рудного поля и репрезентативность имеющихся материалов являются весьма важными элементами в прогнозно-металлогенетических построениях.

Вмещающие породы представлены габбро и диоритами, базальтами, андези- и трахибазальтами, туфами андезитов. Толща вмещающих пород прорвана дайками долеритов, метадолеритов, диорит-порфиритов, кварцевых диорит-порфиритов (рис.1). Нами изучались габбро, базальты и трахибазальты.

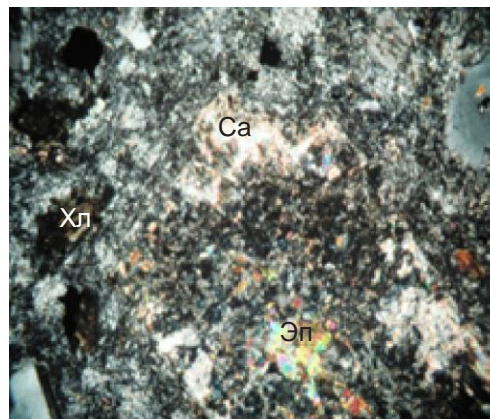
Габбро амфиболовое крупнокристаллическое, тёмно-зеленой до чёрной окраски с типичной габбровой структурой. Аллотриоморфнозернистая масса породы сложена субизометричными выделениями плагиоклаза и роговой обманки, характеризующейся одинаковой степенью идиоморфизма и размерами от 1 до 5 мм. Плагиоклаз имеет прямую зональность. Внутренняя часть зональных кристаллов сосюритизирована. В результате сильной деанортизации он диагностируется андезином № 37-38 ( $\angle cNg=+21^\circ$ ). Роговая обманка отчётливо плеохроирует от синевато-зеленоватого по Ng до светло-зеленовато-желтоватого по Np,  $\angle cNg=24^\circ$ .

Базальты представлены массивными, реже трахитоидными разновидностями чёрной окраски с зеленоватым оттенком. Структура породы порфировая, основной массы апоинтерсертальная. Вкрапленников в породе от 10 до 25 %. Некоторые разности базальтов миндалекаменные. Деанортизированный плагиоклаз диагностируется лаборатором № 51-55. Корродирует фенокристы клинопироксена. Последний образует идиоморфные кристаллы призматической и таблитчатой форм размером 0,5...1,5 мм,  $\angle cNg=+50^\circ$ . По оптике близок к титанавгиту. Основная масса породы перекристаллизована и представлена редкими лейстами плагиоклаза, ксеноморфными

зёрнами пироксена и хлорита, погружёнными в войлок вулканического стекла и продуктов его витрификации. Миндалины редки, образуют округлые выделения размерами 0,5...2,0 мм, выполненные кварцем, карбонатом и хлоритом. Некоторые миндалины зональны, с ядром из карбоната и кварцем по периферии.



**Рис. 1. Кварцевый диорит-порфирит. Вкрапленники представлены плагиоклазом (Pl) и амфиболом (Hbl). По роговой обманке развиваются агрегаты хлорита и эпидота, по плагиоклазу – серицит и карбонат. Увеличение 50, с анализатором**



**Рис. 2. Метасоматически измененный туф андезита. Интенсивная эпидотизация (Эп), карбонатизация (Са), хлоритизация (Хл). Увеличение 50, с анализатором**

Диориты – породы серой, тёмно-серой окраски с зеленоватым оттенком, средне-крупнокристаллические, массивные. Структура в гипидиоморфнозернистая, реже порфировидная. Пироксен по оптическим характеристикам и формам выделений близок к авгиту ( $\angle cNg=42-44^\circ$ ), замещается хлоритом. Корродируется всеми остальными минералами. Роговая обманка диагностируется обыкновенной разностью ( $\angle cNg=20^\circ$ ). Замещается хлоритом и эпидотом. Корродируется биотитом, полевыми шпатами, кварцем. Из акцессориев встречены магнетит, сфен, апатит, сульфиды.

Из пирокластолитов преобладают кристалловитрокластические туфы средне-кислого состава, реже отмечаются витрокластические разности среднего и литокристаллокластические туфы кислого составов. Все они отчетливо слоистые, по зернистости варьируют от псаммитовых до алевропелитовых. В кристаллокластах присутствуют плагиоклаз и кварц, реже хлоритизированные и эпидотизированные фрагменты темноцветного минерала (рис. 2). В силу того, что по туфам развиты метасоматиты, первичную природу и состав многих разностей восстановить проблематично.

Дайки, прорывающие вмещающие породы рудного поля, представлены кварцевыми диорит-порфиритами, которые распространены повсеместно в центре массива и в его частях. Это крупнокристаллические, светло-серые, серые породы с призматическoзернистой, местами гипидиоморфнозернистой микроструктурами. Редко отмечается полимстовая структура. Последовательность кристаллизации минералов такая же, что и в диоритах. В кварцевых диоритах периферии массива нередко наблюдается гнейсоватость.

Что касается контактово-метаморфических и метасоматических образований рудного поля, то в пределах рудного поля, расположенного в зоне контакта гранитоидов с вулканогенно-осадочной толщей, широко распространены различные по составу и характеру проявления контактово-метаморфические и метасоматические образования. Среди последних выделяют кварцево-полевошпатовые метасоматиты, известковые скарны, околоскарновые метасоматиты, пропилиты, кварцевые, серицит-кварцевые метасоматиты с сопряженным золото-сульфидным оруденением.

Геохимическое изучение (РФА и спектральный анализ) позволило оценить поведение химических элементов при скарнировании пород (рис.3, 4).

Скарнирование сопровождается привнесом Mn, Fe<sup>3+</sup>, выносом Ba и Sr, перераспределением между скарновыми зонами Mg и Si. Во внешних зонах скарнов обычно фиксируется привнос K и Na. Остальные породообразующие элементы распределяются в метасоматической колонке по диффузионному принципу - концентрации их либо плавно возрастает от известняков к вулканитам (Ti, Al, Fe<sup>2+</sup>), либо столь же постепенно снижается (Ca).

В целом, можно говорить о наличии специализированных скарнирующих растворов, обогащенных Mn, Fe<sup>3+</sup>, K, Na. Повышенные концентрации этих элементов отмечаются и в более поздних амфибол-хлорит-эпидитовых и эпидитовых метасоматитах, сменяющих скарны во времени и пространстве. Поскольку скарны практически всегда в той или иной мере затронуты рудным процессом, судить об исходных концентрациях в них элементов-спутников достаточно сложно.

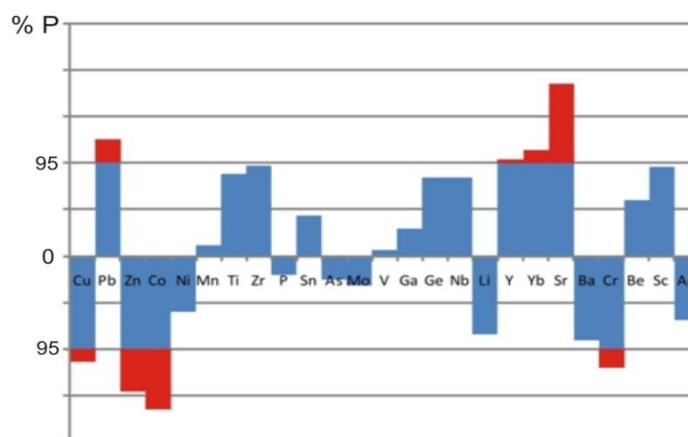


Рис. 3. Поведение элементов при эпидотизации туфов

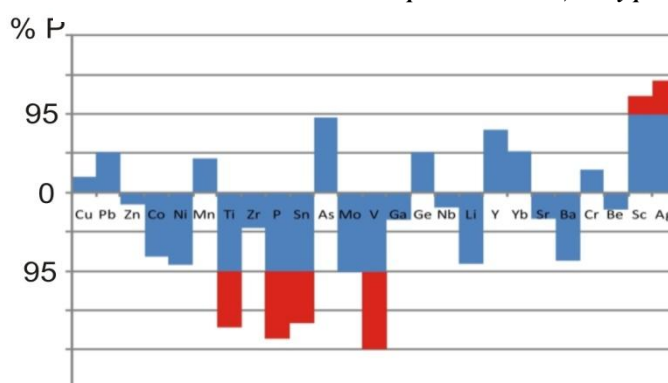


Рис. 4. Поведение элементов при скарнировании туфов

Из сравнения рудных и безрудных скарнов следует, что процесс оруденения сопровождался привнесом Si, Fe, S, Cu, Au, Ag, Bi, Te, Zn, Pb, Co, Ni, Mo, As, Sb и вытеснением V, Sr, Ba в безрудные участки скарнов.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ФАКТИЧЕСКОМУ И ПЕРСПЕКТИВНОМУ ОСВОЕНИЮ НЕДР НА ЖИРЕКЕНСКОМ МОЛИБДЕНОВОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ

С.С. Рязанцев

Научный руководитель профессор Ю.М. Овешников  
Читинский государственный университет, г. Чита, Россия

На современном этапе научно-технического прогресса, в связи с бурным развитием промышленности, охрана природы и рациональное использование природных ресурсов становятся одной из важнейших задач общества. Весьма важное значение приобретает проблема рационального использования земельных ресурсов.

Из общего количества нарушаемых земель значительную долю составляют земли, отводимые под открытые горные работы. Это объясняется увеличением масштабов горного производства. Объем добычи полезных ископаемых открытым способом в общем объеме добычи превышает 75 %. Открытая разработка месторождений вызывает существенные нарушения земель. Под открытые горные выработки, внешние породные отвалы и хвостохранилища на горных предприятиях отводятся многие сотни, а иногда и тысячи гектаров земель [2].

Проблема рационального землепользования при производстве открытых горных работ является весьма сложной, и ее решение возможно только при участии специалистов различных отраслей науки и производства.

Технический прогресс, обуславливающий быстрое развитие всех отраслей народного хозяйства, рост числа и площади населенных пунктов, приводит к заметному сокращению земельных ресурсов – производственной базы сельского и лесного хозяйства, к снижению уровня землеобеспеченности населения. Высокие темпы развития производства обуславливают ускоренный рост использования минерально-сырьевых ресурсов. По данным академика В.В. Ржевского, каждые 12...15 лет объем добычи минерального сырья в нашей стране увеличивается вдвое [2]. В эксплуатацию включаются новые месторождения, одним из таких является Жирекенское месторождение.

В процессе развития промышленного потенциала ОАО «Жирекенский ГОК» потребовались земли общей площадью 1464,4 га, из которых 1458 га находятся в постоянном (бессрочном) пользовании.

Особую структуру имеют земли гослесфонда. В пределах земельного отвода они распределяются следующим образом: редины – 7 га; насаждения, покрытые лесом – 406,5 га, линии электропередач – 30,9 га, дороги – 21,4 га, карьеры действующие – 57 га, нарушенные земли – 8,3 га, сенокосы – 12 га.

Размещение объектов влечет за собой изъятие значительных площадей земель лесного фонда и сельскохозяйственных угодий из хозяйственного использования.

Основными изменениями состояния земельных ресурсов при строительстве является деформация рельефа, сокращение площадей Чернышевского лесхоза и сельскохозяйственных угодий (сенокосов, пастбищ), нарушение почвенного покрова, ухудшение качества почв, изменение водного баланса зоны аэрации.

Снижение полноты и комплексности извлечения попутных компонентов руд, а также использования техногенных отходов (вскрышных и вмещающих пород, отвалов, хвостов, стоков) ведет к увеличению размеров экологического ущерба, нанесенного горнопромышленным комплексом. К настоящему времени площадь учтенных горнопромышленных отходов, хранящихся в отвалах на территории Жирекенского гока, превышает 100 га. Отходами, накопленными в хранилище, на свалках и в других объектах, занимается площадь более 300 га. Годовой объем отходов составляет около 12 млн. т, из них используется и обезвреживается менее 1 %. По-видимому, главным в решении этой проблемы будет использование подавляющей части отходов при рекультивационных работах. Однако на основании проектных решений по эксплуатации отвалов, рекультивация будет проводиться на завершающем этапе эксплуатации месторождения.

Важным показателем, характеризующим использование земли, является коэффициент землеемкости **КЗ**, т.е. отношение земельной площади (га), занимаемой горным предприятием, к количеству добываемого полезного ископаемого (т).

Коэффициент землеемкости главным образом зависит от горно-геологических, физико-географических условий и принятой системы разработки. Коэффициент землеемкости – величина непостоянная, и аналогично коэффициенту вскрыши, меняется за период разработки месторождения. Поэтому для более объективной оценки землеемкости предприятия этот коэффициент целесообразно приводить к единому коэффициенту вскрыши.

С точки зрения рекультивации земель, нарушенных в процессе добычи полезного ископаемого, **КЗ** целесообразно определять из отношения площади, на которой непосредственно ведутся горные работы, к площади земельного участка, который должен быть восстановлен после завершения горных работ [1]. Для данного предприятия коэффициент землеемкости будет равен 0,4.

Однако коэффициент землеемкости не может в полном объеме характеризовать показатель использования земельных ресурсов горным предприятием. Использование земельных ресурсов характеризуется в основном не величиной потребности их количества для производства горных работ, а интенсивностью использования единицы площади земли. Следовательно, необходимо учитывать как количество отработанных земель (это те земли, горные работы на которых прекращены), так и количество рекультивированной площади. Целесообразно определять коэффициенты интенсивности и экстенсивности использования земель при добыче полезного ископаемого.

Интенсивность использования земель характеризуется отношением рекультивированной площади к площади земель, нарушенных горными работами. Экстенсивность использования земель – это отношение величины отработанных площадей к нарушенным землям [1].

Такие показатели предложены Томаковым П.И. и Коваленко В.С. [2]. Ими являются коэффициент рекультивации и коэффициент эффективности использования земель. Режим занятия и рекультивации земель может быть охарактеризован площадями нарушения и рекультивации земель за определенный промежуток времени. Более наглядной характеристикой может служить относительный показатель – коэффициент рекультивации [2]. Данный коэффициент на предприятии равен нулю т.к. рекультивация не проводится, и восстановленные земли отсутствуют.

Коэффициент эффективности в пределах земельного отвода позволяет дать оценку полноты использования земель на действующих предприятиях и выявить участки, которые досрочно можно вернуть прежним землепользователям или использовать для удовлетворения потребностей самого предприятия. При проектировании новых и реконструкции действующих горных предприятий по значению коэффициента эффективности использования земель можно оценивать различные варианты расположения технологических объектов и определять оптимальные формы и размеры земельных отводов [2]. Коэффициент эффективности использования земли на Жирекенском ГОКе равен 0,76.

На рисунке показана динамика нарушения земель на момент ввода в эксплуатацию обогатительной фабрики и по настоящее время, и перспектива нарушения земель на десять лет. Из представленного графика видно, что интенсивное нарушение земель осуществляется как в период строительства карьера, так и в первые годы эксплуатации месторождения. После этого интенсивность занятия несколько снижается. В период с 1996...2000 гг. деятельность предприятия была полностью остановлена в связи с тяжелым экономическим положением, это также показано на графике.

Площадь земельного отвода составляет 1934 га, значительная его часть (470 га) не вовлечена в настоящее время в хозяйственное использование. Из этого следует отметить, что около 24 % избыточной площади земельного отвода возможно перевести в состав государственного лесного фонда либо земель запаса в соответствии с их исходным и современным состоянием.

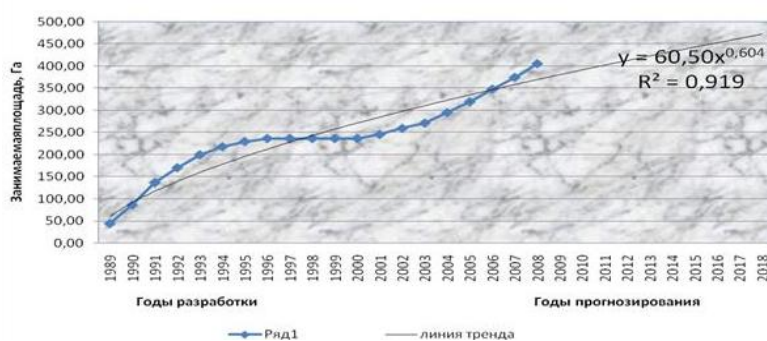


Рисунок. Динамика отчуждения земельных ресурсов Жирекенским ГОКом

В целях снижения отходов производства и получения дополнительной товарной продукции предусмотрено приобретение дробильно-сортировочной установки для использование вскрышных пород на строительство внешних внутрикарьерных и отвалных автодорог, а излишки щебня продавать внешним потребителям.

Переработка окисленных руд на месте признана экономически нецелесообразной, поэтому забалансовые окисленные руды размещаются в специальном отвале. Однако следует пересмотреть данное обоснование, так как положенные в основу экономической оценки технологические показатели были определены по аналогам. Указанное обстоятельство не позволяет принять окончательное решение по данному вопросу. Таким образом, на основе выполненного анализа можно предложить следующее:

- снижение земельности проектируемого предприятия, за счет более компактного размещения объектов горного производства.
- рациональное использование земель при складировании промышленных отходов и отходов потребления;
- проведение своевременной рекультивации земель, нарушенных при разработке месторождения;
- снятие и использование почвенного слоя для рекультивации нарушенных земель;
- проведение оценки потребности Жирекенского комплекса ГОК-ФМЗ в земельных ресурсах с учетом перспективы развития, при признании целесообразным – перевод избыточных земель в состав государственного лесного фонда либо земель запаса в соответствии с их исходным и современным состоянием;
- пересмотреть возможность переработки забалансовых руд.

#### Литература

1. Дороненко Е.П. Рекультивация земель, нарушенных открытыми разработками. – М.: Недра, 1979. – 263 с.
2. Томаков П.И., Коваленко В.С. Рациональное землепользование при открытых горных работах. – М.: Недра, 1984. – 213 с.

### СУЛЬФИДНОЕ МЕДНО-НИКЕЛЕВОЕ ОРУДЕНЕНИЕ МАССИВА «ДОНГ ЧАНГ» (СЕВЕРО-ВОСТОЧНЫЙ ВЬЕТНАМ)

Т.В. Светлицкая

Научный руководитель профессор Н.Д. Толстых

*Институт геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН, г. Новосибирск, Россия*

Массив Донг Чанг (Dong Chang) расположен юго-восточнее провинциального центра Каобанг (Северо-Восточный Вьетнам) и представляет собой вытянутое в северо-западном направлении линзообразное тело общей протяженностью около 2 км. Он приурочен к лерцолит-габбронорит-долеритовому комплексу Каобанг, к которому относят пермско-триасовые дифференцированные ультрамафит-мафитовые интрузии рифтовой зоны Шонгхиен [1, 2]. Массив сложен оливиновыми габбро разной степени меланократовости, по периферии отмечаются пикриты и пикродолериты. Вмещающие породы представлены известняками и сульфидизированными сланцами.

Сульфидное оруденение массива Донг Чанг характеризуется повышенными концентрациями никеля по отношению к меди ( $Ni/Cu = 1,0...2,0$ ;  $Ni/(Ni + Cu) = 0,40...0,63$ ) и в целом обладает выраженным железоникелевым трендом. Также, при довольно низких содержаниях Pt (0,02...0,12 г/т), отмечается несколько повышенное содержание Pd (0,004...0,3 г/т). Четкой корреляции между содержаниями Pd и Ni или Pd и Cu не обнаруживается, хотя в целом, наиболее высокие содержания Pd в пробах соответствуют повышенным концентрациям Ni и Cu.

Оруденение массива Донг Чанг представлено ликвационной рассеянной вкрапленностью с содержанием рудных минералов до 1%. Сульфидные вкрапленники имеют пентландит-халькопирит-пирротинный состав. Кроме основных минералов, в незначительных количествах встречаются виоларит, кубанит, сфалерит, пирит, Ni-пирит, арсенипирит, Cu-пентландит, валлериит, вольфрамит. По результатам сканирующего микроскопа обнаружены ортит и сульфид Ag. Широко распространены магнетит, ильменит и хромшпинелиды.

Оруденение характеризуется вкрапленной текстурой. Вкрапленники каплевидной и интерстициальной формы, размер их обычно не превышает 1 мм. Среди структур наиболее распространена гипидиоморфнозернистая, обусловленная срастанием зерен главных рудообразующих минералов. Менее распространены структуры распада твердого раствора – ламеллы пентландита и халькопирита в пирротине, кубанита в халькопирите.

Пирротин является основным рудным минералом сульфидной ассоциации. На его долю приходится 60...80 % от общего количества сульфидов. По химическому составу выделяется гексагональный пирротин и троилит. Обе эти разновидности занимают одинаковое структурно-минералогическое положение – слагают центральные части сульфидных вкрапленников. Гексагональный пирротин характеризуется отношением  $Fe/S = 0,91...0,99$ , примесь Ni составляет 0,06...0,21 мас.%. Для троилита отношение  $Fe/S = 0,99...1,01$ , примесь Ni незначительна. Содержание Co для обеих разновидностей составляет 0,06...0,11 мас.%.

Пентландит имеет меньшее распространение, чем пирротин – количество его варьирует в разных частях массива от 5...10 до 15...20 % от общего содержания сульфидов.

По структурно-текстурным взаимоотношениям выделяются пентландиты двух генераций:

- пентландит I генерации (более ранний) представлен субпараллельными ламеллевыми, линзовидными или изометричными выделениями в пирротине;
- пентландит II генерации (более поздний) распространен наравне с пентландитом I генерации. Он представлен изометричными зёрнами (местами с неясными кристаллографическими очертаниями), приуроченными к краевым частям вкрапленников (наиболее часто) либо отмечающимися внутри зерен пирротина (реже).

По химическому составу среди пентландитов массива выделяются сильно железистые разновидности  $Fe_6Ni_3S_8$  ( $Ni/Fe = 0,65...0,68$ ); умеренно железистые разновидности  $Fe_5Ni_4S_8$  ( $Ni/Fe = 0,73...0,96$ ); собственно пентландиты  $Fe_{4,5}Ni_{1,5}S_8$  ( $Ni/Fe = 1,04...1,06$ ); никелистые разновидности  $Fe_4Ni_5S_8$  ( $Ni/Fe = 1,27...1,34$ ). Преобладающими являются железистые разновидности.

Примесь Co во всех пентландитах составляет 0,53...1,02 мас.%, достигая в единичном анализе 1,91 мас.%.

Халькопирит также имеет меньшее распространение, чем пирротин – количество его варьирует от 10 до 15...20 % от общего содержания сульфидов. Состав его близок к стехиометрическому. По структурно-текстурным взаимоотношениям определяются два типа выделений халькопирита:

- в пирротине в виде округлых и вытянутых выделений или ламелей, как самостоятельных, так и совместно с пентландитом I генерации;
- в виде самостоятельных, чаще всего ксеноморфных, зерен, приуроченных либо к краевым частям пирротина, либо ассоциирующихся с пентландитом II генерации.

Виоларит в небольшом количестве отмечается практически в каждой сульфидной ассоциации и представлен своей нормальной разновидностью. Содержит небольшую стабильную примесь Co (0,60...1,04 мас.%).

Кубанит распространен в очень незначительном количестве в виде столбообразных продуктов распада в халькопирите.

Си-пентландит характеризуется незначительным распространением. Совместно с халькопиритом отмечается в краевых частях сульфидных вкрапленников. Содержит 37,8...39,2 мас.% Fe, 20,6...22,8 мас.% Ni, 4,6...5,6 мас.% Cu и 32,9...33,7 мас.% S. Примесь Co достигает 0,57...0,59 мас.%.

Валлерит встречается в виде отдельных зерен. Содержит 40,4...40,8 мас.% Fe, 19,3...21,9 мас.% Cu, 1,5...1,2 мас.% Ni, 0,09...0,15 мас.% Co и 34,0...35,0 мас.% S.

Сфалерит представлен мелкими (до 0,05 мм) изометричными, вытянутыми или ксеноморфными зёрнами в халькопирите или пирротине. Содержит ~ 11,5 мас.% Fe, Co ~ 0,13 мас.%, Ni ~ 0,20 мас.%, Cu ~ 0,21 мас.%, Pd ~ 0,07 мас.%, Ag ~ 0,04 мас.% и Te ~ 0,07 мас.%.

Пирит развит в незначительном количестве. Представлен зёрнами разной формы – от идиоморфных до ксеноморфных. По содержанию примеси Ni и Co подразделяется на 3 типа:

- пириты, в которых практически отсутствует примесь Ni и Co;
- пириты с содержанием Ni 0,20...0,95 мас.% при практическом отсутствии примеси Co;
- пириты, в которых примесь Ni составляет 1,44...4,58 мас.% при содержаниях Co 0,07...0,15 мас.%.

Пириты, в которых примесь Ni составляет 3,30...4,58 мас.% отнесены к Ni-пиритам, и по составу приближаются к бравоиту.

Арсенопирит встречается в виде единичных ксеноморфных зерен в протолочках. Примеси Co и Ni незначительны (0,03...0,06 мас.%).

По результатам сканирующего микроскопа также было обнаружено мелкое (~ 3 мкм) зерно сульфида серебра, ассоциирующего с пентландитом, единичные зёрна вольфрамита и ортита.

Изучение структурно-текстурных и минералого-геохимических особенностей оруденения массива Донг Чанг позволяет сделать следующие выводы:

- Наличие неровных границ в части сульфидных выделений, часто с «ореолами» из мельчайшей сульфидной вкрапленности, присутствие мелких сульфидных «капель» внутри зерен оливина и хромшпинелидов, широкое развитие гипидиоморфных зерен магнетита по сульфидам указывает на то, что сульфидная сегрегация произошла в промежуточной магматической камере, и сульфидные капли, вынесенные из этой камеры при становлении массива, находились не в равновесии с силикатной жидкостью.

Минералого-геохимический и структурно-текстурный анализ оруденения массива показал наличие двух типов сульфидных вкрапленников:

- вкрапленники состава гексагональный пирротин + пентландит  $Fe_5Ni_4S_8$  + халькопирит; для них характерны неровные, «размытые» границы, «ореолы» мельчайшей сульфидной вкрапленности, широкое развитие гипидиоморфных зерен магнетита по сульфидам и ассоциация с крупными призматическими зёрнами ильменита;

- вкрапленники состава троилит + пентландит состава  $Fe_3Ni_4S_8$  + халькопирит ( $\pm$  Cu-пентландит, кубанит); это вкрапленники различные по форме – от изометричных до интерстициальных, характеризующиеся более четкими границами.

Эти две сульфидные ассоциации распространены в пределах всего массива, и во всех случаях троилит ассоциирует с более железистым пентландитом, а гексагональный пирротин – с более никелистым.

Присутствие вкрапленников двух составов позволяет предположить две стадии сульфидной сегрегации [3]:

- первое насыщение расплава серой произошло в промежуточной камере и привело к появлению вкрапленности, характеризующейся на сегодняшний день составом гексагональный пирротин + пентландит состава  $Fe_5Ni_4S_8$  + халькопирит;

- в результате геотектонических изменений произошло перемещение образовавшихся сульфидных вкрапленников из промежуточной камеры в камеру становления, их взаимодействие и уравнивание с расплавом;

- уже в камере становления произошло новое насыщение расплава серой (возможно, в результате ассимиляции S из вмещающих сульфидизированных сланцев), что привело к формированию вкрапленников состава троилит + пентландит  $Fe_3Ni_4S_8$  + халькопирит.

Присутствие в небольшом количестве пирита, Ni-пирита, арсенопирита и вольфрамита указывает на незначительное гидротермальное воздействие, которому подверглись, преимущественно, контактовые зоны массива уже после его становления.

#### Литература

1. Балькин П.А., Поляков Г.В., Чан Чонг Хоа и др. Состав и условия формирования позднепермского платиноидно-медь-никеленосного лерцолит-габбронорит-долеритового комплекса Каобанг (Северо-Восточный Вьетнам) // Геология и геофизика. – 2006. – Т. 47. – № 7 – С. 825–837.
2. Довжиков А.Е., Буй Фу Ми, Василевская Е.Д. и др. Геология Северного Вьетнама // Ханой, Вьетнам, Наука и Техника. – 1965. – 668 с.
3. Arnd N.T., Leshar C.M., Czamanske G.K. Mantle-derived magmas and magmatic Ni-Cu-(PGE) deposits // Economic Geology – 100th Anniversary Volume. – 2005. – Pp. 5–23.

### ГЕОЛОГО-СТРУКТУРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НА УЧАСТКЕ «БАРУН-ХАЛ» (ПРИОЛЬХОНЬЕ, ЗАПАДНОЕ ПРИБАЙКАЛЬЕ)

**Н.В. Семин**

Научные руководители профессор А.П. Кочнев, доцент Р.Н. Иванова  
*Иркутский государственный технический университет, г. Иркутск, Россия*

В 2009 году в пределах Чернорудского полигона при проведении учебной геологосъемочной практики были выполнены комплексные геологические и геолого-структурные исследования в пределах водораздельной части между падами Барун-Хал и Зуг Дык. С северо-запада участок работ ограничен зоной Приморского разлома, с юго-востока долиной р. Кучелга. Комплекс исследований включал детальное геологическое картирование масштаба 1:1000 - 1:100, сбор массовых замеров трещиноватости.

В геологическом строении данной территории принимают участие метаморфические породы ольхонской серии, которая относится к складчатому обрамлению Сибирской платформы. В отношении возраста пород ольхонской серии существуют представления об архейском, раннепротерозойском и палеозойском времени ее формирования.

Состав пород на изученном участке пестрый: амфиболовые микрокристаллосланцы, пироксеновые и двупироксеновые кристаллосланцы, кальцитовые, реже доломитовые мраморы, кварциты, амфиболиты, биотитовые, биотит-амфиболовые, амфибол-биотитовые, гранат биотитовые гнейсы, мигматиты.

Породы метаморфизованы в условиях гранулитовой и амфиболитовой фаций метаморфизма, интенсивно дислоцированы с образованием нескольких генераций складок, разновозрастных разрывных нарушений и мелких структурных форм. Складкообразование всех этапов сопровождалась формированием в породах ориентированных линейных и плоскостных текстур, кристаллизационной сланцеватости. Широкое развитие имеют локальные средние (первые метры) и мелкие (первые сантиметры) приразломные складки, зоны вязких разрывов, будинажа, рассланцевания.

Практически на всей изученной территории проявлены наложенные процессы мигматизации и гранитизации пород.

На участке картируются магматические породы, представленные бластокатаклазированными гранитами рапакиви приморского комплекса, габбро-пироксенитами чернорудского комплекса, согласными деформированными телами гранит-пегматитов и секущими жилами пегматитов шаранурского комплекса.

Разрывные нарушения представлены региональным долгоживущим Приморским разломом и оперяющими его локальными продольными срывами. Сместители их крутые с падением на юго-восток, смещения по ним имеют сбросовый характер и молодой кайнозойский возраст.



Локально развиты более древние надвиговые и сдвиговые нарушения, которые смещаются молодыми сбросами. На этапе образования Байкальской рифтовой зоны все нарушения участка докайнозойского заложения были подновлены. Об этом свидетельствуют наблюдаемые в швах древних разломов следы хрупкой деформации (брекчирование, дробление).

Структура участка представляет собой складчато-моноклинальную зону, осложненную складками выскоких порядков. На участке картируются складчатые структуры 3 крупных этапов [3; 4], проявленных в разновозрастных структурных парагенезисах: ранний (гранулитовый, докупольный, покровный), средний (синхронный гранитизации, амфиболитовый, купольный) и поздний (парагенезис приразломных складчатых форм, послекупольный).

Структурный парагенезис раннего этапа на участке Чернорудский представлен надвигами, тектоническими останцами надвигов и, пространственно и генетически связанными с ними, реликтами складок покровного комплекса. Складки асимметричные, сильно сжатые, реже прямые с субгоризонтальными шарнирами и субвертикальными, либо наклонными в юго-восточном направлении осевыми поверхностями.

Надвиговые структуры часто имеют чешуйчатое строение: наблюдаются серии сближенных параллельных надвигов. В зонах надвигов широко развиты мелкие срывы, будинаж структуры, мелкие складки приразломного волочения с субгоризонтальными шарнирами.

Редко к структурам типа надвигов приурочены пологие тела пегматитов шаранурского комплекса. По данным А.Н. Иванова, пегматиты в зонах надвиговых структур относятся к верхнерифейским магматическим образований района. Их возраст 680 млн. лет [2]. По составу среди них выделяются граниты, гранит - пегматиты, пегматиты. Перед образованием надвиговых палеозойских структур тела этих интрузий еще в докембрии были вовлечены в складкообразовательные процессы.

Парагенезис среднего этапа связан с формированием купольных структур, которые картируются в юго-восточной части участка, в виде узких продольных линейных зон гранитизации и мигматизации, приуроченных к ядрам антиформ. Антиформы прямые, открытые, реже асимметричные, имеют северо-восточную ориентировку. Осевые поверхности их субвертикальные, шарниры пологие.

Послекупольный, поздний парагенезис представлен складками, образованными в результате сдвиговых, взбросо-сдвиговых перемещений по Приморскому и оперяющим его разломам. Это асимметричные, часто сигмообразные складки волочения, развитые в субвертикальных зонах сдвигов. Осевые поверхности и шарниры этих складок субвертикальные. Погружение шарниров на восток – юго-восток и восток – северо-восток.

Наиболее детально был изучен останец надвига расположенный непосредственно на участке детального картирования.

Поверхность сместителя в останце неровная – волнистая с невыдержанными углами падения и азимутами простирания. Наблюдаемая в обнажении надвиговая поверхность имеет изменчивые параметры угла наклона ( $3^{\circ}$ - $44^{\circ}$ ) и азимута падения (от ЮВ  $130^{\circ}$  -  $165^{\circ}$ , до обратного СЗ  $315^{\circ}$  -  $360^{\circ}$ ). В обобщенном виде она полого наклонена в юго-восточном направлении.

Общий (усредненный) наклон сместителей всех останцов надвигов в пределах полигона практик Чернорудский на юго-восток.

Движения в субгоризонтальной плоскости и сдвиговые деформации, вызванные косым столкновением Баргузинского микроконтинента с Ольхонским террейном и Сибирским кратоном, происходили практически одновременно в раннем палеозое [4]. Этим объясняется сложная форма сместителей. За счет такой формы на современном уровне эрозионного среза надвиги картируются в виде отдельных фрагментов, тектонических останцов. На некоторых участках сместитель уходит на глубину, и тогда проследить его можно только по данным геофизических исследований [1].

С формированием надвиговых и сдвиговых зон связано образование участков тектонического меланжа, часто встречающегося на всем протяжении Чернорудской зоны. Швы надвигов часто заполнены милонитами карбонатного состава. Учитывая высокую пластичность мраморов при деформациях, существует предположение, что они служили своего рода «смазкой», по которой перемещалось тело покрова.

В процессе движений по сместителям мраморы выжимались из аллохтона и захватывались из пересекаемых толщ. Милониты тонкокристаллические, обогащены графитом. Наблюдается постепенный переход от средне- и мелкочешуйчатых агрегатов графита, обуславливающих пятнистую текстуру породы, до тонкоперетертого в результате деформации графита, придающего мраморам равномерную серую окраску разной интенсивности.

Высокая степень деформированности этих пород обусловлена проявлением интенсивного динамометаморфизма в условиях катазонального вязкого течения в горизонтальной или субгоризонтальной плоскости.

#### Литература

1. Бигалке Ю., Кожевников Н.О. Электроразведочные исследования вдоль профиля Приморский – Холбо - Байкал (Приольхонье, Западное Прибайкалье) // Геофизика на пороге третьего тысячелетия. Труды первой Байкальской молодежной школы-семинара. – Иркутск: ИРГТУ, 1999. – С. 128–148.
2. Иванов А.Н., Алтухов Е.Н., Демин А.Н., Лобанов М.П. Региональные геологические системы Центральной Азии. – М.: Недра, 1993. – 225 с.
3. Кочнев А.П., Иванова Р.Н. Об этапах формирования складчатости Приольхонья (Зап. Прибайкалье). // Вестник Томского государственного университета. Серия «Наука о земле» Приложение № 3. Апрель 2003. Материалы научной конференции «Проблемы геологии и географии Сибири». – Томск: ТГУ, 2003. – С. 92–94.

4. Розен О.М., Федоровский В.С. Коллизионные гранитоиды и расслоение земной коры. – М.: Научный мир. 2001. – 188 с.

**ИЗМЕНЕНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ФЛЮИДА С ГЛУБИНОЙ  
ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ВАСИЛЬКОВСКОГО ЗОЛОТО-СУЛЬФИДНО-КВАРЦЕВОГО  
МЕСТОРОЖДЕНИЯ (КАЗАХСТАН)  
(ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ИССЛЕДОВАНИЯ ФЛЮИДНЫХ ВКЛЮЧЕНИЙ)**

А.Л. Тимкина

Научный руководитель доцент Н.А. Гибшер

*Институт геологии и минералогии им. В. С. Соболева СО РАН, г. Новосибирск, Россия*

Рудное поле расположено в юго-западной части Алтыбайского интрузивного массива, приуроченного к северному обрамлению Кокчетавской глыбы. Васильковское золоторудное месторождение по запасам золота отнесено к классу гигантов мирового значения [6]. Запасы золота превышают 380 т со средним содержанием золота в рудах 2,9 г/т [5]. Месторождение находится на севере Казахстана, в 25 км от г. Кокчетав. Васильковское месторождение представляет собой штокверк прожилково-вкрапленных руд, приуроченный к контакту гранодиоритов и диоритов. Месторождение сформировано в три этапа гидротермальной деятельности: прерудный, рудный и пострудный [1, 4]. Во время каждого этапа шла кристаллизация кварца. В данной работе приведены результаты исследования флюидных включений в кварце только рудного этапа.

В кварце рудного этапа присутствуют включения двух типов. Первый тип – газовой-жидкие включения с жидким водным раствором и газовой фазой углекислоты. Второй тип – двухфазовые и трехфазовые жидко-газовые включения. Внешняя флюидная фаза в таких включениях представлена водным раствором, средняя фаза – жидкой углекислотой, а внутренняя – газовой смесью углекислоты и метана, о чем свидетельствуют температуры плавления этой фазы ниже  $-56.6^{\circ}\text{C}$  (Табл. 1). Включения обоих типов не приурочены к трещинам и расположены хаотично во всем объеме кварцевых зерен, что дает основание отнести их к первичным флюидным включениям. Водный раствор во всех включениях является раствором хлоридов натрия, о чем свидетельствуют температуры эвтектики (от  $-21$  до  $-25^{\circ}\text{C}$ ) [2]. Соленость водного раствора по всей глубине меняется от 1.6 до 22.5 мас. % NaCl – экв, что весьма характерно для такого рода золоторудных месторождений.

В ходе работы было выполнено 1218 анализов, из которых 458 пришлось на определение температур частичной гомогенизации  $\text{CO}_2$ , 414 – на измерение температур плавления  $\text{CO}_2$ , 346 анализов по определению

температур плавления соли. Данные криометрических исследований флюидных включений в кварце Васильковского золоторудного месторождения приведены в таблице.

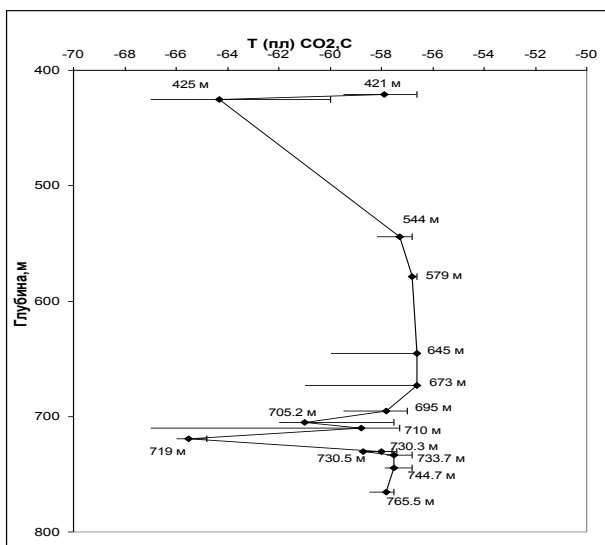
Температуры плавления заморозенного газа изменяются в интервале от  $-67^{\circ}\text{C}$  до  $-56.6^{\circ}\text{C}$ . (таблица, рисунок). Температуры плавления ниже  $-56.6^{\circ}\text{C}$ , указывают на присутствие других низкокипящих газов – метана (температура плавления  $-182.3^{\circ}\text{C}$ ) и/или азота ( $T_{\text{пл}} -210^{\circ}\text{C}$ ) [3]. Температуры частичной гомогенизации углекислоты меняются от  $-40^{\circ}\text{C}$  до  $30^{\circ}\text{C}$ , что также свидетельствует о присутствии во флюиде низкокипящих газов.

В результате КР спектроскопических исследований индивидуальных флюидных включений выявлено наличие во флюиде  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ , а также  $\text{H}_2\text{S}$  на глубинах 544, 673, 719, 730.5, 744.4, 765.5 м и  $\text{N}_2$  на глубинах 673, 695, 719, 744.4, 765.5 м, что свидетельствует о восстановленном характере флюида.

Плотность флюида, определенная по справочным данным [3], а также рассчитанная по уравнению состояния с использованием программ FLINCOR [9], на основании замеренных температур гомогенизации  $\text{CO}_2$ , меняется от  $0.59 \text{ г/см}^3$  до  $1.01 \text{ г/см}^3$  при гомогенизации в жидкость и от  $0.726 \text{ г/см}^3$  до  $1.12 \text{ г/см}^3$  при гомогенизации с критическими явлениями.

#### Обсуждение результатов работы

Микротермометрические исследования показали, что при кристаллизации кварца происходил захват включений двух типов: газовой-жидких и жидко-газовых. Причем соотношение газовой и жидкой фаз во включениях варьирует, при этом, частичная гомогенизация  $\text{CO}_2$  происходит как в жидкую фазу, так и с критическими явлениями. Такая особенность свидетельствует о близости флюида к линии двухфазового равновесия и периодическом кипении [7]. Физико-химические параметры флюида при формировании месторождения, такие как температуры плавления, плотность, соленость и температуры частичной гомогенизации меняются в широких пределах не только по глубине, но и на отдельных глубинах. Выявлена тенденция к значительному разбросу значений



**Рисунок. Изменение температуры плавления  $\text{CO}_2$  с глубиной**

солености и плотности флюидов на глубинах 421 м, 425 м 544 м, а также в интервале глубин 673...765.5 м, где происходит скачкообразное изменение этих параметров. Частичная гомогенизация углекислоты с критическими явлениями, свидетельствующими о вскипании флюида [7] также приурочена к глубинам 425 м, и от 705.2 м до

Таблица

**Результаты криометрических исследований флюидных включений в кварце  
Васильковского золоторудного месторождения, скв. 1673**

Глубина, м	Соленость, мас.% NaCl- экв.		Т пл. CO <sub>2</sub> , С		Т част. гом. CO <sub>2</sub> , С		Вид гомогениза- ции CO <sub>2</sub> **	Плотность, г/см <sup>3</sup>	
	от	до	от	до	от	до		от	до
315	11	19							
421	2	11	-59.5	-56.6	5	21.3	Ж	0.76	0.90
425	12.5	22	-67	-60	-17	11	Ж, ГЖ	0.85	1.02
544	2	16.5	-58.2	-56.8	14	25	Ж	0.71	0.83
579	2	22.5	-56.8	-56.6	-3	30	Ж	0.60	0.95
645	17	22	-60	-56.6	3	18	Ж	0.80	0.91
673	9	21.2	-61	-56.6	4	29	Ж	0.63	0.90
695	2	12.5	-59.5	-57	3	18	Ж	0.80	0.91
705,2	9	19.5	-62	-57.5	-6	20	Ж, ГЖ	0.74	0.96
710	10	22	-67	-57.3	-40	3	Ж, ГЖ	0.91	1.12
719	1.6	19	-66	-64.8	-30	3	Ж, ГЖ	0.91	1.08
730,3	2	16.5	-58	-57.4	17	24	Ж	0.73	0.80
730,5			-58.8	-57.6	3	23	Ж	0.74	0.91
733,7	10	17	-57.8	-56.8	-5.5	26	Ж	0.70	0.96
744,4	11	13.5	-57.9	-56.8	-15	23.5	Ж	0.73	1.01
765,5	2	18	-58.5	-57.5	9	22.5	Ж	0.75	0.87

Примечания:\*\*Вид гомогенизации: Ж - в жидкую фазу, ГЖ - по третьему типу (критический - исчезновение мениска газ-жидкость)

719 м, где отмечены повышенные содержания золота. Повышенные содержания метана во флюиде, а также наличие H<sub>2</sub>S и N<sub>2</sub> приурочены к глубинам 544, 673, 695, 719, 730.5, 744.4 и 765.5 м.

Полученные результаты свидетельствуют о нестабильности минералообразующей обстановки, а в таких условиях нестабильности и вскипания флюидов чаще всего происходит интенсивное рудоотложение [7]. По литературным данным [1,8] золотое оруденение также размещено ярусно, и горизонты наиболее богатых руд приурочены к глубинам ниже 400 м Максимальные концентрации золота в скважине №1673 приурочены к глубинам 424, 520, 542, 588, 600, 620, 702, 730 и 768 м, где отмечен максимальный разброс основных параметров минералообразования (плотности флюида и солёности). Сравнение полученных физико-химических параметров флюида с изменением содержания золота с глубиной, показало, что на глубинах с резко варьирующими параметрами, и с повышенными содержаниями низкокипящих газов CH<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>S и N<sub>2</sub>, помимо углекислоты, сосредоточены максимальные концентрации золота.

Литература

1. Абишев В. М., Баханова Е. В., Зорин Ю. М., Левин Г. Б., Мукатаев К. А., Нарсеев В. А., Шурунов М. В. Геология, вещественный состав руд и геохимические особенности Васильковского золоторудного месторождения // Геология, геохимия и минералогия золоторудных районов и месторождений Казахстана. – Алма-Ата, 1972. – С. 107–162.
2. Борисенко А. С. Изучение солевого состава растворов газовой-жидких включений в минералах методом криометрии // Геология и геофизика, 1977. – № 8. – С. 16–27.
3. Варгафтик Н. Б. Справочник по тепло-физическим свойствам газов и жидкостей. М.: Изд-во Наука, 1972. – С. 167.
4. Исакович И. З. Значение ореолов нерудной прожилковой минерализации при поисках золото-сульфидно-кварцевого оруденения // Сов. геол. – 1987. – № 7. – С. 89–94.
5. Некрасов Е. М. Сходство и коренные различия крупных и рядовых трещинных месторождений золота // Руды и металлы. – 1999. – № 3. – С. 48–62.
6. Рафаилович М. С., Федоренко О. А., Старова М. М. Крупные месторождения золота Казахстана: метасоматическая, минеральная и геохимическая зональности // Руды и металлы. – 2001. – № 3. – С. 5–14.
7. Реддер Э. Флюидные включения в минералах. – Т. 1. – Изд-во «Мир», 1987. – 558 с.

8. Чекваидзе В. Б. Поисковая минералого-геохимическая модель штокверкового золото-сульфидно-кварцевого оруденения // Сов. геол. – 1987. – № 1. – С. 121–126.  
Philip E. Brown and Steffen G. Hagemann. MacFkinCor and its application to fluids in Archean lode-gold deposits // Geochimica et. Cosmochimica Acta. – 1995. – Vol. 59 – № 19. – P. 3943–3952.

## ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ЛЕНДАХСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ (ЕНИСЕЙСКИЙ КРЯЖ)

М.О. Хоменко<sup>1</sup>

Научный руководитель научный сотрудник А.А. Айриянц<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия  
<sup>2</sup>Институт геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН, г. Новосибирск, Россия

Енисейский кряж представляет собой покровно-складчатый пояс преимущественно северо-западного простирания, расположенный в юго-западном обрамлении Сибирской платформы и вытянутый вдоль р. Енисей почти на 700 км при ширине от 50 до 200 км. Он является крупным коллизионно-аккреционным поясом. В геолого-структурном плане массив входит в состав Центрально-Ангарского террейна заангарской части Енисейского кряжа, и является эталоном постколлизионного глушихинского комплекса лейкогранитов.

В пределах Центрально-Ангарского блока Енисейского кряжа имеют широкое распространение граниты аляскитового типа подверженные процессу вторичного метасоматоза – грейзенизации. Это дает основание предполагать, что данная площадь является высокоперспективным районом для добычи олова. Но до нашего времени на Енисейском кряже еще не было найдено ни одного промышленного оловорудного объекта. В 2008 году ООО «Полиметалл Геология» начало поисково-разведочные работы в районе Лендахского гранитного массива.

Район исследования административно расположен на территории Северо-Енисейского района Красноярского края РФ, в 110 км на юг, юго-запад от районного центра п.г.т. Северо-Енисейска. Географически Лендахское оловоносное месторождение расположено на территории Енисейского Кряжа в верховьях рек Лендахи и Лево́й Каменки, в 4 км западнее их слияния.

В районе Лендахского массива стратифицированные образования представлены отложениями раннего, среднего и позднего рифея. Непосредственно на территории месторождения имеют выход породы Иончихинской толщи, которые представлены кварц-серицитовыми сланцами.

Гранитные массивы глушихинского комплекса отличаются характерной вытянутой в субмеридиональном направлении формой. Они сложены преимущественно лейкогранитами, относящимися к щелочно-известковой и известково-щелочной сериям [1].

Вмещающими для гранитоидов глушихинского комплекса являются метаморфизованные терригенные, терригенно-карбонатные и карбонатные отложения сухопитской и тунгусикской серий, отвечающие по условиям метаморфизма зеленосланцевой, и реже, эпидот-амфиболитовой фациям. Массивы характеризуются слабым контактовым воздействием на вмещающие толщи, выражающимся в маломощном ороговиковании.

Значительная часть пород Лендахского рудного поля грейзенизирована. Что проявляется в замещении КПШ мусковитом и кварцем, появлении таких минералов, как топаз, флюорит, турмалин и касситерит. Оловоносное оруденение приурочено к грейзенам, главным полезным компонентом которых является касситерит.

Цель данной работы – на основе комплексных геологических и петролого-геохимических исследований уточнить геологическую структуру Лендахского рудного поля.

Для этого были решены следующие задачи:

1) Проанализированы и обобщены геологические опубликованные и фондовые материалы для общей характеристики региона.

2) Построена геологическая схема и серия разрезов, выделены зоны рудоносных грейзенов на основании данных горных выработок и бурения. На основе этого детализирована геологическая структура Лендахского рудного поля.

На основе разведочного плана месторождения Лендахского, предоставленного ООО «Полиметалл Геология» и данных горных выработок были построены 14 геологических разрезов, по которым можно проследить закономерности распространения рудных тел на глубину и детализировать геологическую схему на данный участок. Геологическая схема и разрезы по разведочным линиям были построены в программе ArcView GIS 3.2a.

В результате анализа горных выработок (литологическое описание разведочных линий и анализа пород), построенной геологической схемы и разрезов сделали вывод, что процессы рудоотложения захватывали как граниты, так и скарнированные, ороговикованные породы экзоконтакта, при этом почти все балансовые и основная часть забалансовых руд локализируются в гранитах. Рудные объекты приурочено к эндо-реже экзоконтактам гранитных массивов. Они связаны со структурами трещинного типа, хорошо проявленными зональностью рудных залежей. Оруденение представлено кварц-топазовыми, кварц-топаз-мусковитовыми, кварц-мусковитовыми грейзенами и грейзенизированными гранитами. Также прослежено, что с глубиной параметры оруденения изменяются в худшую сторону и по мере приближения к зоне контакта степень грейзенизации гранитов увеличивается.

В ходе выполнения работы были получены следующие результаты:

Детально был проработан геологический опубликованный и фондовый материал, что позволило понять и охарактеризовать общую структуру региона: приуроченность к региональным структурам и положение Лен-

дахского рудного поля в Заангарской части Енисейского кряжа; принадлежность осадочных и магматических пород данного участка к позднему рифею, и их пространственно-временное взаимоотношение.

В результате изучения пород горных выработок (путем отбора бороздовых, сколковых, керновых, шлиховых проб) макро и микроскопически был изучен петрографический состав пород Лендахского месторождения. Выявлены основные разности пород: сланцы кварц-серицитовые ороговикованные вблизи контакта, граниты различной степени грейзенизации двух фаз внедрения и рудоносные грейзены. Рудные минералы определены при изучении шлифов грейзенов и шлихов протолок на сканирующем электронном микроскопе.

На основе детальных открытых горных выработок (14 канав) и бурения (43 скважины) на данную территорию была детализирована геологическая схема и построено 14 геологических разрезов. Это позволило пространственно оценить взаимоотношение вмещающих сланцев и гранитов Глушихинского комплекса, и проследить тенденцию распространения рудных тел, которые приурочены к контакту сланцев и гранитов, следовательно, к ослабленным зонам.

#### Литература

1. Верниковский В.А., Верниковская А.Е. Тектоника и эволюция гранитоидного магматизма Енисейского кряжа // Геология и геофизика. – 2006. – Т. 47. – С. 35–52.

### СТРУКТУРА РУДНОГО ПОЛЯ КАЛАРСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ И УСЛОВИЯ ЛОКАЛИЗАЦИИ ЗОЛОТО-СЕРЕБРЯНОГО ОРУДЕНЕНИЯ (КАБУРЧАКСКИЙ ПРОГИБ, ГОРНАЯ ШОРИЯ)

Е.С. Чагина<sup>1</sup>

Научный руководитель научный сотрудник Г.С. Федосеев<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

<sup>2</sup>Институт геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН, г. Новосибирск, Россия

Каларское месторождение находится в среднем течении р. Каз. С ближайшим населённым пунктом – станцией Калары – месторождение связано просёлочной дорогой, пригодной для проезда на автомобиле в летний период. Район представляет собой горно-таёжную местность с интенсивно расчленённым рельефом. Абсолютные отметки водоразделов колеблются от 370 до 650 м. Наиболее крупными водотоками являются реки Мундыбаш, Кондома, Анзас и Каз. Район сравнительно хорошо обжит и относительно доступен.

Месторождение выгодно экономически и географически расположено, территориально относится к Кемеровской области, находится всего в 3 км от железной дороги Новокузнецк–Таштагол.

В геотектоническом отношении Каларское золото-серебряное месторождение находится в пределах западной части Алтае-Саянской складчатой области, в "узловой" зоне сочленения нескольких крупных горно-складчатых и депрессионных сооружений – Салаира, Кузнецкого Алатау, Горного Алтая, Кузнецкого прогиба и юго-восточного окончания Западно-Сибирской плиты в виде Бийско-Барнаульской впадины.

Месторождение расположено на территории Кондомского синклинория, в пределах Кабурчакской депрессии, являющейся вулканогенно-тектонической структурой, которая ограничена со всех сторон разломами. В центральной части депрессии расположен Кистальский гранит-лейкогранитовый массив. Западнее, севернее и восточнее массива распространены базальт-андезитобазальтовые и дацит-риолитовые лавы и туфы раннедевонской серии, состоящей из учуленской, тазовской и казанкольской свит. Отложения этих свит прорваны субвулканическими телами основного и кислого составов. Каларское месторождение находится в северо-восточной части Кабурчакской структуры. Несмотря на многолетнюю историю изучения месторождения, не существует единого мнения относительно пространственной и временной позиции оруденения, что и обусловило цель настоящего исследования: выяснение закономерностей структурной приуроченности золото-серебряного оруденения Каларского месторождения.

Для достижения данной цели следовало решить комплекс задач:

- а) изучить вещественный состав горных пород участка на петрографическом уровне;
- б) составить крупномасштабную геологическую карту по материалам Геолого-минералогической партии ФГУПП «Запсибгеолсъемка» и собственным наблюдениям;
- в) выявить специфику пространственного распределения золото-серебряного оруденения в пределах Каларского участка.

Существенно вулканогенные отложения, развитые в районе Каларского месторождения, отнесены к учуленской свите. Стратифицированные отложения учуленской свиты прорваны дайками и силлообразными телами. По возрасту они подразделяются на три группы, соответствующие трем стадиям внедрения.

Месторождение расположено в области интенсивного развития дизъюнктивных нарушений, оперяющих главный разлом субширотного простирания. Этот разлом играет решающую роль в геологическом строении района месторождения: по нему вулканы андезитобазальтового состава учуленской свиты отделяются от существенно кислых вулканических кабурчакской свиты, он является рудоконтролирующим для Нижнеказского золото-серебряно-полиметаллического месторождения и Сухоказского рудопроявления ртути.

Горные породы Каларского месторождения относятся к трём генетическим группам: стратифицированным вулканогенным, субвулканическим и гидротермально-метасоматическим. Первая группа представлена базальтовыми, андезитобазальтовыми, андезитовыми и дацит-андезитовыми порфиритами, туфами смешанного,

андезитового, базальтового и кислого состава, игнимбриитами, туфогравелитами, туфопесчаниками и туфоалевролитами. Во второй группе преобладают риолитовые и риолит-дацитовые порфиры и дациты с подчинённым участием дацит-андезитовых порфиритов и порфиroidных диоритов. И, наконец, последняя группа включает хлорит-серицитовые, серицит-эпидот-хлоритовые и пирит-карбонат-кварцевые породы, арсенипирит-пиритовые руды и другие, глубоко изменённые породы.

На Каларском месторождении выявлено восемь золотоносных зон, представляющих собой гидротермально-изменённые породы с золоторудной минерализацией, мощностью от 5 до 50 м и протяженностью от 100 до 800 м. В пределах золотоносных зон по результатам опробования горных выработок околонуено 28 золоторудных тел с колчеданными (золото-серебро-арсенипирит-пиритовыми) и полиметаллическими (золото-серебро-галенит-сфалерит-арсенипирит-пиритовыми) рудами. Золоторудные тела выделены по результатам опробования в пределах золотоносных (минерализованных) зон. Содержания золота в них от 0,7 г/т до 5,6 г/т, серебра – от 0,2 до 57,0 г/т. Отдельные участки маломощной коры выветривания характеризуются средним содержанием золота 6 г/т. Оруденение сопровождается аномалиями мышьяка, цинка, сурьмы, висмута, свинца, ртути.

Структурная позиция оруденения, как обсуждалось выше, определяется его приуроченностью к серии разрывных нарушений, которые группируются в две системы. К первой относятся дизъюнктивы субмеридианального и северо-западного простирания, ко второй – субширотного и северо-восточного направлений.

В ходе подготовки работы были решены поставленные задачи и получены следующие результаты:

- изучение петрографического состава и распределения рудных элементов позволяет сделать вывод о генетической связи оруденения в 3 типах пород (риолитовых и дацитовых порфирах, гидротермально-изменённых породах) с повышенным содержанием рудных элементов. Их пространственная и временная обособленность, а так же характер рудной минерализации, свидетельствуют о нарастании интенсивности оруденения во времени и существовании не менее трех периодов рудной минерализации;
- построены 2 крупномасштабные геологические схемы, на которых вынесены золотоносные зоны и данные по распространению других рудных элементов, образующих аномальные концентрации. На схемах отчетливо читается блоковое строение месторождения, однако динамика перемещения блоков не позволяет сделать заключение о конкретной перспективности каждого из них;
- сопоставление реальных и прогнозируемых золотоносных зон со структурами рудного поля Каларского месторождения показало преимущественную приуроченность этих зон к системе разрывных нарушений субмеридианального и север-северо-западного простирания.

## РАЗВЕДКА И ОЦЕНКА ЗАПАСОВ ТИТАНОМАГНЕТИТОВОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ «МАСАЛЬСКОЕ» В КАЗАХСТАНЕ

И.Н. Чернышов, В.Ф. Зябкин

ТОО «Горное бюро», г. Алматы, Казахстан

Значение месторождений титаномагнетитовых руд трудно переоценить. Они в настоящее время являются одним из ведущих геолого-промышленных типов железорудных месторождений и важным источником получения ванадия и титана. Руды титаномагнетитовых месторождений комплексные железо-титан-ванадиевые с сопутствующими извлекаемыми полезными компонентами Sc, Cu, Co, Ni, Au, Pt, Pd и др. В зависимости от содержания и соотношения Fe, TiO<sub>2</sub> и V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> в рудах месторождения подразделяются на существенно ильменитовые, ильменит-титаномагнетитовые и титаномагнетитовые. К наиболее крупным разрабатываемым месторождениям в мире относятся Бушвельдский комплекс (ЮАР), Аллард-Лейк (Канада), Куранахское (Россия), Гусевогорское (Россия), Собственно Качканарское (Россия).

Ожидается неуклонное возрастание роли титаномагнетитовых руд в добыче железорудного, титанового и ванадиевого сырья в текущем XXI веке. Это обусловлено истощением запасов магнетитовых руд для открытого способа добычи, крупными запасами, простым геологическим строением, возможностями открытой разработки, простой технологией обогащения, позволяющей получать железорудные концентраты с низкими содержаниями вредных примесей – серы и фосфора, высокой комплексностью руд.

Использование малотитанистых титаномагнетитовых руд как железорудного сырья является решенной задачей. Например, руды месторождения Качканарской группы на Урале, Россия (разрабатываемое Гусевогорское и резервное Собственно Качканарское) являются ведущим типом, обеспечивающим 86 % добычи железных руд в регионе [1].

Месторождение Масальское расположено в северо-западной части Центрального Казахстана на границе Казахского мелкосопочника с Тургайской низменностью, в 15...20 км от реки Есиль (Ишим) и железнодорожной ветки Есиль-Аркалык. Административно оно расположено в Жаркаинском районе Акмолинской области.

Открыто в 1952 г как магнитная аномалия при производстве аэромагнитной съемки масштаба 1:200 000. В 1952-53 гг. при детализации аномалии наземной магниторазведкой и последующей оценке буровыми скважинами установлено титаномагнетитовое вкрапленное и шлировое оруденение в породах основного-ультраосновного состава. Были определены масштабы оруденения как крупное месторождение с бедными рудами, не имеющее на тот период промышленного значения [2]. Интерес к Масальскому месторождению вновь возник лишь в 2007 году. Были оформлены права недропользования на разведку и добычу титаномагнетитовых руд на ТОО «Масальский ГОК».

В течение 2008-09 г.г. на месторождении выполнены геологоразведочные работы: наземные площадные геофизические исследования контрактной территории, бурение разведочных скважин – 28 000 пог. м. Отобрано и

проанализировано 10590 керновых проб, проведены инженерно-геологические и гидрогеологические работы, геоэкологические исследования, технологические испытания лабораторных проб на обогатимость. По результатам геологоразведочных работ получены новые данные, позволяющие провести геолого-экономическую оценку в условиях рыночной экономики.

В геологическом строении района, где расположено месторождение Масальское, принимают участие различные образования венда и палеозоя, прорванные породами различных интрузивных комплексов. Указанные образования перекрыты кайнозойскими осадками различной мощности.

Пешеходной магнитной съемкой детализирована аномальная зона Та площадью 2,15 кв. км по изолинии 2000 нТл с локальными аномалиями интенсивностью до 12000 нТл, разделяемая на два сближенных участка. Южный участок разведан буровыми скважинами по сети 100x100 м, Северный – по сети 200x200 и 100x100 м, глубина разведки 300 м, отдельными скважинами – 500 м.

Месторождение приурочено к Масальскому интрузивному массиву размером 3,5x3 км. Строение массива зональное. Центральная часть сложена пироксенитами и горнблендитами, краевая – габбро, габбро-диоритами, кварцевыми диоритами.

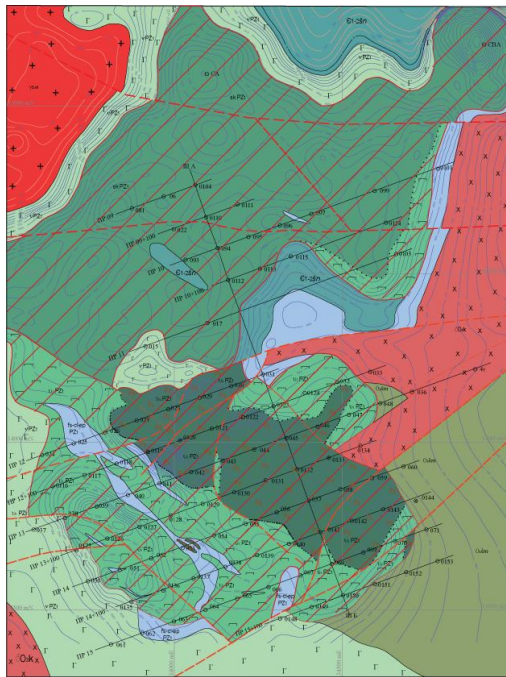
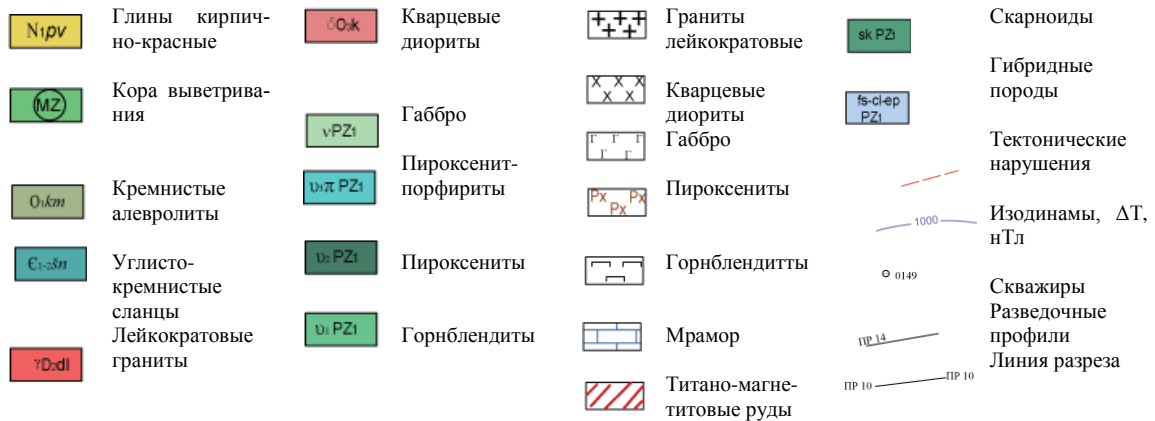


Рис. 1. Геологическая карта месторождения Масальское



Оруденение титаномагнетитовое с ванадием вкрапленное, прожилково-вкрапленное, шлировое, связано с пироксенитами и горнблендитами. Площадь оруденения 1,5 кв. км, глубина распространения по данным бурения более 500 м, по интерпретации геофизических данных – до 2,5 км (рис., 1, 2, 3).

Геологические материалы разведки месторождения прошли апробацию в ГКЗ Республики Казахстан, утверждены оценочные кондиции, запасы руды поставлены на государственный баланс при бортовом содежании

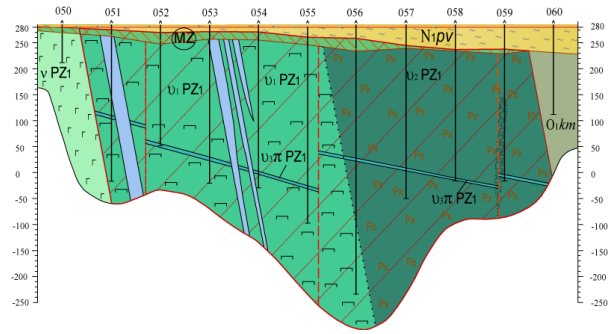


Рис. 2. Геологический разрез по профилю 14

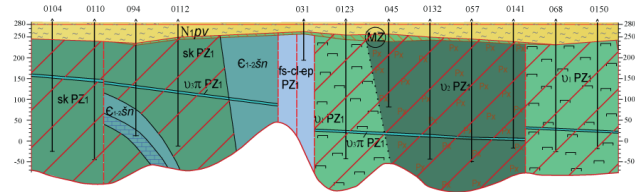


Рис. 3. Геологический разрез по профилю III

Fe = 13 % по категориям  $C_1 + C_2 = 525$  млн. тонн со средним содержанием Fe – 15,60 %,  $V_2O_5$ , – 0,17 %,  $TiO_2$  – 1,98 %; приняты к сведению прогнозные ресурсы по категории  $P_1$  в объеме 1,3 млрд. тонн.

Технологические исследования проведены по пяти лабораторным пробам. Руды легко обогатимы методом сухой и мокрой магнитной сепарации, могут перерабатываться по единой технологической схеме. При среднем содержании Fe в пробе руды 17,85 %, выход концентрата составил 16,81 % при содержании Fe в концентрате 64,92 % и извлечении железа в концентрат 65,37 %.

Гидрогеологические условия водоносной зоны трещиноватости палеозойского водоносного комплекса, обводняющей рудные залежи, оцениваются как сложные.

Они обусловлены хаотическим распределением открытых трещин и других полостей в горном массиве. Это определяет замедленный водообмен, сложные пути движения порово-трещинных и жильных подземных вод, анизотропию водопроницаемости и водоотдачи. Зоны тектонического дробления отличаются повышенной водоносностью. Но на глубине они изолированы блоками монолитных и практически безводных пород, а емкостные ресурсы жильных вод весьма ограничены.

Основные водопритоки в карьер будут поступать из верхней наиболее трещиноватой водоносной зоны палеозойского комплекса пород. Водопритоки в карьер будут формироваться за счет естественных запасов и ресурсов. Последние образуются при инфильтрации атмосферных осадков за пределами площади месторождения. Расчет водопритока в карьер за счет подземных вод проведен гидродинамическим методом по формулам «большого колодца» и составляет  $406 \text{ м}^3/\text{час}$ .

Горнотехнические условия благоприятны для открытой разработки. Месторождение по степени сложности инженерно-геологических условий относится к простой категории сложности, а по степени сложности освоения – к I группе с простым геологическим строением геологической среды.

В результате геологоразведочных работ установлено, что Масальское месторождение титаномагнетитовых руд представляет собой крупный железорудный объект, на разведанных запасах которого планируется строительство горно-обогатительного комбината с производительностью карьера 10 и более млн.т. руды в год и получением магнетитового концентрата с содержанием железа 65 % до 1,5 млн.т. в год.

#### Литература

1. Железородная база России / под ред В.П. Орлова, М.И. Веригина, Н.И. Голивкина. – М.: ЗАО «Геоинформ-марк», 1998. – 842 с.
2. Месторождения железа Казахстана. Справочник. – Алматы, 1998. – 164 с.

### ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ ЗОЛОТОРУДНОЙ МИНЕРАЛИЗАЦИИ В БАССЕЙНЕ Р. ЭНГАЖИМО (БАЙКАЛО-ПАТОМСКОЕ НАГОРЬЕ)

**М.С. Шиверских, В.М. Калугин**

Научный руководитель профессор Г.Я. Абрамович

*Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия*

В статье рассмотрена золотоносность бассейна р. Энгажимо (правый приток р. Витим) и приведены основные этапы формирования золоторудной минерализации. Показано, что формирование золоторудных тел произошло за счет рудного вещества высокоуглеродистых толщ, в процессе их многоэтапной метаморфической и метасоматической переработки. Работа написана на основе собственных исследований авторов, проведенных в полевые периоды 2007-2009 г. в процессе поисково-оценочных работ ЗАО «Сиб ГК» и обобщения материалов производственных и опубликованных работ.

Рассматриваемый район располагается в пределах Байкало-Патомского нагорья на территории Бодайбинского прогиба. Существуют разные представления на историю его геологического развития. По мнению Л.П. Зоненшайна с соавторами [2] раннепротерозойский фундамент Сибирской платформы (Восточно-Сибирский палеоконтинент) сформировался в несколько этапов. К началу второй половины раннего протерозоя (палеопротерозоя, согласно новой стратиграфической шкалы), в результате сближения ряда крупных континентальных глыб сформировались два кратона: один Алданский, созданный из столкнувшегося Алданского и Станового блоков, другой Сибирский, образованный столкновением Тунгусского, Ангаро-Анабарского и Оленекского блоков. Кратоны обрамлялись зонами субдукции, выражением одной из которых служит Аkitканский вулканический пояс. В результате субдукции к началу рифея океаническая кора между двумя упомянутыми блоками была полностью поглещена под Аkitканскую активную окраину, а Алданская глыба была смещена по отношению к Сибирской не менее чем на 1000 км по крупнейшему Жуинскому сдвигу. В среднем-верхнем рифее (мезо-неопротерозое) рассматриваемая территория представляла собой пассивную континентальную окраину. При этом, наряду с широко развитыми мелководными шельфовыми фациями, в разрезе Бодайбинского синклинали представлены и более глубоководные фации, отвечающие континентальному склону или подножию. Развивая эту позицию, Г.Я. Абрамович и М.И. Кузьмин [1] акцентируют внимание на том, что Байкало-Патомский прогиб заложился над предшествующей структурой рифтогенного типа – авлакогеном.

По мнению большой группы авторов работы «Эволюция южной части Сибирского кратона в докембрии» [5], Байкало-Патомское нагорье (кревое поднятие) сложено мезо-неопротерозойскими образованиями, из под которых выступают фрагменты палеопротерозойских комплексов (террейны), сформированные в разных геодинамических условиях. Палеопротерозойские комплексы маркируют коллизионную зону, возникшую в ре-



зультате закрытия Чуйско-Виллюйского палеоокеанического бассейна и столкновения Алдано-Станового и Ангаро-Анабарского протократонов. Важно отметить, что для Бодайбинской зоны реставрируется окраинная часть шельфа, переходящая в котловину задугового бассейна, где накапливались глинисто-алевролитовые и песчано-алевролитовые осадки, весьма обогащенные органическим веществом.

Рассматриваемый в настоящей работе район бассейна р. Энгажимо располагается в юго-восточной части Бодайбинского рудного района. Он издавна известен богатыми россыпями золота. Многие из них были отработаны еще в середине 20 века (Камустяг, Тахтыкан и др.), а некоторые (Догалдын) эксплуатируются и сейчас. Россыпи бассейна р. Энгажимо по количеству добытого и разведанного золота занимают одно из ведущих мест в Ленском золотоносном районе. Здесь разведано 15 россыпей, в том числе по семи месторождениям проводилась разработка золота [4].

К настоящему времени значительная часть таких месторождений отработана и на повестку дня остро встал вопрос пополнения золотых ресурсов данного региона уже не столько россыпным, но и, главным образом, рудым золотом. В связи с этим оценка перспектив выявления новых промышленных золоторудных объектов, таких как Высочайший, Первенец, здесь весьма актуальна. Среди новых крупнообъемных источников золота ныне особое внимание уделяется высокоуглеродистым стратифицированным толщам и их метасоматитам, выступающим в качестве естественных аккумуляторов благородных металлов. Широкое развитие, значительная протяженность и высокие концентрации благородных металлов делают углеродистые толщи одним из наиболее перспективных коренных источников золота на ближайшее будущее.

Рудообразование на рассматриваемом объекте происходило в три этапа: первоначальное накопление металла в ходе осадкообразования, затем в процессе линейного складкообразования, сопровождающегося низкотемпературным метаморфизмом кальцит-хлоритовой зоны фации зеленых сланцев, благоприятной для локализации золотого оруденения, и, наконец, завершилось в период метасоматических преобразований, связанных с внедрением гранитоидов конкудеро-мамаканского комплекса в позднем палеозое.

Первоначальное обогащение высокоуглеродистых глинистых толщ некоторыми химическими элементами, в том числе и золотом, произошло, возможно, еще в процессе седиментации на территории пассивной континентальной окраины Сибирской палеоплатформы. В непосредственной близости от Баргузинского микроконтинента. Снос материала происходил со стороны Байкало-Витимского поднятия. Разрез характеризуется переослаиванием песчаников и углеродистых сланцев.

Последующий процесс линейного складкообразования по данным Иванова А.И. [3] осуществлялся в коллизионных условиях столкновения Сибирского континента с Баргузинским микроконтинентом. Линейная складчатость происходила в обстановке тангенциального сжатия. Основные рудоконтролирующие разломные структуры сформировались на заключительных этапах линейного складкообразования. Они представляют собой субсогласные простирания пород зоны рассланцевания с проявлением интенсивных метасоматических процессов – сульфидизации (пирит) и железо-магнезиального карбонатного метасоматоза (буршпатизации). Именно эти сульфиды и бурый шпат отличаются повышенным содержанием тонкодисперсного (связанного) золота. Количество бурого шпата составляет 20...30 %, достигая иногда 40 %. Вместе с бурым шпатом с содержанием до первых процентов, т.е. в резко подчиненном количестве, присутствует пирит, галенит. Процесс формирования золотоносных зон буршпатизации является рудноподготовительным и месторождения рудного золота в их пределах образуются при переработке золотоносных пород последующими процессами.

Основные элементы рудоконтроля: линейные складки субширотного простирания нескольких порядков, осложненные продольными разломами и поперечными маломощными сдвигами и диаклазами. Кроме того, рудоконтролирующими факторами являются состав и степень метаморфизма слоистых толщ вендских отложений, а так же расположение тектонических нарушений и полостей, куда устремился метаморфогенный флюид.

Преобразование оруденения с дальнейшим концентрированием, очевидно, происходило в позднем палеозое при становлении гранитоидов конкудеро-мамаканского комплекса. Характерно развитие продольных разломов, представляющих собой зоны рассланцевания с проявленными гидротермально-метасоматическими преобразованиями пород - буршпатизацией, сульфидизацией, окварцеванием.

Имеющиеся в настоящее время материалы свидетельствуют, что в большей мере оруденение сформировалось в раннем-среднем палеозое, но в значительной степени было преобразовано (с обогащением) в позднем палеозое. Наиболее широко распространенными морфологическими типами коренных рудных тел золота являются: жилы и жиллообразные залежи, жильные и минерализованные зоны, линзообразные залежи и штокерки. Складки (преимущественно антиклинали), соскладчатые разрывы и трещины, а также сквозьструктурные разломы, которые приурочены к системам трещин, согласных с простиранием осадочных пород, являются структурами, локализирующими метаморфогенный флюид. Главными элементами рудоконтроля здесь являются разломы северо-западного простирания. Кварцевые жилы, формирование которых связывается с локальной дифференциацией при метаморфизме, пользуются значительным распространением в районе. Жилы и прожилки линзовидной формы распространены в зоне проявления сланцеватости. По отношению к ориентировке сланцеватости они занимают или ортогональное или диагональное положение. Ведущую роль в формировании полостей для кварцево-жильного выполнения (за исключением прямолинейных прожилков) играло развитие кливажа и сланцеватости, главной особенностью которых с механической точки зрения, является то, что они в период метаморфизма сообщали породам дифференцированные реологические свойства.

По мнению Иванова А.И. (2009) золото частично поступает с сингранитными флюидами: основная масса при формировании жильно-прожилковых зон при тектонической активизации обогащенных предыдущими процессами рудоконтролирующих структур, сформированных при линейной складчатости.

Здесь не проявился этап «метаморфического» укрупнения золота, поэтому в процессе переработки обогащенных золотом пород, его мобилизации и перераспределения с локализацией в структурных и иных ловушках формировались рудные тела, характеризующиеся преобладанием микроскопического золота. Таким образом, по-видимому, сформировались и многие другие золоторудные месторождения в зонах низкого метаморфизма – в зоне хлорита (Сухой Лог, Верное, Невское и др.).

В целом рудные тела Энгажиминской площади локализованы в пачках осадочно-терригенных пород в той или иной мере обогащенных углеродистым веществом. Высокая степень проявления тектонических дислокаций подготовила благодатнейшую почву для последующих процессов метасоматоза, связанных с внедрением гранитоидов Конкудеро-Мамаканского комплекса. Ведущую роль в формировании полостей для кварцево-жильного выполнения (за исключением прямолинейных прожилков) играло развитие кливажа и сланцеватости, главной особенностью которых с механической точки зрения, является то, что они в период метаморфизма сообщали породам дифференцированные реологические свойства. Неоднородность развития дислокаций, а также физико-механическая анизотропия среды, которую составляет слоистая толща рифейских отложений, предопределили появление разрывов сплошности горных пород, которые, собственно, и являются локальными структурами, в которые устремлялся флюид и где происходило формирование кварцево-жильного выполнения.

#### Литература

1. Абрамович Г.Я., Кузьмин М.И. Геодинамические обстановки, агматизм и металлогения юга восточной Сибири в докембрии // Геология и металлогения докембрия юга Сибири. – Иркутск: Восточно-Сибирское книжное издательство, 1999. – С. 9–11.
2. Зоненшайн Л.П., Кузьмин М.И., Натапов Л.М. Тектоника литосферных плит территории СССР. – М.: Недра 1990. – Т. 1. – 327 с.
3. Иванов А.И., Лившиц В.И., Перевалов О.В. и др. Докембрий Патомского нагорья. – М.: «Недра», 1995. – 352 с.
4. Назарьев В.А. Минерально-сырьевая база Иркутской области / В.А. Назарьев, Н.А. Суслев // Разведка и охрана недр. – 2004. – № 8–9. – С. 7–8.
5. Эволюция южной части Сибирского кратона в докембрии // А.М. Мазукабзов, Д.П. Гладкочуб, Т.В. Донская и др. / науч. ред. Е.В. Сяпоров – Новосибирск: Издательство СО РАН, 2006. – 367 с.

### ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ И ЗОЛОТОНОСНОСТЬ РУДОПРОЯВЛЕНИЯ «ТЫРСЕЛЯХ» (МАГАДАНСКАЯ ОБЛАСТЬ)

**А.А. Шпиндлер**

Научный руководитель старший преподаватель Е.Н. Жилина  
Томский государственный университет, г. Томск, Россия

Магаданская область во время Великой Отечественной войны стала тем светом в конце туннеля, который помог бывшему Советскому Союзу выйти из сложной экономической ситуации. Она дала стране золото, очень много золота, которое перевесило чашу весов в нашу пользу, и помогло расплатиться с союзниками по «Ленд-лизу». Но отработка самых «лакомых кусочков», то есть россыпного золота проводилась примитивными технологиями того времени и много благородного металла было потеряно. Сейчас для развития золотодобывающей промышленности в Магаданской области необходимо детальное доизучение площадей, направленное на поиски и разведку коренных источников золота.

Автор принимал участие в выявлении рудных источников золота. Изучение заключалось в детальном картировании и проведении специальных исследований на рудопроявлении Тырселях.

Анализируя геологическое строение участка, работая с фондовой литературой [1, 2], и, проводя макро- и микроскопическое изучения пород, автор провел сопоставление рудоконтролирующих факторов и условий локализации известных на изученной площади рудопроявлений золота с другими рудопроявлениями и промышленными месторождениями золота подобного типа на территории Центрально-Колымского золотоносного пояса. Намечается ряд общих закономерностей, которые могут служить в качестве рудоконтролирующих факторов и поисковых признаков.

Важнейшим фактором, контролирующим золотое оруденение, как на уровне рудного узла, так и на уровне рудного тела, включительно, является магматический (вне зон влияния магматизма золоторудная минерализация практически отсутствует) [2].

К магматическим факторам следует отнести следующие:

парагенетическая и пространственная связь золотого оруденения с дайками и малыми интрузиями плагиогранитов, гранит-порфиров и гранодиоритов басугуньинского комплекса позднеюрского возраста; линейные пояса сближенных даек басугуньинского комплекса в пределах интенсивно дислоцированных осадочных образований.

Высокая избирательная связь даек с золотым оруденением обусловлена их пропилизацией (играющей роль геохимического барьера) и их физическими свойствами (хрупкие породы даек более компетентны для проникновения гидротермальных растворов, нежели их вмещающие, относительно пластичные, осадочные толщи) [2].

Практически для всей прилегающей территории установлена прямая зависимость интенсивности шлиховых и геохимических ореолов рассеяния, а также наличия коренных проявлений золота от насыщенности оса-

дочных толщ перми дайками и малыми интрузиями. На площадях, где дайки отсутствуют, за редким исключением, золотоносность проявлена значительно слабее [2].

Роль даек в локализации оруденения в пределах разных рудных зон и тел не одинакова. Дайки и штоки выступают одним из основных элементов локализации рудных тел, в других (основная часть) дайки выступают как контролирующий фактор на контакте литологически разнородных сред, но в большинстве случаев, на разных участках рудных зон, роль перечисленных магматических факторов проявляется поочередно.

С магматическим фактором тесно связаны метаморфические факторы, к которым относятся:

Участки наложения кварц-серицитовых изменений регрессивной стадии метаморфизма на поля развития регионального метаморфизма (прогрессивная стадия) зеленосланцевой формации. Многие исследователи отмечают парагенетическую связь этих образований с золотом [1, 2]. На изученной площади вне этих участков проявления золотого оруденения не наблюдались.

Локальные линейные зоны развития динамометаморфизма (тектонические брекчии, катаклазиты, милониты), с которыми связано формирование рудоносных минерализованных зон дробления.

Поля развития гидротермально-метасоматических образований (серицит-кварцевые, мусковит-серицит-кварцевые метасоматиты с альбитом или калиевым полевым шпатом, поля окварцевания) и генетически связанные с ними кварцевые жилы. Непосредственно с образованием кварцевых жил связано формирование золотой минерализации.

К тектоническим факторам относятся:

Разломы северо-западного, реже субширотного простирания, выполненные минерализованными зонами дробления, а также опережающие их небольшие разломы и сколовые трещины (расположенные под углом 30-45° к основному нарушению), к которым приурочены практически все жилы и жильные зоны.

Периклинальное замыкание и погружение шарнира антиклинальных структур второго порядка (Тенькинской антиклинали).

Ядра и, в меньшей степени, крылья брахиантиклинальных складок 3-4 порядка.

Флексуриобразные изгибы (как в плане, так и по падению) основного направления толщ, изученных, в частности, на Дегдеканском месторождении, расположенном также в пределах Тенькинской рудной зоны.

Литолого-стратиграфическими факторами являются:

Поля распространения осадочных пород, содержащие повышенное количество углеродистого вещества, способствующее осаждению золота в гидротермальном процессе.

Пачки и линзы грубозернистых разностей терригенных образований – песчаников с пластами и горизонтами песчано-гравийных алевролитов.

Пачки интенсивно переслаивающихся пород различного гранулометрического состава (границы разнокомпетентных сред являются важным фактором для формирования золотоносных кварцевых жил).

В результате исследований автором получен ряд выводов приведенных ниже.

Анализ рудоконтролирующих факторов позволил автору доказать прямые признаки на промышленное золотое оруденение на участке Тырсеях и косвенные на крупнообъемное золотое оруденение на Арга-Юряхской площади.

Прямые:

Наличие интрузий басугуньинского комплекса, связанного с золотым оруденением на данной территории;

Наличие кварцевых жил и прожилков с видимой минерализацией арсенопирита, пирита, халькопирита, реже самородного золота;

Наличие минерализованных зон дробления, содержащих обломки кварцевого материала, а также гипергенные минералы железа и меди - продукты разрушения сульфидов;

Имеет место поле развития гидротермально-метасоматических образований;

На данном участке имеет место весь комплекс литолого-стратиграфических факторов;

Россыпи и шлиховые ореолы рассеяния золота, тесно связанные с коренными источниками.

Обнаружение в результате специализированных исследований видимого золота, с максимальной концентрацией 63 г/т.

Косвенные:

По геофизическим данным косвенно можно предполагать что, в районе рудопроявления Тырсеях, имеет продолжение правобережная зона линейных высокоомных (до десятков тысяч Ом) аномалий. Такие аномалии могут свидетельствовать о широком развитии кварцевых гидротермальных образований жильно-прожилкового типа, близких по геофизическим признакам к золоторудным зонам знаменитого Наталкинского месторождения.

Породы, обнаруженные в результате полевых исследований 2008 года, сходны с вмещающими породами Наталкинского месторождения, заключают в себе кварцевые гидротермальные образования, имеют высокие концентрации золота, что дает повод для дальнейшего изучения.

Исследования автора, конечно, следует проверить на практике, но если они подтвердятся, то есть большие перспективы для обнаружения на Арга-Юряхской площади крупного золоторудного месторождения подобного Наталкинскому (подтвержденные запасы которого составляют 230 тонн золота), это в свою очередь может стать хорошим подспорьем для золотодобывающей промышленности как Магаданской области, так и в целом всей Российской Федерации.

## Литература

1. Металлогеническая карта Охотско-Колымского региона масштаба 1:500000. Объяснительная записка Маннафов Н.Г., Вознесенский С.Д., Абрамович И.И. – Магадан, 2000. – 149 с.
2. Магматизм и оруденение Северо-Востока России. – Магадан / СВКНИИ, 1997. – 354 с.

### ПЛАТИНО-МЕДНО-НИКЕЛЕВОЕ ОРУДЕНЕНИЕ, ГЕНЕЗИС, СТРУКТУРА РУДНЫХ ПОЛЕЙ, МОДЕЛИ ФИЗИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ

А.А. Шпиндлер

Научный руководитель доцент В.Н. Устинова

Томский государственный университет, г. Томск, Россия

Представителями данной группы месторождений являются сульфидные месторождения Кольского полуострова и Норильского района. Первые пространственно и генетически связаны с интрузивными массивами основных и ультраосновных пород (перидотитов и пироксенитов). В Норильском районе месторождения приурочены к дифференцированным интрузиям от кислого до ультраосновного состава, тяготеющим к зонам глубинных разломов. Вмещающими интрузии толщами являются осадочно-эффузивные и метаморфические комплексы архейского и протерозойского возраста (Кольский полуостров) и осадочные и эффузивно-осадочные отложения от девонских до пермо-триасовых (Норильск). Рудоносные интрузии Кольского полуострова – пластовые, мощность их до 500...700 м, протяженность по простиранию до 3...5 км. Положение рудных тел контролируется элементами разрывной тектоники – разломами, нарушениями (Печенгский район), межпластовыми или секущими зонами дробления (Аллареченский район). Оруденение может находиться и вне интрузий ультраосновных пород на расстоянии до 200 м. В пределах рудных полей нередко проявлена графитизация и сульфидная (пирит-пирротиновая и графит-пирротиновая) минерализация. Выделяют две генетические формации: сингенетические руды, образовавшиеся одновременно с вмещающими материнскими ультраосновными и основными породами – в результате магматической ликвации (отделения сульфидного расплава от силикатного), и эпигенетические руды, имеющие более сложный генезис (возможные типы – магматически-инъекционный, гидротермально-метаморфический и гидротермальный). Ликвационные месторождения располагаются преимущественно в приподошвенной части дифференцированных массивов, образуя донные залежи вкрапленных руд. Эпигенетические руды представлены преимущественно массивными сульфидами, брекчией, вкрапленностью, слагающими пологопадающие плитообразные или линзовидные залежи, приуроченные к тектоническим швам, краевые залежи, жилы с крутым падением или пологие. Сульфидные медно-никелевые руды представлены пирротином, пентландитом и халькопиритом; в них всегда присутствуют магнетит, пирит.

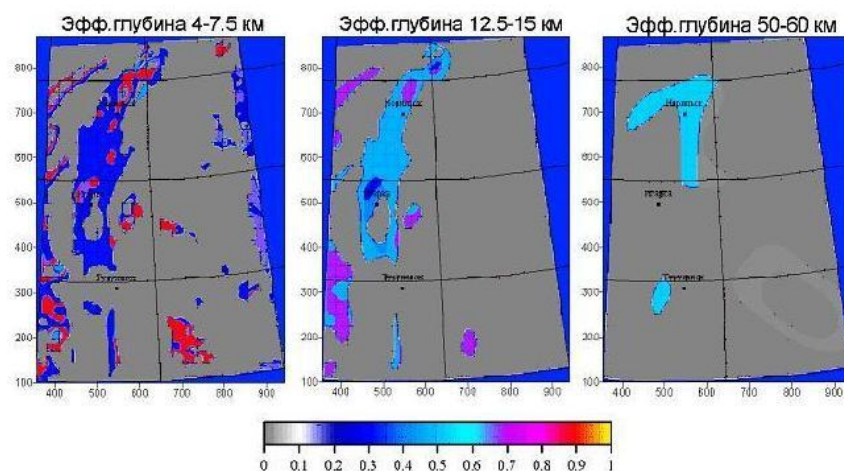


Рисунок. Результаты прогнозного районирования, полученные с использованием технологии MultAlt.

Эталонные объекты – месторождения Талнах, Норильск I

По стоимости одной тонны руды эти месторождения превосходят все другие сульфидные месторождения мира и медно-никелевые, и собственно платиновые. Высокая ценность месторождений Норильск-1, Талнахского, Октябрьского и др. обусловлена комплексным составом руд. Помимо никеля и меди из них извлекаются кобальт, платина, палладий, родий, рутений, иридий, осмий, золото, серебро, селен, теллур, сера. Богатые руды норильского типа идут без обогащения в металлургическую переработку, являясь основным видом сырья для металлургических комбинатов Большого Норильска и Кольского полуострова. Необходимость расширения и укрепления минерально-сырьевой базы действующих горнодобывающих предприятий Большого Норильска определяет основную стратегию геологоразведочных работ в регионе, ориентированную на доразведку уже имеющихся объектов и поиски новых месторождений в пределах Норильского района и на сопредельных с ним терри-

ториях. Следует отметить, что сам Норильский район, имеющий площадь около 50 000 км<sup>2</sup> и расположенный на крайнем северо-западе Сибирской платформы, уже достаточно хорошо изучен геофизическими и геохимическими методами, а также глубоким бурением. Промышленных залежей богатых платино-медно-никелевых руд на глубинах до 1500 м выявить не удалось. Поэтому особую актуальность имеет выполнение прогнозной оценки всей северо-западной части Сибирской платформы на платино-медно-никелевое оруденение с использованием материалов дистанционных методов исследований недр и современных компьютерных технологий их анализа. Все известные месторождения и рудопроявления пространственно и генетически связаны с однотипными магматическими образованиями – дифференцированными интрузиями норильского типа. Оценка перспектив рудоносности отдельных территорий Северо-Сибирской никеленосной провинции базируется на изучении глубинных рудоконтролирующих факторов, отражающихся в геофизических полях и определяющих закономерности размещения промышленных платино-медно-никелевых месторождений. Рудообразование является уникальным геологическим процессом, обусловленным нарушением динамического равновесия геологической среды и сопровождающееся перемещением больших масс вещества (в том числе и рудных компонентов). Связующими элементами между вещественным составом недр, структурно-тектоническими факторами, определяющими флюидно-магматическую проницаемость среды, и геопотенциальными полями являются петроплотностные и петромагнитные неоднородности, параметры которых характеризуют геофизические критерии рудоносности. Поэтому геофизические критерии, характеризующие те или иные особенности глубинного строения исследуемой территории, являются определяющими при изучении объектов и процессов, недоступных для непосредственных геологических наблюдений, но существенно влияющих на формирование, распределение и концентрацию рудного вещества.

Совокупность поисковых критериев, среди которых геологические, структурные, геофизические стали основой для выполнения прогнозного районирования северо-западной части Сибирской платформы (рисунок). Синтез информации, полученной при использовании эмпирического и вероятностно-статистического подходов к интерпретации геопотенциальных полей позволил (А.С. Долгаль и др.) очертить ряд новых площадей, перспективных на обнаружение богатого платино-медно-никелевого оруденения. Эти исследования позволили выявить эффективный комплекс методов, показали положительные возможности магниторазведки при выявлении и локализации перспективных площадей.

Сопоставление магнитной восприимчивости и электрических показателей, вмещающих пород и пород с большим содержанием руды показывает перспективы использования в поисковых исследованиях магниторазведки и электроразведки. Далее приведены примеры магнитной восприимчивости и электрических характеристик пород Кольского полуострова и Норильского района. В Печенгском районе Кольского полуострова рудовмещающие и оруденелые ультраосновные породы имеют магнитную восприимчивость, изменяющуюся от 5000 до 20000, а в Аллареченском районе от 2500 до 31500, в то время как вмещающие интрузии габбро, диабазы, филлиты, туффиты, гнейсы, гнейсо-граниты и амфиболиты практически немагнитны или обладают незначительной величиной  $H$  (0–50), кроме случаев обогащения пород вкрапленностью пирротина и магнетита. Более четкая дифференциация пород и руд наблюдается в Мончегорском районе: архейские гнейсы и граниты 60–750, магнетитовые сланцы 6000–35000, никеленосные ультраосновные и основные породы 125–2500, сульфидные руды 1250–12500. В Норильском районе оруденелые горизонты дифференцированных интрузий (пикритовых и такситовых разностей) имеют  $H = 2500$ , пределы изменения 1250–8800. Геоэлектрические показатели – богатые и брекчиевые сульфидные руды характеризуются электронной проводимостью ( $УЭС$  от десятых долей до единиц Ом м), бедные вкрапленные руды имеют  $УЭС$  от первых сотен до первых тысяч Ом м. Низкое сопротивление (от единиц до сотен Ом м) имеют филлиты и туффиты (Печенгский район), графитизированные и рассланцованные разности основных и ультраосновных пород. Высокие значения  $УЭС$  ( $p$ , Ом м) у безрудных ультраосновных пород (1000–5000), габбро и диабазов (10000), гнейсов (1000–15000). Породы в зонах нарушений имеют  $p = 50–1000$ . Интрузии характеризуются  $УЭС$  20000–30000, эффузивы 600–2000, осадочные породы 200–600, наносы 300–1000. Полярность руд  $\eta = 10\%$ .

## С е к ц и я 4

### ГИДРОГЕОЛОГИЯ И ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ

#### ИССЛЕДОВАНИЯ СОТРУДНИКОВ КАФЕДРЫ ГИДРОГЕОЛОГИИ, ИНЖЕНЕРНОЙ ГЕОЛОГИИ И ГИДРОГЕОЭКОЛОГИИ ТПУ В БАССЕЙНЕ Р. ТОМИ, ВКЛЮЧАЯ КУЗБАСС

**Н.М. Рассказов, профессор**

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

Тесная взаимосвязь таких дисциплин как гидрогеология, гидрология и инженерная геология обуславливает соответствующее отношение к ним со стороны занимающихся ими специалистов. Часть из них проводит исследования комплексно в этих трех направлениях, другие специализируются более узко, в одном из них или периодически меняя. Ярким представителем первого направления был основатель кафедры (1930 г.) профессор М.И. Кучин, который проводил полевые работы по всем трем перечисленным направлениям, разрабатывал ответственные заключения, писал научные статьи и монографии и впервые на кафедре, читал студентам лекции по всем этим дисциплинам. Никому из сотрудников кафедры не пришлось трудиться в таком широком диапазоне, специализуясь по более узким направлениям. Так, заведующие кафедрой в 40-50-х годах доцент В.А. Нуднер, профессор Г.М. Рогов (заведующий в 60-е годы), профессор С.Л. Шварцев (заведующий с 70-х годов до настоящего времени) и ряд других сотрудников специализировались в области гидрогеологии. С областью инженерной геологии связаны исследования профессоров: Ф.П. Нифантова, Г.А. Сулакшиной, В.Е. Ольховатенко и ряда других преподавателей.

С первых лет деятельности сотрудники кафедры, прежде всего М.И. Кучин, вели в регионе исследования по различным направлениям гидрогеологии и инженерной геологии, направленные на выбор строительных площадок для сооружения предприятий, осушение территорий, прежде всего шахтных угольных полей, поиск источников водоснабжения городского и сельского населения.

Михаил Иванович с помощью сотрудников и студентов кафедры обосновывал заключения по определению допустимых нагрузок на грунты для постройки ответственных сооружений при строительстве городов и различных поселений, шахт и обогатительных фабрик. Весьма значимыми были исследования по прогнозу ресурсов подземных вод для обеспечения питьевой водой городов и поселков. В этом направлении следует отметить работы выпускника кафедры, впоследствии профессора, П.А. Удодова, который в 30-е годы XX в., выполняя гидрогеологические съемочные работы в районе Тырганской возвышенности, дал обоснованный прогноз о наличии здесь больших ресурсов и запасов пресных подземных вод, которые формируют промышленные месторождения в породах прилегающих юрских впадин. За результаты этих исследований он был награжден соответствующим дипломом.

Инженерно-геологические исследования, связанные с гражданским и промышленным строительством в бассейне р. Томи, в том числе и в Кузбассе, в 30-70-е годы активно велись выпускником кафедры ГИГЭ ТПУ профессором Ф.П. Нифантовым. Им были сделаны ответственные заключения в связи со строительством производственных, жилых и учебных корпусов, а также угольных карьеров. В настоящее время они успешно продолжают под руководством ученика Ф.П. Нифантова, выпускника нашей кафедры профессора В.Е. Ольховатенко с участием доцента кафедры Н.С. Роговой. Начиная с 50-х годов инженерно-геологические работы в бассейне нижнего течения р. Томь (Томская область) регионального и локального характера выполнялись под руководством профессора Г.А. Сулакшиной с активным участием доцентов Л.А. Рождественской, а позднее Т.Я. Емельяновой и др. В частности, Л.А. Рождественская, составила инженерно-геологическую карту г. Томска, которая сохранила существенное значение до настоящего времени.

Изучение гидродинамической и гидрогеохимической зональности Кузнецкого артезианского бассейна в 60-е годы успешно проводилось под руководством профессора Г.М. Рогова. Сотрудники и студенты кафедры оценивали при этом ресурсы питьевых и минеральных подземных вод и гидрогеологические условия угольных районов. В этот коллектив входил доцент Г.А. Плевако (в 60-70-е годы заведующий кафедрой, продолживший изучение гидрогеологических условий шахтных полей), а также профессор Д.С. Покровский, до настоящего времени успешно разрабатывающий целый ряд гидрогеологических задач по бассейну р. Томи.

В 50-70-х годах профессор П.А. Удодов и его ученики (выпускники кафедры – Е. Пономарев, Н.М. Рассказов, В.М. Матусевич, Ю.С. Париков, С.Л. Шварцев, Н.М. Шварцева, А.А. Лукин, Ю.Г. Копылова и др.) успешно занимались в данном регионе разработкой гидрогеохимического метода поисков рудных месторождений и выявлением перспективных участков.

В эти же годы обострилась проблема снабжения населения г. Томска качественной питьевой водой в связи с загрязнением р. Томи сбросами промышленных предприятий Кемеровской области. Удалось ее решить доценту (впоследствии профессору) Н.М. Рассказову, выявившему на Обь-Томском междуречье крупное месторождение качественных питьевых подземных вод.

В 70-е и последующие годы (вплоть до настоящего времени) острой проблемой для г. Томска является подтопление жилых кварталов г. Томска грунтовыми водами. Решающий вклад в ее разработку внесен выпускниками кафедры: профессором Д.С. Покровским, доцентами Ю.В. Макушиным и К.И. Кузевановым. Разработанная ими дренажная система с успехом действует до сих пор.

Весьма значимая для Кузбасса проблема, обусловленная необходимостью решения вопроса об окончании строительства Крапивинской ГЭС на р. Томь, обострилась в начале 90-х годов. В связи с этим по решению руководства была создана экспертная комиссия во главе со С.Л. Шварцевым. Выполненные ею (с участием Н.М. Рассказова, В.С.Кусковского, О.Г. Савичева и др.). Полевые и обобщающие работы позволили обосновать значимое заключение по этому направлению.

С 90-х годов и до настоящего времени под руководством С.Л. Шварцева коллектив в составе К.И. Кузванова, Н.М. Рассказова, Е.В. Домрочевой, М.П. Андреевой, Ю.Ю. Беловой и др. проводят гидрогеологические исследования по месторождениям угольного метана, изучаемым Промгазом в Кузбассе. Эта перспективная тематика намечена для выполнения в последующие годы.

Весьма значимая работа по изучению гидрогеологических и инженерно-геологических условий в районе г.Северска, в связи с проектированием строительства новой крупной АЭС, проведена в 2007-2008 годах (С.Л. Шварцев, Е.М. Дутова, Т.Я. Емельянова, А.А. Лукин, О.Г. Савичев и др.) с активным участием студентов кафедры.

## КАЧЕСТВО ПРИРОДНЫХ ВОД БОГУЧАНСКОГО РАЙОНА (КРАСНОЯРСКИЙ КРАЙ)

**А.А. Балобаненко**

Научный руководитель профессор Е.М.Дутова  
ООО «Экосупервайзер», г. Красноярск, Россия

В 2006 г. началась реализация масштабной инвестиционной программы по развитию Нижнего Приангарья, представляющего собой регион с низким уровнем экономического развития, но с высоким потенциалом, в частности, по природным ресурсам федерального значения. Лесосека территории сопоставима с лесными ресурсами Финляндии. Общие запасы древесины оцениваются в 4,39 миллиарда кубометров. Богата приангарская земля и золотоносными месторождениями. Крупнейшее из ныне действующих месторождений Олимпиадинское дает уже сегодня 1 тонну золота в год. Но наиболее интересны обширные месторождения углеводородного сырья – нефти и газа. Запасы нефти с учетом юга Эвенкии составляют 570 млн. т, газа –1,1 трлн. м<sup>3</sup>. Небольшая глубина залегания продуктивных горизонтов делает месторождения перспективными для быстрого ввода в промышленную эксплуатацию.

В связи с этим встает проблема сохранения стабильного экологического состояния природной среды региона. В первую очередь необходимо уделить внимание качеству поверхностных и подземных вод.

На данном этапе выполнения проекта развития Нижнего Приангарья осуществляется формирование так называемого Богучанского промышленного узла.

Основными водопотребителями в районе являются базовые населенные пункты: райцентр Богучаны, п. Таежный, ст. Карабула и д. Ярки.

Оценка текущего состояния качества поверхностных вод в районе работ приводится по результатам обобщенных химических анализов, выполненных в 2007-2009 г.г. на р. Карабула и ее притоках.

По химическому составу вода в р. Карабула гидрокарбонатная кальциевая, мягкая. Минерализация от 75 мг/дм<sup>3</sup> (в половодье) до 0,5 г/дм<sup>3</sup> (в зимнюю межень). Химический состав поверхностных вод левобережных притоков р.Карабулы (Кунчет, Джигалея, Дулешма, Иен, Калточет, Зеколи-кон) гидрокарбонатный кальциевый, магниевый-кальциевый с минерализацией 0,4 г/дм<sup>3</sup>, рН 5,8-8,7, общая жесткость 4,4-5,5 ммоль/дм<sup>3</sup>. Состав вод р. Кежда, правого притока р. Карабулы, гидрокарбонатный магниевый-кальциевый, минерализация 0,2 г/дм<sup>3</sup>, рН 7,8, общая жесткость 2,4 ммоль/дм<sup>3</sup>.

Установлено, что вода в р. Карабула не удовлетворяет гигиеническим нормативам, установленным для водных объектов, по содержанию фторидов, фосфатов, железа, марганца, цинка, алюминия, меди, химическому потреблению кислорода. Предельно-допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в поверхностных водах принимались согласно «Перечня рыбохозяйственных нормативов: ПДК и ОБУВ вредных веществ для водных объектов, имеющих рыбохозяйственное значение» (1999).

Продуктивными водоносными комплексами на площади работ являются:

- на участке Таежный средне-верхнекаменноугольный комплекс катской свиты и нижнеордовикский комплекс бадарановской свиты;

- на участке Ярки нижнеордовикский комплекс усть-кутской свиты;

- на участке Богучаны средне-верхнекембрийский комплекс эвенкийской свиты.

Подземные воды продуктивных комплексов относятся к зоне активного водообмена и формируются в условиях избыточного увлажнения, отсутствия многолетней мерзлоты, низкой интенсивности процессов химического выветривания. Это обеспечивается климатическими и геологическими особенностями региона.

Для оценки пригодности подземных вод для хозяйственно-питьевого использования выполнено лабораторное изучение макрокомпонентного и микрокомпонентного состава, проведены бактериологические и радиологические исследования. Результаты анализов представлены в таблице.

Из таблицы видно, что подземные воды продуктивных пластов на участке Таежный пресные, гидрокарбонатные кальциевые, магниевые. Минерализация от 285 до 710 мг/дм<sup>3</sup>. Общая жесткость 3-11 мгэкв/дм<sup>3</sup> (среднее 7), рН от 7 до 8,8. Содержание сульфатов, хлоридов и других макрокомпоненты ниже нормы.

Концентрации микрокомпонентов в подземных водах комплекса в целом соответствуют требованиям СанПиН 2.1.4.1074-01. Исключение составляет железо и марганец (железо 0,05-2,1 мг/дм<sup>3</sup>, марганец 0,04-1,8 мг/дм<sup>3</sup>). Данные элементы являются типоморфными для района и их превышения носят природный характер.

Таблица

Химический состав подземных вод (мг/дм<sup>3</sup>)

Определяемый компонент	ПДК	Средне-верхнекаменноугольный комплекс катской свиты	Кол-во проб.	Нижнеорд.-викский комплекс бадарановской свиты	Кол-во проб.	Нижнеорд.-викский комплекс усть-кутской свиты	Кол-во проб.	Средне-верхнекембрийский комплекс эвенкийской свиты	Кол-во проб.
		среднее		среднее		среднее		среднее	
рН, ед. рН	6-9	8	14	7,8	14	8,2	5	8,1	6
Общ. мин.	1000	478	13	487	14	253	5	375	6
Cl <sup>-</sup>	350	11	14	40	14	8	5	11	6
SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	500	80	14	105	14	19	5	112	6
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	3,3	0,19	14	0,04	14	0,06	5	0,03	6
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	45	0,23	13	0,44	14	0,41	5	4,39	6
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	2	0,29	14	0,19	14	0,12	5	0,1	6
Жестк., мгэquiv/дм <sup>3</sup>	7	5	14	7	14	4	5	6	6
Перм. ок, мгО/дм <sup>3</sup>	5	1	13	0,9	11	2,9	3	0,7	6
F	1,5	1,1	12	0,2	13	0,4	4	0,2	5
Feобщ.	0,3	0,6	14	0,5	14	0,9	5	0,1	5
Al	0,5	2,2	10	0,1	12	0,4	5	0,1	6
Cr	0,5	<0,005	11	<0,005	12	<0,005	5	<0,005	6
Mn	0,1	0,4	11	0,3	12	0,1	5	0,1	6
Cd	0,001	<0,0001	11	<0,0001	12	<0,0001	5	<0,0001	6
Zn, мг/л	5	0,02	11	0,01	12	0,02	5	0,04	6
Pb, -//-	0,03	0,012	11	0,005	12	0,002	5	<0,002	6
Cu, -//-	1	0,025	11	0,002	12	0,003	5	0,004	6
Ni, -//-	0,1	0,09	9	<0,005	10	0,004	4	<0,005	4
Co, -//-	0,1	0,048	4	<0,0005	8	0,002	2	<0,0005	4
Sr, -//-	7	2,59	9	2,07	10	0,28	4	1,54	4
Mo, -//-	0,25	0,009	8	<0,001	7	<0,001	3	<0,005	4
Se, -//-	0,01	5E-04	9	0,0002	6	<0,0001	2	<0,002	3
Hg, мг/дм <sup>3</sup>	5*10 <sup>-4</sup>	3E-04	9	<5*10 <sup>-4</sup>	7	<0,00005	2	<5*10 <sup>-3</sup>	3
As, мг/дм <sup>3</sup>	0,05	0,164	9	<0,001	7	0,004	2	<0,001	3
Va, мг/дм <sup>3</sup>	0,1	<0,05	9	<0,05	7	<0,05	2	<0,05	3
V, мг/дм <sup>3</sup>	0,5	0,1	9	<0,05	6	0,23	2	<0,05	3
Be, мг/дм <sup>3</sup>	2E-04	<0,0001	7	<0,0001	7	<0,0001	4	<0,0001	1
Bг, мг/дм <sup>3</sup>	0,2	<0,05	8	0,2	6	<0,1	2	<5	3
Бенз(а)пирен, мг/дм <sup>3</sup>	5*10 <sup>-4</sup>	1*10 <sup>-7</sup>	7	1,1*10 <sup>-6</sup>	5	<5*10 <sup>-7</sup>	2	5*10 <sup>-7</sup>	3
Фенолы, мг/дм <sup>3</sup>	0,25	0,01	9	0	7	0	2	<0,0005	3
Нефтепр, мг/дм <sup>3</sup>	0,1	0,15	9	0,04	7	0,07	2	0,01	3
СПАВ, мг/дм <sup>3</sup>	0,5	<0,025	8	<0,025	4	<0,015	2	<0,025	3
Запах, балл	2	0,5	7	0,75	3	0,5	2	1	3
Цветность,	20	1,45	7	1,52	3	2,9	2	1,845	3
Мутность, мг/дм <sup>3</sup>	1,5	5,39	7	6,33	3	8,56	2	1,91	3
Общ α-р/ актив, Бк/дм <sup>3</sup>	0,1	0,13	9	0,19	5	0,04	2	0,06	3
Общ β-р/ актив, Бк/дм <sup>3</sup>	1	0,43	9	1,22	5	0,4	2	0,6	3
ОМЧ, КОЕ в 1 мл	50	<1	4	<1	2	<1	2	4	2
ОКБ в 100 мл	Не доп	0,2	4	2	2	Не обн.	2	Не обн.	2
ТТКБ в 100 мл	Не доп	0,2	4	2	2	Не обн.	2	Не обн.	2

В отдельных скважинах были обнаружены достаточно высокие содержания Al (6,45 мг/дм<sup>3</sup>). Причина таких концентраций кроется в способе отбора проб (прокачка скважин насосом, корпус которого сделан из Al).

В отдельных пробах отмечается повышенные значения общей альфа и бета-активности, что возможно связано с разломом глубокого заложения, проходящем по долине р. Карабула. Несмотря на это, контрольная проба показала соответствие требованиям радиационной безопасности.

На участке Ярки подземные воды нижнеордовикского комплекса усть-кутской свиты пресные, гидрокарбонатные кальциевые, с минерализацией от 221 до 276 мг/дм<sup>3</sup>. Общая жесткость 2,0-5,0 мгэquiv/дм<sup>3</sup>, рН от 7,5 до 8,5.

На участке Богучаны подземные воды верхней части эвенкийской свиты пресные с минерализацией 327-433 мг/дм<sup>3</sup>, гидрокарбонатные, сульфатно-гидрокарбонатные кальциевые. Общая жесткость 6,0-7,0 мгэquiv/дм<sup>3</sup>, рН от 7,8 до 8,4.

Таким образом, подземные воды продуктивных пластов на площади работ соответствуют нормативным требованиям. Отмеченные отклонения обусловлены природными особенностями территории и могут быть



устранены известными методами (обеззараживание, обезжелезивание, демангазация, фторирование и др.). Возможность использования подземных вод в качестве источника питьевого водоснабжения подтверждается многолетней работой питьевых водозаборов с сохранением приемлемого качества воды.

Наблюдения за химическим составом подземных и поверхностных вод территории показали, что современный уровень антропогенного воздействия на качественном состоянии вод не сказывается. В целом санитарно-экологическое состояние территории можно отнести к условно благополучному.

#### Литература

1. Ресурсы поверхн. вод СССР. Том 16. Вып. 1. Ангаро-Енисейский район. Л.: Гидрометеоздат, 1973. – 46 с.
2. СанПиН 2.1.4.1074-01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. М., 2001. – 100 с.

### ГИДРОГЕОЛОГИЯ СОВЕТСКОГО НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

**К. Ю. Балтрушайтите**

Научный руководитель профессор С. Л. Шварцев

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

Советское нефтяное месторождение было открыто в августе 1962 года. Оно расположено в северо-западной части Александровского района Томской области и является одним из крупных в России. Месторождение находится в пределах Нижневартовского нефтегазоносного района, выделяемого в восточной части Среднеобской нефтеносной области. Его недропользователем является ОАО "Томскнефть" ВНК. Текущий коэффициент нефтеизвлечения – 0,27, обводненность продукции 86,2% [5].

За время эксплуатации месторождения произошло значительное изменение гидрогеологических условий, ведь при закачке посторонних вод в нефтеводоносные пласты, особенно при законтурном заводнении, обычно протекает ряд химических процессов, меняющих гидрогеологические и геохимические условия в пластах: образуются смеси вод разного состава, идет разбавление пластовых вод, выпадают осадки солей, выделяются кислые газы [1]. В связи с вышесказанным, анализ современной ситуации является актуальным.

Целью данной работы является описание гидрогеологических условий района.

В пределах рассматриваемого района в разрезе верхней части фундамента и осадочного чехла выделяется шесть водоносных комплексов, разделенных между собой выдержанными водоупорами.

Первый водоносный комплекс включает в себя трещиноватые породы фундамента, его кору выветривания и отложения тюменской свиты. Он выдержан на месторождении и сложен песчаными пластами линзовидного строения. Толщина комплекса 200-350 м. Температура пластовых вод 90°C. Воды данного комплекса напорные.

Второй водоносный комплекс – верхняя часть васюганской свиты (верхняя юра), который представлен чередованием песчаников, алевролитов и аргиллитов, толщина его 70-80м. Температура пластовой воды 80°C. Воды хлоридные кальциевые. Водоупорной толщей для второго комплекса являются плотные битуминозные аргиллиты георгиевской и баженовской свит. Толщина водоупорных отложений 25-30м.

Третий водоносный комплекс – мегионская свита и нижняя часть васюганской свиты. Он литологически представлен чередованием пластов песчаников, алевролитов и аргиллитов. Толщина водоносного комплекса 280-330м. В его разрезе выделяются горизонты БВ8, БВ6, БВ4, БВ3, БВ1. Воды высоконапорные, самоизливающиеся. Пластовое давление, в зависимости от глубины залегания горизонта, составляет 21,5-22,9 МПа, пластовая температура 71-74°C.

Четвертый водоносный комплекс – верхняя часть вартовской и алымской свит, который включает отложения верхней части вартовской и алымской свит, имеет широкое распространение и вскрыт всеми разведочными и эксплуатационными скважинами. Отложения представлены чередованием песчаных, алевролитовых и аргиллисто-глинистых пород. Толщина комплекса 200-250м. В его разрезе выделяют горизонты АВ8, АВ6, АВ4, АВ3, АВ2, АВ1. Воды напорные. Пластовое давление колеблется в пределах 16,0-17,8 МПа, температура 52-54°C.

Пятый водоносный комплекс – покурская свита. Он представлен слабосцементированными до рыхлых песками, песчаниками, алевролитами и глинами апт-альб-сеноманского возраста. Толщина комплекса 700-800 м и залегает на глубинах 900-970м. Воды комплекса используются для поддержания пластового давления при разработке месторождения. Плотность воды в стандартных условиях 1010 кг/куб.м, тип воды – хлоркальциевый.

Шестой водоносный комплекс охватывает палеогеновые и четвертичные отложения и представлен отложениями палеоген-четвертичного возраста, практически не изучен. Воды этого комплекса пресные, гидрокарбонатные натриевые, используются для питьевых целей.

Пластовые воды Советского месторождения (по классификации Алекина) относятся к классу хлоридных, группе кальциевых, данные воды жесткие, бессульфатные, минерализация с глубиной увеличивается от 18,3 г/л (покурская свита) до 38,6 г/л (пласт ЮВ1 Васюганской свиты) (табл.).

Тип водообмена весьма замедленный. Согласно общим гидрогеологическим предпосылок, а также гидродинамических исследований, можно сделать вывод, что режим залежей Советского месторождения – упруго-водонапорный [3].

Воды палеозойского комплекса, исходя из таблицы физико-химических свойств и состава пластовой воды, могут быть отнесены к слабым рассолам; они (по классификации Алёкина) хлоридные натриево-кальциевые, нейтральные, при этом содержание брома в них колеблется от 65 до 153, а йода – от 5,6 до 7 мг/л. Воды юрского комплекса железистые сильносоленые хлоридные натриевые, слабощелочные. Содержание брома в среднем 101 и йода 8,6 мг/л. Воды сеноманского комплекса слабосоленые хлоридные натриевые, слабощелочные. Минерализация у них порядка 14,2 г/л, а содержание йода и брома меньше, чем в водах палеозойского и юрского комплекса – 4,9 и 49,6 мг/л соответственно.

При изменении общей минерализации и хлоридности вод по пласту иногда наблюдается следующая закономерность: величины их уменьшаются при удалении от нефтяных и газовых залежей. Если залежи располагаются на сводах антиклиналей, то отмечается относительно опреснение контурных вод в сторону синклиналей; если залежи приурочены к зонам выклинивания или прижаты к тектоническим разрывам, то максимумы минерализации и хлоридности вод также тяготеют к этим зонам, т. е. наблюдаются в водах, находящихся непосредственно у контура залежей.

Увеличение минерализации и хлоридности вод в ловушках может объясняться тем, что расположение нефтяных и газовых залежей характеризуется застойными гидрогеологическими условиями и представляет собой застойные участки, локальные застойные зоны внутри водоносных комплексов, характеризующихся в общем относительно значительной подвижностью вод. Это особенно очевидно для случаев заливообразных ловушек и приразрывных ловушек, но также справедливо и для части сводовых. Ловушки для нефти отчасти служат также и ловушками для вод: в них они застаиваются, а подземные потоки их обходят. В ловушках могут сохраняться более древние воды (соленые таллассогенные) предыдущих этапов развития, тогда как остальные части пласта заполняются более молодыми водами (пресными метеогенными). Поэтому воды в ловушках по сравнению с другими частями пласта более минерализованы [1].

Таблица

Химический состав пластовой воды

Содержание ионов, минерализация, мг/л	Палеозойский комплекс			Юрский комплекс			Сеноманский комплекс		
	Диапазон изменений		Ср. знач.	Диапазон изменений		Ср. знач.	Диапазон изменений		Ср. знач.
	min	max		min	max		min	max	
Cl <sup>-</sup>	38778,0	45112,0	42210,67	17371,0	23891,0	19733,0	7799,0	10458	9128,5
SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	3,2	8,7	6,2	3,6	15,8	9,8	<2	<2	<2
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	86,7	667,3	271,9	496,0	982,0	744,9	110,0	146,4	128,2
Ca <sup>++</sup>	2738,0	4736,0	3660,8	842,6	1168,0	923,4	357,0	641,0	499,0
Mg <sup>++</sup>	77,0	630,0	388,2	122,0	219,0	181,0	42,0	280,0	161,0
K <sup>+</sup> +Na <sup>+</sup>	20884,0	23574,0	22121,17	4418,0	19888,0	11098,0	4628,0	9581,0	7104,5
Fe общ.	0,20	0,28	0,23	7,8	7,8	7,8	4,2	4,2	4,2
Br <sup>-</sup>	65,0	152,9	127,4	88,9	118,3	101,0	49,6	49,6	49,6
I <sup>-</sup>	5,6	7,0	6,2	8,6	8,6	8,6	4,9	4,9	4,9
pH	5,9	7,2	6,6	7,0	8,2	7,6	7,5	7,5	7,5
Мин-ция			67000			30600			14300

Исходя же из химического состава [2], можно говорить о широком диапазоне в значениях минерализации: от слабосоленых до сильносоленых по классификации Алёкина (например, скв. 1494 ЦДНГ-1). Компонентный состав также пестрый. Распределение минерализации подземных вод продуктивных пластов в плане также носит неупорядоченный мозаичный характер. Существование подобного незакономерного поля минерализации не находит объяснения с позиций пластового строения, но может быть удовлетворительно объяснено наличием гидродинамических границ, разобщающих продуктивные пласты на гидродинамические блоки с различными условиями формирования подземных вод [4].

## Литература

1. Гаджи-Касумов А. С., Карцев А. А. Нефтегазопромисловая геохимия. – М., «Недра», 1984. – 152 с.
2. Лиманова И.С. Химический состав и физические свойства пластовых вод Советского месторождения, протокол НИЛ ХА ХАЛ №1. – 2008.
3. Подсчет эксплуатационных запасов пресных подземных вод для хозяйственно-питьевого водоснабжения нефтепромысловых объектов на Советском месторождении (Томская область, Ханты-Мансийский автономный округ) (договор № 59-нт/2006 от 27. 2.2006 г.) – Томск, 2008. – 96с.
4. Сурков В. С., Казаков А. М., Девятов В. П., Смирнов Л. В., Шиганова О. В., Еханин А. Е., Зайцев С. П. (СНИИГ-ТимС), Серебренникова О.В., Гулая Е. В. Нижне-среднеюрские отложения Юга Западной Сибири (геохимия, гидрогеология, нефтегазоносность (ИХН СО РАН). 2000. – 256 с.
5. Анализ разработки и прогноз технологических показателей по месторождениям ОАО «Томскнефть» ВНК на период действия лицензионных соглашений. 2006. – 73 с.

## ГЕОХИМИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД НАРЫКСКО-ОСТАШКИНСКОЙ ПЛОЩАДИ ЕРУНАКОВСКОГО РАЙОНА КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Ю.Ю. Белова

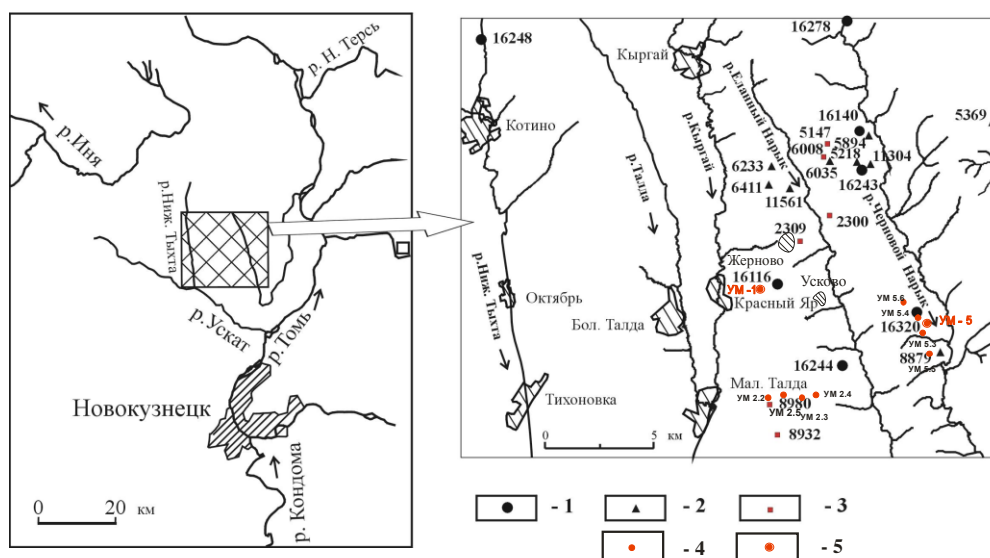
Научный руководитель профессор Н.М. Рассказов  
Томский филиал Института нефтегазовой геологии и геофизики  
СО РАН, г. Томск, Россия

Анализ химического состава подземных вод нами выполнен по данным отчетов предварительной разведки, по материалам исследований, проведенных в глубоких керновых скважинах Талдинской площади [2,3], а также с использованием данных Томского филиала ИНГ СО РАН в 2009 г. Эти материалы были добавлены в созданную ранее базу данных в программе Excel и обработаны в соответствии с переводом глубин в абсолютные отметки.

В разрезе выделяется две зоны инфильтрационных вод: верхняя промытая, где воды по составу гидрокарбонатные кальциевые, глубже – вторая – зона содовых вод [1]. Эти воды широко распространены на глубине свыше 300 м, выше встречаются единичные случаи; натрий по содержанию преобладает над кальцием, а гидрокарбонат-ион – над другими анионами. На отдельных участках появляются сульфатные воды, формирование которых, вероятно, связано с окислением пирита.

За период с декабря 2008 г. по июль 2009 г. в скважине № 5-УМ Томским филиалом ИНГ СО РАН было отобрано 6 проб воды (рис.). Их макрокомпонентный состав представлен в таблицах 1-3. Скважина расположена на территории Нарыкско-Осташкинской площади.

Все опробованные воды – содовые с содержанием натрия до 1670 мг/л и гидрокарбоната от 317 до 4489 мг/л; содержание Cl, Ca, Mg, K, SO<sub>4</sub> на порядок ниже. Натрий является господствующим катионом и поэтому воды гидрокарбонатные натриевые, слабосоленоватые с минерализацией от 0,4 до 1,2 г/л, слабощелочные и щелочные с pH от 7,7 до 8,2. В целом в разрезе скважины содержание Na и Cl увеличивается; HCO<sub>3</sub> также растет, но до 780 м, а содержание Ca, Mg, K понижается, что является естественным процессом в данных геохимических условиях.



**Рис. Обзорная карта района исследований**

1 – глубокие керновые скважины; 2 – скважины, вскрывшие пресные воды; 3 – скважины, вскрывшие соленоватые воды; 4 – проектные скважины; 5 – опытно-промышленные скважины

В целом все изученные воды разнообразны по солености: от умеренно-пресных до слабосоленых; их минерализация изменяется от 0,4 до 11,0 г/л. По составу они гидрокарбонатные, кальциевые, натриевые и кальциево-натриевые с повышенным содержанием сульфатов. Максимальное значение HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> достигает 6,1 г/л, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> 2,8 г/л, Cl<sup>-</sup> – 0,35 г/л; pH изменяется от 7,0 до 10,4 (табл. 1).

Состав подземных вод меняется с изменением их общей минерализации (табл. 2). Из таблицы видно, что с увеличением минерализации от 1 до 10 г/л меняется тип подземных вод от гидрокарбонатных кальциево-натриевых до гидрокарбонатных натриевых с повышенным в отдельных случаях содержанием сульфат-иона. Макрокомпоненты и pH с глубиной ведут себя сложно: содержание Na<sup>+</sup>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, Cl<sup>-</sup> – увеличивается, а содержание Ca<sup>2+</sup> и Mg<sup>2+</sup> уменьшается. Величина pH с глубиной существенно не меняется, однако и здесь наблюдается сначала рост, а затем падение. Содержание же кальция в системе понижается, т.к. соединяясь, в первую очередь, с HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, образует кальцит. Наибольшие значения для SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> приходятся на глубину 600-700 м, а затем достаточно резко их содержание падает.

Таблица 1

Общая минерализация, рН, содержание главных ионов в подземных водах Нарыкско-Осташкинской площади в скв. 5-УМ, мг/л

№ пробы	Глубина, м	рН	Мин.	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Cl	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	CO <sub>2</sub>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>
			мг/л									
1	492 – 502	7,9	1034,2	622	16	6	262	11,2	117		8,8	0
2	680 – 694	8,13	1238,4	0,854	22	4,8	0,31	33,6	12	2,08		48
3	780,5 – 786,9	7,83	6270	4489	40	6	1670	5	60	0	26,4	0
4	829 – 833,5	7,7	817,4	586	40	10,8	158	5,6	17	0	8,8	0
5	876,8 – 883,10	8,24	453,5	317	36	7,2	76	3,1	14,2	0		12
6	921,8 – 941,4	7,58	581,4	420	54	20,4	66	5	16	0	4,4	0

Таблица 2

Содержание микрокомпонентов в подземных водах Нарыкско-Осташкинской площади

№ пробы	Об.ж.	Fe <sup>общ</sup>	Si	Al	B	Li	Sr	Mn	Pb	Cu	Zn	I	Hg
	мг-э/л	мг/л										мкг/л	
1	1,3	17,9	6,44	6,518	1,26	0,04	2,8	160	9,4	13	390	0,0034	<0,001
2	1,5	3,34	4,83	0,167	1,54	0,13	2	73	1,3	0,74	9,3	0,01	0,223
3	2,5	1,27	7,67	1,571	4,2	1,2	13,5	25	0,85	0,8	16	0,0049	<0,001
4	2,9	1,6	5,98	0,133	0,35	0,10	1,1	63	0,86	0,072	2,5	0,0034	<0,001
5	2,4	1,51	4,6	0,120	2,8	0,06	0,8	33	0,68	0,23	0,98	0,0051	0,109
6	4,4	3,28	6,21	1,276	1,4	0,07	1,1	110	2,3	0,49	3,3	0,0063	<0,001

Таблица 3

Содержание соединений азота и значения окисляемости, мг/л

№ пробы	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	F <sup>-</sup>	Ок. перм.	хпк
	мг/л					мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	
1	0,038	4,93	0,93	3,42	0,23	82,34	200
2	0,008	2,16	0,26	1,35	0,68	6,17	22
3	<0,003	4,4	0,68	6,48	0,54	3,08	128
4	<0,003	4,31	0,17	1,8	0,36	2,66	56,5
5	0,013	2,16	0,12	1,62	0,43	3,58	21,5
6	<0,003	2,16	0,08	1,62	0,32	5,9	90

В целом можно сказать, что с глубиной увеличивается содержание ионов натрия и уменьшается кальция; при переходе в зону замедленного водообмена натрий играет преобладающую роль, минерализация подземных вод меняется от пресной до солоноватой, таким образом, с глубиной максимум общей минерализации перемещается.

#### Литература

1. Геологическая эволюция и самоорганизация системы вода-порода: Т.1: Система вода-порода в земной коре: взаимодействие, кинетика, равновесие, моделирование / В.А. Алексеев [и др.]; отв. редактор С.Л. Шварцев; ОИГМ СО РАН Новосибирск. – Издательство СО РАН, 2005. – 244 с.
2. Отчет по результатам поисковых работ и геолого-промысловых исследований на площадях, подготавливаемых к опытно-промышленной добыче метана из угольных пластов в Ерунаковском районе Кузбасса. ЗАО «Метан Кузбасса». - Кемерово, 2002. – Т. 1 – 2.
3. Рассказов Н.М., Домрочева Е.В., Кузеванов К.И., Шварцев С.Л. Вертикальная гидрогеологическая зональность центрального и южного Кузбасса в связи с формированием месторождений угольного метана. // Гидрогеология, инженерная геология и гидрогеоэкология: Материалы конференции, посвященной 75-летию кафедры ГИГЭ Томского политехнического университета / Под ред. С.Л. Шварцева. – Томск: Изд-во НТЛ, 2005. – С. 107 – 113.

**ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЧИТИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ  
ПОДЗЕМНЫХ ВОД****Д. К. Богодухова**

Научный руководитель доцент Л.А. Васютин

*Читинский государственный университет, г. Чита, Россия*

Город Чита 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, реже – бурые угли, трещиноватые алевролиты, аргиллиты, водоупорными – монолитные алевролиты, аргиллиты. Частое переслаивание проницаемых и водоупорных отложений, отсутствие выдержанного водоупора большой мощности, позволяют рассматривать артезианский бассейн как единый водоносный комплекс. Фильтрационные свойства водовмещающих пород неравномерны. Большой водопроницаемостью характеризуются песчаники юго-восточного крыла Читинской мульды. Они грубозернистые, 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/дм<sup>3</sup>, редко достигает 1 г/дм<sup>3</sup>. Общая жесткость изменяется от 1 до 9,4 мг-экв/дм<sup>3</sup>.

Водоносный комплекс нижнемеловых осадочных отложений Читино-Ингодинского артезианского бассейна используется для водоснабжения населения краевого центра [2]. Отрицательным природным фактором является повышенное содержание в воде железа и марганца на отдельных участках.

Город Чита – крупнейший потребитель подземных вод. Эксплуатационные запасы Читинского месторождения подземных вод составляют 327,9 тыс. м<sup>3</sup>/сут. Основные городские водозаборы – Центральный, Ингодинский, Угданский и Прибрежный, производительность которых изменяется от 5 до 42 тыс. м<sup>3</sup>/сут. Практически все крупные водозаборы, обеспечивающие население питьевой водой, находятся в черте города, где сосредоточено наибольшее количество источников загрязнения: гидрозолоотвал ТЭЦ-1, территории промышленных предприятий, нефтехранилища, автозаправочные станции, очистные сооружения [3].

На Центральном водозаборе в постоянной эксплуатации находится около 20 скважин. Подземные воды характеризуются сульфатно-гидрокарбонатным магниевым-натриево-кальциевым составом, невысокой минерализацией (0,28-0,32 г/дм<sup>3</sup>), стабильно низкими концентрациями хлоридов (17,2-35,1 мг/дм<sup>3</sup>), сульфатов (53,5-76,7 мг/дм<sup>3</sup>), небольшой жесткостью (3,2-4 мг-экв/дм<sup>3</sup>). Проблемы качества воды на Центральном водозаборе связаны с содержанием в воде железа (1,15-2,1 мг/дм<sup>3</sup>) и марганца (0,7 мг/дм<sup>3</sup>) [1].

Ингодинский водозабор представляет собой полукольцевую систему из 10 скважин. На площади водозабора, где идет питание эксплуатируемого водоносного горизонта поверхностными водами, подземные воды в водозаборных скважинах имеют гидрокарбонатный кальциевый состав с низкой минерализацией (0,14-0,32 г/дм<sup>3</sup>), жесткостью от 1,8 до 4,4 мг-экв/дм<sup>3</sup>, содержанием фтора 0,2-0,4 мг/дм<sup>3</sup> и повышенным содержанием железа – 0,6-1,2 мг/дм<sup>3</sup>. Затрудненность водообмена в центральной части водозабора приводит к подтягиванию вод более глубокой циркуляции, что выражается в повышении суммы солей 0,51-0,55 г/дм<sup>3</sup> и изменении катионного состава воды на кальциево-натриевый с повышенным на общем фоне содержанием фтора – 1,4-1,8 мг/дм<sup>3</sup>. Содержание марганца в центральной части водозабора (0,02-0,03 мг/дм<sup>3</sup>) значительно меньше, чем на периферии (0,2-0,5 мг/дм<sup>3</sup>), концентрация железа по отдельным скважинам колеблется от 0,5 до 1,2 мг/дм<sup>3</sup>. На общем сливе подземные воды имеют минерализацию 0,32 мг/дм<sup>3</sup>, общую жесткость – 2,1 мг-экв/дм<sup>3</sup>, содержание железа – 0,8 мг/дм<sup>3</sup>, марганца – 0,26 мг/дм<sup>3</sup>, фтора – 0,7 мг/дм<sup>3</sup>.

Проблемы качества воды на Центральном и Ингодинском водозаборах связаны с содержаниями железа и марганца в подземных водах. По настоящее время продолжается рост их концентраций. По данным ГУП «Забайкалгеомониторинг» с 1999 г. концентрации железа возросли по насосной-2 – с 1,5-2 до 2,5-3 мг/дм<sup>3</sup>, по насосной-3 – с 1 до 1,5 мг/дм<sup>3</sup> (норма 0,3 мг/дм<sup>3</sup>). По марганцу наблюдается рост концентраций с 0,2-0,6 до 0,4-0,9 мг/дм<sup>3</sup> (норма 0,1 мг/дм<sup>3</sup>). Одной из причин стабильного роста данных компонентов может быть большое число (около 50) водозаборных скважин, пробуренных на площади Центрального водозабора, из которых в постоянной эксплуатации находится 20 шт.

Техногенные воздействия на подземные воды связаны со следующими факторами: отбором подземных вод; объектами энергетического комплекса; прочими объектами – очистные сооружения, промышленные предприятия, нефтехранилища и автозаправочные станции; аварийные сбросы и утечки сточных вод.

Отбор подземных вод, прежде всего, приводит к изменению качества воды эксплуатируемых горизонтов за счет подтягивания некондиционных вод. Самый интенсивный водоотбор осуществляется на водозаборах г. Читы и наиболее показательными примерами существенного изменения качества являются водозаборы Прибрежный и Угданский.

Прибрежный водозабор, начавший работать в конце 1986 г. на северном берегу озера Кенон, обеспечивает водой пос. КСК в объеме 7-8 тыс. м<sup>3</sup>/сут. Из пяти водозаборных скважин линейного ряда две скважины на флангах законсервированы по причине значительного ухудшения качества воды и несоответствия его гигиеническим требованиям. На качество подземных вод Прибрежного водозабора оказывает влияние оз. Кенон, многие годы являющееся прудом-охладителем Читинской ТЭЦ-1, и перетекание некондиционных вод из смежных водоносных горизонтов.

Результат влияния Читинской ТЭЦ-1 – постепенное изменение гидрокарбонатного состава вод озера на хлоридно-гидрокарбонатно-сульфатный. По данным ГУП «Забайкалгеомониторинг» в течение 2004 г. химический состав воды оз. Кенон в районе водозабора характеризовался следующими показателями: сухой остаток – 0,55 г/дм<sup>3</sup>, общая жесткость – 7 мг-экв/дм<sup>3</sup>, содержание сульфатов – 240 мг/дм<sup>3</sup>, марганца – 0,01 мг/дм<sup>3</sup>, фтора – 3 мг/дм<sup>3</sup>. Подтягивание озерной воды повлекло за собой рост минерализации, жесткости, концентраций сульфатов и фтора в подземных водах водозабора. В последние годы первоначальный гидрокарбонатный натриевый с небольшой (до 1,3 мг-экв/дм<sup>3</sup>) жесткостью и низким содержанием железа состав воды сохранялся лишь в скважине № 2, наиболее удаленной от озера. В двух других действующих скважинах (№ 3 и 5) вода близка к озерной воде и имеет сульфатно-гидрокарбонатный магниевно-натриево-кальциевый состав с жесткостью 4,9-6,2 мг-экв/дм<sup>3</sup>.

Угданский водозабор представляет собой площадную систему из 10 скважин, из которых эксплуатируется шесть. Водоотбор в 2004 г. составил 7,64 тыс. м<sup>3</sup>/сут. По данным ГУП «Забайкалгеомониторинг» первоначальное качество воды на водозаборе сохранилось лишь в одной скважине, самой северной – скв.4509, для которой характерна низкая минерализация (сухой остаток 0,43-0,5 г/дм<sup>3</sup> в 2004г), низкие концентрации сульфатов (13 мг/дм<sup>3</sup>), железа (0,09-0,12 мг/дм<sup>3</sup>) и марганца (0,005 мг/дм<sup>3</sup>). В южной части водозабора за счет подтягивания некондиционных вод сухой остаток возрос до 1,1-1,5 г/дм<sup>3</sup> (1,5 ПДК), содержание сульфатов достигает порога 300-400 мг/дм<sup>3</sup>. Здесь же следует отметить высокие концентрации натрия-иона – до 360-460 мг/дм<sup>3</sup> (1,8-2,3 ПДК) в 2004 г. при норме 200 мг/дм<sup>3</sup>.

Негативное влияние на качество подземных вод оказывает гидрозолоотвал ТЭЦ-1, из которого в результате деградации многолетней мерзлоты в днище котловины происходит активная фильтрация техногенных вод в водоносный комплекс трещинно-пластовых вод нижнемеловых отложений. Фильтрация воды из золоотвала привела к возникновению родников с образованием наледей, подтоплению взлетно-посадочной полосы аэропорта, явилась причиной загрязнения подземных вод и оз. Кенон. Наличие в техногенных водах специфических компонентов привело к увеличению в водоносном комплексе нижнемеловых отложений минерализации (до 2-2,5 г/л), сульфатов (до 750-800 мг/л), железа (до 17 мг/л), жесткости (до 16-22 мг-экв/л), фтора (до 22-26 мг/л), содержания которых вблизи золоотвала практически соответствуют содержаниям их в технической воде. Из-за фильтрации техногенных вод сохраняется ореол загрязнения подземных вод, распространяющийся в юго-восточном и южном направлении, на площади не менее 10-12 км<sup>2</sup>.

Источниками загрязнения подземных вод в г. Чите являются: городские очистные сооружения, промышленные предприятия, нефтехранилища и автозаправочные станции. Потенциальными источниками загрязнения подземных вод являются прорывы канализационных сетей и аварийные сбросы неочищенных стоков, общая загрязненность территории, воздушного бассейна рек Читы и Ингоды – основных источников восполнения эксплуатационных запасов подземных вод, а также многочисленные садово-огородные кооперативы, расположенные в области питания эксплуатируемого водоносного комплекса и нарушающие правила землепользования.

Достаточно сложная гидрохимическая обстановка наблюдается в г. Чите – главном потребителе подземных вод. В пределах речных долин р.р. Ингоды и Читы существуют благоприятные условия для восполнения эксплуатационных запасов, но эксплуатируемый водоносный комплекс является, в общем, недостаточно защищенным. При удовлетворительном в целом качестве подземных вод в отдельных скважинах в летний период ухудшаются бактериологические показатели воды, что связано с неудовлетворительным техническим состоянием скважин или несоблюдением зон санитарной охраны. Опасность загрязнения усугубляется размещением водозаборов в черте города. В последние годы достаточно актуальной стала проблема загрязнения подземных вод нефтепродуктами, связанная с утечками ГСМ из емкостей и подземных хранилищ.

Качество подземных вод водозаборов города имеет отклонения от нормативов по железу, марганцу, иногда фтору. Причинами этих отклонений являются природные факторы, подтягивание некондиционных вод из смежных горизонтов, поступление железа из обсадных труб недействующих скважин. Так же общим почти для всех читинских водозаборов является постоянное или периодическое присутствие в подземных водах нитратов, нитритов и аммония, что говорит о загрязнении подземных вод хозяйственно-бытовыми стоками. Это результат захламленности территории стихийными свалками бытового мусора, а также всевозможных утечек и аварийных сбросов сточных вод с КНС на рельеф и в реки.

Качество питьевых вод Читинского месторождения подземных вод определяется как естественно-природными, геолого-структурными и гидродинамическими факторами, так и характером и уровнем развития антропогенной нагрузки на геологическую среду.

#### Литература

1. Васютин Л.А. Оценка качества питьевых вод Читинского месторождения подземных вод // Гидрогеология, инженерная геология, геология и геоэкология Забайкалья и сопредельных территорий: материалы научно-практ. конф. 24-25 сент. 2008 г., Чита: ЧитГУ, 2008 г. С.140 – 145.
2. Верхотуров А.Г., Васютин Л.А. Ресурсы и экологическое состояние питьевых подземных вод Забайкалья // Недропользование – XXI век. – 2008 - № 3 – С.79 – 81.
3. Цыганок В.И., Романов А.А. Экологические проблемы водоснабжения г. Читы // Вестник МАНЭБ. Забайкальское отделение, 2001. – № 10. – С. 164 – 167.

**ИЗМЕНЕНИЕ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ТЕРРИТОРИИ ВОДОЗАБОРНЫХ УЧАСТКОВ НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ТПП «КОГАЛЫМНЕФТЕГАЗ» В РЕЗУЛЬТАТЕ ИХ ЭКСПЛУАТАЦИИ****О.А. Боровкова, И.Ю. Белкин**Научный руководитель доцент И.Н. Безуглая-Анненкова  
**ООО Научно-исследовательская фирма «РосНедра», г. Тюмень, Россия**

Месторождения нефти и газа можно рассматривать как источники комплексного воздействия на окружающую природную среду, прежде всего на атмосферу, гидросферу и литосферу.

Разработка нефтяных, газовых и газоконденсатных месторождений относится к числу производств, требующих больших капиталовложений. Изменение природных гидрогеохимических условий водоносных пластов в процессе добычи жидких и газообразных углеводородов носит, как правило, региональный и глобальный характер.

Техногенные воздействия проявляются «снизу» (инжекционные) – с различных глубин и «сверху» (эжекционные) – с поверхности Земли.

Инжекционный режим разрабатываемых месторождений связан с их заводнением или захоронением в непродуктивных пластах промысловых и сточных вод. При данном режиме наблюдаются существенные перетоки минерализованных хлоридных натриевых и кальциевых вод через затрубное пространство скважин в горизонты пресных вод.

При эжекционном режиме на месторождениях отмечаются перетоки загрязненных вод из вышележающих горизонтов в нижележающие.

Действие техногенных факторов охватывает зону интенсивного, замедленного и весьма замедленного водообмена. Так как вода является наиболее динамичным компонентом геологической среды, то она испытывает максимальные преобразования физико-химических, гидродинамических, гидротермических свойств.

При загрязнении минерализованными пластовыми и сточными водами, содержащими нефтяные углеводороды и продукты нефтехимического синтеза, формируются высокоминерализованные воды хлоридного натриевого состава, содержащие растворенные нефтяные углеводороды и поверхностно-активные вещества (ПАВ). Все это способствует глубокому засолению и загрязнению верхнего горизонта.

Изменение природных гидродинамических и гидрогеохимических обстановок определяется технологией и темпами добычи углеводородов, осуществляемых с учетом конкретных геолого-гидрогеологических условий, а также периодом эксплуатации месторождения.

Одним из главных последствий глубинного техногенеза является изменение пластовых давлений.

В Западной Сибири на месторождениях нефти и газа снижение пластовых давлений наблюдается в продуктивных нефтяных толщах и глубоких водоносных горизонтах, используемых для системы ППД.

На месторождениях ТПП «Когалымнефтегаз» для этих целей используют подземные апт-альб-сеноманские воды. Месторождения заводняют для увеличения уровня добычи и коэффициента извлечения нефти (КИН) с целью оптимизации экономических показателей разработки месторождения.

Обширные зоны депрессии обычно образуются при длительной эксплуатации нефтяных и газовых месторождений на истощение. Падение внутрпластового давления сопровождается также существенной дегазацией пластовых вод.

В результате возникает обводнение нефтяных залежей, что приводит к снижению КИН, а также к загрязнению недр и истощению подземных вод.

Последствиями негативного влияния глубинного техногенеза также могут быть оседание поверхности, заболачивание, подтопление. Но добыча подземных вод, заключенных в отложениях апт-альб-сеноманского возраста, не влияет непосредственно на проседание или поднятие поверхности земли, так как при эксплуатации водоносного комплекса происходит сработка его упругих запасов.

В свою очередь отбор подземных вод ведется с различных глубин и может проявляться снижением уровней, что приводит к уменьшению производительности водозабора.

С открытием первых нефтяных месторождений Сургутского нефтегазоносного района началось интенсивное изучение апт-альб-сеноманского водоносного комплекса как потенциального источника обеспечения технической водой заводнения продуктивных пластов (система поддержания пластового давления). Разработка апт-альб-сеноманского водоносного комплекса для технического водоснабжения систем ППД на месторождениях Широкого Приобья ведется более 40 лет.

Далее будут рассмотрены гидрогеологические условия месторождений ТПП «Когалымнефтегаз», а также проанализировано положение естественного уровня подземных вод для сопоставления его с уровнем, существенно измененным в процессе эксплуатации.

В административном отношении месторождения относятся к Сургутскому району Ханты-Мансийского автономного округа. К ним относятся 12 нефтяных месторождений, которые эксплуатируются более 20 лет.

В период с 2006 по 2009г.г. Научно-исследовательская фирма «РосНедра» проводила мониторинговые исследования на изучаемой территории. В целом был произведен комплекс работ, включающий в себя осмотр технического состояния скважин, замер статических и динамических уровней, дебитов, отбора проб на химический анализ [1].

Апт-альб-сеноманский водоносный комплекс (покурская свита) развит в пределах всего Западно-Сибирского мегабассейна, сложен переслаиванием песчаников, песков, алевролитов и аргиллитов, общая мощность которых местами достигает 1000 м. Песчаная фация комплекса мощностью в несколько сотен метров (до 500 м) прослеживается по всей территории бассейна.

Глубина залегания кровли изучаемого водоносного комплекса в среднем по месторождениям ТПП «Когалымнефтегаз» изменяется от 1031 до 1246 м, подошвы – от 1813 до 2035 м; общая мощность изменяется от 765 м до 858 м, эффективная мощность достигает 440 м.

Коллектора характеризуются высокими емкостно-фильтрационными свойствами: пористость от 28,5 до 30,5 %, проницаемость от 0,24 до 0,42 Д. Водопроницаемость апт-альб-сеноманского комплекса изменяется от 180 до 330 м<sup>2</sup>/сут.

В связи с тем, что на данных месторождениях используют апт-альб-сеноманские воды для системы ППД уже длительный период, возникает необходимость качественной оценки гидрогеохимической обстановки.

По химическому составу апт-альб-сеноманские воды в среднем по месторождениям хлоридные натриевые (по О.А. Алекину), соленые с минерализацией от 16,5 до 35 г/л, по водородному показателю от нейтральных до слабощелочных (рН= 7,2-7,9), по общей жесткости воды очень жесткие (21-47 мг-экв/л).

Содержание макро- и микрокомпонентов следующие: хлор-ион – 9750-14184, гидрокарбонат-ион – 195-378, сульфат-ион – в основном отсутствует, либо < 2, натрий+калий – 6720-8070, кальций – 280-580, магний – 56-230, содержание общего железа от 0,20 до 30,3, йода 2,11-2,96, брома 52,4-54,5, бора 6,9-17,8 мг/л.

Температура воды апт-альб-сеноманского комплекса изменяется от 32°С до 46°С.

Месторождения эксплуатируются длительное время и можно отметить, что в процессе эксплуатации химический состав и минерализация изменились незначительно, по сравнению с первичным составом подземных вод.

Авторами были замерены статические уровни эксплуатируемых подземных вод на 2009 год по изучаемым месторождениям. Разброс оказался значительным – от 10,2 м (на Равенском) до 124 м (на Повховском месторождении).



**Рисунок. Карта понижений уровней для современных условий по водозаборным участкам месторождений ТПП «Когалымнефтегаз»**

Также авторами были проанализированы данные начальных статических уровней (с начала разработки), предоставленные Недропользователем. Они колебались в небольших пределах – от 71,7 до 75,6 м (в абсолютных отметках).

После обобщения материала можно сказать, что больше всего сработка уровня составила в северо-восточной части изучаемой территории (Повховское месторождение) – в среднем 70 м (рис.). Это обусловлено тем, что на данном месторождении ведется интенсивная добыча подземных вод с нарастающими темпами и с большими дебитами скважин. Нужно отметить, что данное месторождение является одним из крупных по размерам.

В центральной части района, наоборот, наблюдается минимальная срезка уровня – порядка 10 м в районе Дружного месторождения (рис.). Это обусловлено тем, что на данном месторождении добыча подземных вод практически не ведется.

В целом, не считая выше упомянутых случаев экстремальных значений, на изучаемой территории сработка уровня колеблется от 20 до 40 м.



Учитывая длительный период эксплуатации можно считать закономерными полученные данные изменения уровня, интенсивность которых зависит от величины водоотбора.

Вместе с тем необходимо проводить дальнейшие исследования, соблюдать регламент режимных наблюдений, а также проводить мониторинговые наблюдения подземных вод апт-альб-сеноманского водоносного комплекса на месторождениях ТПП «Когалымнефтегаз».

#### Литература

1. Безуглая-Анненкова И.Н., Безуглый А.В. Отчет по теме: «Разработка программы государственного мониторинга геологической среды (подземные апт-альб-сеноманские воды) на 14 лицензионных участках ТПП «Когалымнефтегаз». Тюмень: ООО НИФ «РосНедра», 2009.

### НАЛЕДЕОБРАЗОВАНИЕ И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА ЭКСПЛУАТАЦИЮ УЧАСТКА АВТОДОРОГИ ЧИТА-ЗАБАЙКАЛЬСК В РАЙОНЕ ПОС. ПЕСЧАНКА

**Е.С. Бушманова**

Научный руководитель профессор Д.М. Шестернев  
*Читинский государственный университет, г. Чита, Россия*

Работа написана по результатам изучения фондовых материалов, литературных источников и натуральных исследований автора на примере одной из природно-техногенных наледей в пос. Песчанка. Исследования выполнялись в течение двух лет.

В данной работе под наледями понимается – массивы льда плоско-выпуклой формы на дневной поверхности земли, льда или инженерных сооружений, образующиеся при дискретном или монотонном замерзании, изливающихся природных и техногенных вод или вод, формирующихся при оттепелях [1].

Исследованиями различных ученых установлено, что для развития наледей наиболее благоприятными являются территории с континентальным и резко континентальным климатом, суровыми и малоснежными зимами. Забайкалье является одним из таких регионов, что позволило В.Р. Алексееву отнести его в число наледных регионов.

Одной из проблем, с которой сталкиваются строители при освоении Забайкалья, являются наледи различных генетических типов, осложняющие строительство и затрудняющие эксплуатацию различных инженерных сооружений.

Наледеобразование активизирует другие экзогенные инженерно-геологические и криогенные процессы, интенсивность которых оказывается значительно выше, чем на прилегающих территориях. Это значительно осложняет инженерное их освоение.

В Забайкальском регионе наледная опасность для инженерных сооружений ярко выражена. Только за последние 5-10 лет катастрофическое развитие наледей привело к непредвиденным потерям более 25 млн. рублей для предотвращения чрезвычайных ситуаций и ликвидации последствий наледообразования. Таким образом, несмотря на более чем 100 летнюю историю исследования наледей и наледообразования, актуальность работ в этой области не снижается и в настоящее время.

Основной идеей доклада является то, что на основе изучения опыта эксплуатации инженерных сооружений в наледоопасном забайкальском регионе и выявления особенностей развития наледей в современный период глобального изменения климата и техногенной нагрузки, возможно разработать методику управления наледным процессом, а при необходимости экономически обосновать выбор противоналедных мероприятий.

Цель работы – инженерно-геологическая оценка наледей. Для реализации данной цели были выполнены следующие задачи:

- изучено современное состояние проблемы;
- разработана методика исследований;
- изучена динамика развития наледей в природных условиях в пределах ключевых участков в границах г. Читы;

- рассмотрены вопросы о предотвращении развития наледей или ликвидации их воздействия на инженерные сооружения.

Методика исследований наледей и их инженерно-геологической оценки состояла из 2 блоков: лабораторных и полевых исследований. На первом этапе был выполнен анализ фондовых источников кафедры ГГиИГ ЧитГУ, Читинского отдела ИМЗ СОРАН, ПГО «Читагеология» и ОАО «ЗабайкалТИСИЗом». Особое внимание обращалось на работы, посвященные изучению воздействия наледей на инженерные сооружения. Полевые исследования проводились в течение зимнего времени с определением мощности, площади наледи, устанавливалась степень льдозаполнения водопропускных сооружений на автодороге. В летнее время определялись изменения расходов наледообразующих источников (родников) надмерзлотных и грунтовых вод в пределах наледной поляны пос. Песчанка, где природно-техногенная наледь постоянно формируется в районе автодорожного моста на трассе Чита-Атамановка, в пригороде г. Читы и в Ингодинском районе. Ее мощность колеблется от 0,7 м (1998-1999 г.г. – по результатам опроса жителей) до 0,4 м (2006-2007 г.г.). На середину декабря 2008 г. мощность наледи составляет 0,2 м.

Район изучения расположен в долине нижнего и среднего течения ручья Песчанка, в пределах склонов хребта Черского (790-990 м), а абсолютные отметки днища долины 630-650 м.

Поверхность, в пределах которой ежегодно формируется наледь, имеет четковидную форму. В летнее время на всей ее территории отмечается средне и слабо окатанные обломки горных пород, размеров преимущественно от 20 до 40 мм. Уступы поймы в пределах наледной поляны более крутые в сравнении участка поймы за пределами наледи. Кроме того, на территории наледной поляны отмечается очаговая заболоченность. Все это свидетельствует о геологической деятельности наледи, которая формируется за счет круглогодично действующих родников. Питание родников осуществляется трещинно-жильными водами, суммарные дебиты родников, питающих наледь зимой и обеспечивающих поверхностный сток летом составили около 3-4 л/с.

Были проведены работы по определению объема и площади наледи, на основе которых можно сделать выводы по классификации Соколова – что она по размеру является средней [2]. Так же наледь в п. Песчанка можно классифицировать:

- тип наледи – гидрогенный;
- вид наледи – грунтово-ключевой;
- по продолжительности существования – сезонная, циклически образующаяся в течение многих лет.

Образование и распространение природно-техногенных наледей Забайкалья отмечается практически на всей территории. Наибольший ущерб они вызывают на участках строительства и эксплуатации линейных сооружений, особенно автомобильных и железных дорог, а также при разработке месторождений полезных ископаемых открытым способом. Техногенные наледы повсеместно распространены в пределах городских территорий и территорий, на которых расположены промышленные сооружения [5].

Анализируя климатические условия района, можно сделать следующий вывод.

Переход среднесуточных температур через 0°C осуществляется в октябре и апреле, но период формирования ключевых наледей в Центральном Забайкалье приходится на середину ноября – середину марта. Это связано с особенностями радиационно-теплого режима рассматриваемой территории и низкой влажностью воздуха весной. Начало формирования наледей приходится на время, когда полностью перемерзают поверхностные водотоки, а возможность подземного стока ограничена низкой фильтрационной способностью грунтов (суглинки, глины), подстилающих ложе водотока. В весенние месяцы, вследствие высокого дефицита влажности, испарение с поверхности наледи к середине марта превышает количество воды идущей на ее образование [4].

Таким образом, исследование наледей на ключевых участках показало следующее:

1. В границах территории г. Читы существуют участки с ежегодным развитием природно-техногенных и техногенных наледей.
2. Природно-техногенные наледы приурочены, преимущественно, к участкам взаимодействия линейных сооружений и геологической среды.
3. Техногенные наледы формируются в местах некачественной эксплуатации сантехнических сетей.
4. Воздействие природно-техногенных и техногенных наледей, ежегодно формирующихся в одних и тех же местах способно не только затруднить эксплуатацию инженерных сооружений, но и вывести их из строя.
5. Противоналедные активные и пассивные мероприятия необходимо выбирать с учетом экономической целесообразности.
6. Выбор мероприятий должен осуществляться на основе исследований природы и механизма наледообразования, изучения его динамики и установления основных закономерностей наледообразования.

Выполненные работы позволили дать критический анализ существующих литературных источников, посвященных изучению наледей, получить и проанализировать изменения морфометрических параметров наледи в пос. Песчанка, обратить внимание на геологическую и инженерно-геологическую деятельность наледей, рекомендовать для снижения наледной опасности применение некоторых из известных противоналедных мероприятий.

#### Литература

1. Кудрявцев В.А. Мерзлотоведение. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1981. – 240 с.
2. Максимов В.Д., Бабушкин В.М., Веригин Н.Н. Справочное руководство гидрогеолога. 3-е изд., перераб. и доп. Т. 1. Л.: Недра, 1979. – 512 с.
3. Михайлов Л.Е., Гидрогеология. Гидрометеоздат, Л.:, 1985. – 262 с.
4. Шестернев Д.М., Верхотуров А.Г. Наледи Забайкалья.– Чита: ЧитГУ, 2006. – 209 с.
5. Шестернев Д.М. Криогенные процессы Забайкалья / Д.М. Шестернев. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2005. – 262 с.
6. Шушаков Е.В. Наледи и борьба с ними. – М.: Транспорт, 1979. – 61 с.

## ДИНАМИКА МЕРЗЛОТНО-ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ЗАБАЙКАЛЬЯ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Г.Г. Верхотуров

Научный руководитель доцент А.Г. Верхотуров  
Читинский государственный университет, г. Чита, Россия

Происходящее в последние два десятилетия глобальное потепление климата существенным образом изменяет мерзлотно-гидрогеологические условия горноскладчатых областей юга криолитозоны, где многолетне-мерзлые породы имеют прерывистое и островное распространение. Это влияет на условия водоснабжения, развитие опасных экзогенных процессов, ритмичность работы промышленных предприятий, что особенно актуально для районов центрального и юго-восточного Забайкалья [1]. Здесь на участках распространения мерзлых пород по условиям формирования подземных вод выделяются следующие основные водоносные горизонты и комплексы:

- водоносный надмерзлотный горизонт голоценовых аллювиальных отложений пойм речных долин;
- водоносный криогенно-таликовый комплекс верхнеоплейстоценовых-среднеоплейстоценовых озерных, озерно-аллювиальных, аллювиальных отложений озерно-аллювиальной равнины и высоких надпойменных террас рек;
- водоносный криогенно-таликовый комплекс нижнемеловых осадочных отложений;
- локально-водоносная криогенно-таликовая зона вулканогенных и вулканогенно-осадочных образований;
- локально-водоносная криогенно-таликовая зона трещиноватости интрузивных и метаморфических пород.

Мощность водоносных зон меняется от первых метров до 25-30 м. Наибольшую мощность они имеют в долинах рек, меньшую – на водораздельных пространствах и склонах долин. На склонах и в их подножьях отмечается самое большое количество выходов источников. Полный дренаж водоразделов наступает после длительного засушливого периода. Долины и подножья склонов обводнены почти всегда. Уровень подземных вод имеет свободную поверхность, но иногда на склонах приобретает местный напор до 5-6 м. В долинах, где водоносные отложения перекрыты водоупорными суглинками, глинами или мерзлыми песками, величины напоров составляют 10-13 м, реже 25-30 м. Отмечаются случаи самоизлива воды из скважин.

Известно, что для Забайкалья характерно чередование засушливых периодов и периодов повышенного увлажнения (рис.)

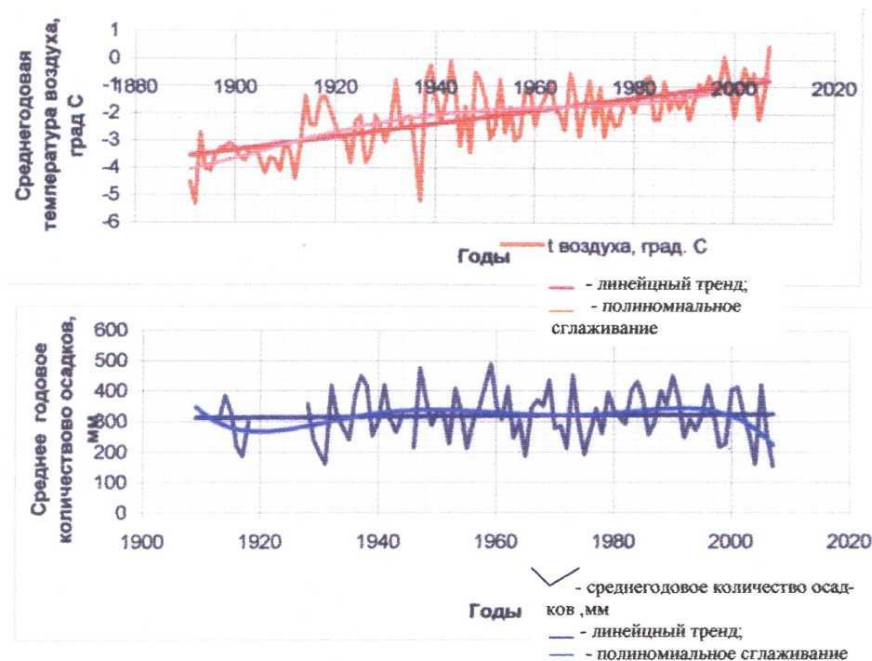


Рис. Изменение средних годовых значений температуры воздуха (а) и годового количества осадков (б) по данным метеостанции г. Чита за период 1908-2007 гг.

В многоводные годы происходит рост уровней подземных вод, а в засушливые – падение. Такая цикличность с периодом в 5 и 10 лет отмечена для центрального и южного Забайкалья, для северного она составляет

2 и 7 лет [2]. С циклическими изменениями климата связано развитие опасных наледных процессов. Ущерб от наледей в отдельные годы составляет десятки миллионов рублей. Тренд суммарного годового количества осадков в летне-осенний период за многолетний период существенно не изменяется.

Со второй половины XX-го века средние годовые температуры воздуха в Забайкалье повысились в среднем на 2°C, что очень наглядно представлено на рисунке. Средние годовые температуры воздуха уже почти на протяжении 50 лет имеют тенденцию к росту и в настоящее время в центральном и южном Забайкалье приблизились к положительным значениям. Коэффициент линейного тренда (°C/10 лет) средних годовых температур для Забайкалья в настоящее время составляет 0,52°C. Следует отметить, что колебания климата в Забайкалье также отмечались и в сторону понижения средних годовых температур, особенно в 50-60-е гг. XX-го века. По данным мерзлотной станции г. Сковородино наблюдалось уменьшение глубины сезонного оттаивания от 2,8 м (1933 г.) до 1,6 м (по 1974 г). Процесс повышения температур ведет к деградации мерзлых пород, но последствия этих изменений ощущаются по-разному на всей территории Забайкалья, а соответственно различными будут и последствия. Это связано с тем, что средние годовые температуры воздуха для севера и для юга Забайкалья резко отличаются друг от друга. Если по наблюдениям за многолетний период в СНИПах (СНиП 23-01-99) и других нормативных документах для Забайкалья средние годовые температуры в центральных и южных районах были от -1,5°C до -3,5°C, то для северных от -5°C до -11°C. Повышение средней годовой температуры воздуха в северных районах от -7°C до -5 – -6°C обуславливает формирование сквозных подрусловых таликов на участках, где раньше существовали несквозные талики под руслами рек, и вызывает уменьшение емкостных запасов месторождений подземных вод в горных районах за счет увеличения времени транзита подземных вод подрусловым стоком. Снижается и роль наледного регулирования и активизируется развитие термокарстовых процессов. В центральных и южных районах Забайкалья, где средние годовые температуры воздуха приблизились к положительным значениям, происходит или полная деградация мерзлоты, или переход к ее островному распространению. Это связано с тем, что благоприятными для существования многолетнемерзлых пород являются температуры ниже -2,0°C [3]. Резко изменяется характер и условия фильтрации подземных вод от линейной к плановой, соответственно меняются (в меньшей степени) и области разгрузки подземных вод. Происходит постепенное уменьшение, а на отдельных участках и полное исчезновение наледного регулирования подземного стока в южных районах. Так, по данным бурения ЗабайкалТИСИЗа кровля мерзлых пород в долинах водотоков Газимур-Аргунского бассейна опустилась от 3 м до 6 м, аналогичные изменения отмечены и на территории г. Читы. Понижение кровли мерзлоты приводит к снижению уровней подземных вод, ухудшению питания и обуславливает продвижение степной зоны к северу. Как следствие возникает проблемы с водоснабжением, в том числе и горных предприятий, характерные для областей, где мерзлые породы отсутствуют (Алтай, Казахстан).

Таким образом, оттаивание мерзлых пород на юге Забайкалья в современных условиях приводит к тому, что они сохраняются только в пределах литологических водоупоров, а при дальнейшем повышении среднегодовой температуры воздуха возможна их полная деградация. Восстановление нормальной гидрогеологической стратификации, характерной для талой зоны, во-первых – снижает экологическую защищенность подземных вод, особенно на участках кучного выщелачивания, хвостохранилищ, золоотвалов и других объектов, так как ликвидируются абсолютные водоупоры; во-вторых – резко уменьшаются объемы подземных вод в коллекторах, приуроченных к сквозным таликам в горных и предгорных участках речных долин; в-третьих – оттаивание четвертичных отложений приводит к увеличению водопритоков в угольные разрезы, расположенные во впадинах Забайкальского типа (Татауровский, Уртуйский разрезы и др.), в непосредственной близости от поверхностных водотоков. Все эти аспекты необходимо учитывать при дальнейшем освоении территории Забайкальского края.

#### Литература

1. Верхотуров А.Г., Васютин Л.А. Ресурсы и экологическое состояние питьевых подземных вод Забайкалья // Недропользование – XXI век. – 2008 – № 3 – С. 79 – 81.
2. Верхотуров А.Г. Влияние климатических ритмов на наледообразование в Забайкалье // Кулагинские чтения: VII Всероссийская конф. – Чита: ЧитГУ, 2008. – Ч.1. – С. 31 – 35.
3. Филатов М.М. Почвы бассейнов Урюмкан и Газимур (Забайкальской области). – С. Петербург: типография Ю.Н.Эрлиха, 1912. – 104 с.

### ХАРАКТЕРИСТИКА РОГОЖНИКОВСКОГО НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ И ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ УЧАСТКА ТРАССЫ ГАЗОПРОВОДА

А.А. Винокурова

Научный руководитель доцент П.П. Ипатов

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

Исследуемая территория в административном отношении находится в восточной части Октябрьского района Ханты-Мансийского автономного округа – Югры Тюменской области. Проектируемый газопровод располагается в южной части Рогожниковского нефтяного месторождения вдоль существующего коридора коммуникаций.

Наиболее крупный населенный пункт района работ – п. Октябрьское.

На территории объекта имеется сеть инженерных коммуникаций различного назначения. Транспортная связь с г. Сургутом осуществляется по дороге с твердым покрытием.

Газопровод промысловый предназначен для подачи попутного нефтяного газа, выделившегося на ДНС-3 Рогожниковского месторождения, на прием существующей станции электрической газотурбинной (ГТЭС) в районе ЦПС Рогожниковского месторождения (до ввода в эксплуатацию ГТЭС в районе ДНС-3).

Газопровод промысловый относится к IV классу, согласно СП 34-116-97. Рабочее давление – 0,7 МПа. Диаметр газопровода 352x8 мм.

Максимальный расход газа (при остановке ГТЭС-2) – 102,5 млн.м<sup>3</sup>/год.

Минимальный срок службы газопровода – 25 лет [5].

Проектируемый газопровод расположен в Белогорской (Обско-Казымской) области (Белогорский материк) развития возвышенных, в разной степени расчлененных холмисто-увалистых среднечетвертичных водно-ледниковых равнин [3].

Рельеф области возвышенный, полого- и холмисто-увалистый, глубоко и достаточно сильно расчлененный. Речные долины водотоков врезаны достаточно глубоко (до 50-60 м и более), территория области относительно дренирована, слабо заболочена. Небольшие же по площади заболоченные участки встречаются в пределах всей области.

Абсолютные отметки территории строительства изменяются от 72 до 139 м БС.

Значительные по площади сильно заболоченные и заторфованные территории развиты, главным образом, в восточных и северо-восточных районах области. Небольшие же по площади заболоченные участки встречаются в пределах всей области.

Гидрография представлена рекой Малая Карымкарская и впадающими в нее ручьями.

Климатическая характеристика района изысканий принята по метеостанциям Ханты-Мансийск [2].

Климат данного района резко континентальный. Зима суровая, холодная, продолжительная. Лето короткое, теплое. Короткие переходные сезоны – осень и весна. Поздние весенние и ранние осенние заморозки. Безморозный период очень короткий – 122 дня. Резкие колебания температуры в течение года и даже суток.

Среднегодовая температура воздуха минус 1,4<sup>0</sup>С.

Осадков в районе выпадает много, особенно в теплый период, годовая сумма осадков – 569 мм. Соответственно держится высокая влажность воздуха, средняя относительная влажность меняется от 65 до 84%.

Снежный покров образуется в октябре, а сходит в конце апреля. Сохраняется снежный покров более 200 дней.

В течение года преобладают ветры юго-западного направления. Средняя годовая скорость ветра – 5,1 м/с.

Согласно инженерно-геологическому районированию Западно-Сибирской плиты (по В.Т. Трофимову) исследуемая территория относится к области первого порядка средне – и позднечетвертичных ледниковых аккумулятивных равнин, сложенных многолетнемерзлыми и тальными сильноувлажненными породами [3].

Проектируемый объект расположен в южной части возвышенности Белогорского материка в западных отрогах Сибирских Увалов.

Геоморфологические особенности находят свое отражение и на геологической основе участка работ [2].

Среднечетвертичные водно-ледниковые образования Тазовского горизонта (IgItz) представлены супесями легкими, средними и тяжелыми суглинками и легкими глинами. Среди них наибольшим распространением пользуются легкие и средние суглинки.

На территории участка работ, где абсолютные отметки не превышают 90-100 м, среднечетвертичные отложения перекрыты озерно-аллювиальными верхнечетвертичными образованиями третьей надпойменной террасы (Ia<sub>3</sub>III). Мощность отложений изменяется от 2-3 до 10-12 м. Эти отложения представлены супесями, легкими и средними суглинками, которые залегают непосредственно близ бровок склонов на очень хорошо дренированных участках в самой верхней части разреза.

Описанные выше четвертичные отложения подстилаются олигоценовыми и эоценовыми породами.

Современный озерно-болотный комплекс (IbQIV) проявляется фрагментарно и размещается в долинах рек и участках с овражно-балочным расчленением, представлен преимущественно низинными типами залежей. Средняя глубина – 2 м.

Ботанический состав залежей разнообразный, торфяники отличаются высокой обводненностью, различной степенью разложения и небольшой зольностью.

Мощность почвенно-растительного слоя на сухих, дренируемых участках террас в зависимости от гипсометрических отметок поверхности земли от 0,1 до 0,4 м.

Литологические разности в пределах исследуемой территории залегают параллельно рельефу местности, невыдержанно в плане и по глубине. В минеральном отношении грунты являются полиминеральными

В гидрогеологическом отношении рассматриваемая территория относится к Западно-Сибирскому артезианскому бассейну. Первый от поверхности горизонт подземных вод повсеместно заключен в четвертичных отложениях. В речных долинах он приурочен к голоценовым болотным и аллювиальным образованиям, верхнечетвертичным аллювиальным и озерно-аллювиальным отложениям, а в пределах междуречных равнин – к голоценовым болотным и среднечетвертичным ледниковым и озерно-аллювиальным образованиям [1].

Подземные воды на приречных и возвышенных расчлененных, достаточно дренированных участках, залегают на значительной глубине (10-20 м). По трассе газопровода подземные воды вскрыты в скважинах 109, 111, 112, 113, 120, 121, 154, 175, 178 (на глубинах 1,6-4,3 м от поверхности земли).

Уровень подземных вод в долинах малых рек залегает на глубинах 0-1,5 м.

Питание вод осуществляется за счет инфильтрации атмосферных осадков и подтока напорных вод из нижележащих горизонтов. Разгрузка подземных вод идет в ближайшие реки и ручьи.

Водоносный горизонт поровый, безнапорный. Водовмещающими породами являются разномерные пески.

Уровень болотных вод колеблется в пределах от 0 до 0,8 м в зависимости от времени года и от микроландшафта [2].

В пределах рассматриваемой территории широко протекают процессы сезонного промерзания и протаивания пород. Здесь резко преобладают переходные и полу-переходные континентальные и умеренно континентальные типы сезонного промерзания в песчаных, супесчано-суглинистых породах и торфах. Наименьшие глубины сезонного промерзания (до 1,0-1,2 м) формируются на торфяных болотах, а наибольшие – до 2,5-3 м на возвышенных участках, сложенных маловлажными песками.

Процессы сезонного промерзания и сопровождающие их процессы физического и химического выветривания способствуют систематическому изменению характера сложения грунтов – их разуплотнению [6].

В связи со значительным промерзанием получили развитие процессы пучения грунтов. По относительной деформации морозного пучения грунты по трассе газопровода по ГОСТ 25100-95 таблица Б.27 [4] подразделяются: суглинки полутвердые (ИГЭ-12б) и пески средней степени водонасыщения (ИГЭ-7а-2, 7б-2, 7в-2) относятся к слабопучинистым, суглинки тугопластичные (ИГЭ-12в) и супеси пластичные (ИГЭ-15б) относятся к среднепучинистым, суглинки мягкопластичные (ИГЭ-12г), текучепластичные (ИГЭ-12д), текучие (ИГЭ-12е) и супеси текучие (ИГЭ-15в) – сильнопучинистые.

Также наблюдается развитие неблагоприятных эрозионных процессов (образование оврагов и промоин) и эрозионное преобразование рельефа постоянными водотоками менее значительной активности.

В соответствии с СП 11-105-97, приложение Б, район работ относится ко II категории по сложности инженерно-геологических условий.

На основании выше изложенных характеристик можно сделать вывод, что для стабилизации проектного положения газопровода необходимо провести ряд технических мероприятий направленных на борьбу с процессами пучения грунта. В частности, применение теплозащитного экрана, толщина которого определяется расчетом. Пуск холодного газа рекомендуется осуществлять не ранее января, когда полностью сформируется слой сезонного промерзания над трубой препятствующий выпучиванию труб.

#### Литература

1. Инженерная геология СССР. Том 2. М., 1976 г. – С. 405.
2. Отчет по инженерным изысканиям «газопровод промысловый» от ДНС-3 до ЦПС Рогожниковского месторождения. ОАО «Сургутнефтегаз» 2009 г. – С. 91.
3. Трофимов В.Т. Закономерности пространственной изменчивости инженерно-геологических условий Западно-Сибирской плиты. Москва, изд. МГУ, 1997. – С. 365.
4. ГОСТ 25100-95. Межгосударственный стандарт. Грунты. Классификация. Минстрой России. Москва. 1995 г.
5. СНиП III-42-80 Магистральные трубопроводы.
6. Строительная климатология. СНиП 23.01-99. Москва. Госстрой России, 2000.

### ПРОГНОЗНАЯ ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ СБРОСНОГО КАНАЛА НА ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ПРИЛЕГАЮЩИХ ТЕРРИТОРИЙ

**В.В. Войцеховская, М.И. Шевченко**

Научный руководитель профессор Г.П. Евграшкина  
**Днепропетровский национальный университет им. Олесь Гончара,  
 г. Днепропетровск, Украина**

Канал находится на территории Криворожского северного обогатительного комбината. Вблизи него расположены пахотные земли и населенные пункты. Он имеет трапециевидную форму; ширина по урезу воды составляет 5 м, глубина 3 м, ширина по дну – 2 м. Канал построен без экранизации водовмещающей части в земляном русле, сложенном суглинками. Вследствие этого территории, прилегающие к юго-западной его части подтоплены. В настоящее время уровень грунтовых вод находится на глубине 0,9-1,8 м (абс. отм. достигает 124,29-125,27 м), минерализация их достигает 5 г/дм<sup>3</sup>. Сбросный канал эксплуатируется только в случае переполнения хвостохранилища, и согласно анализу графиков режимных наблюдений, этот период характеризуется повышенным уровнем и минерализацией грунтовых вод. На данной территории встречаются два фильтрационных потока: от пруда оборотного водоснабжения (абсолютная отметка уровня подземных вод 138,63 м) юго-западного направления и со стороны склона, где находится село Червоное с абсолютной отметкой уровня подземных вод 135 м и южным направлением фильтрационного потока.

Периодичность действия канала приводит к тому, что каждый случай сброса происходит в три стадии фильтрации: свободное просачивание; капиллярный сброс и образование ирригационного бугра; растекание его и подъем уровня грунтовых вод на прилегающих территориях. Первая и вторая стадии рассчитаны в двух вариантах для граничных условий коэффициента фильтрации суглинков  $K_{\phi}=0,1-0,4$  м/сут. Фильтрационные потери составили соответственно 0,69-3,2 м<sup>3</sup>/сут на 1 м длины канала, что отвечает столбу воды 0,138-0,64 м/сут. Продолжительность первой и второй стадии фильтрации рассчитана по методике С.Ф. Аверьянова [1]:

$$Q = K_{\phi} \cdot \left( 1 + 0,5 \frac{H_{\kappa}}{B} \right) \cdot (B + 2 \cdot h_0)$$

$$K_6 = K_\phi \left( 1 - \frac{P}{m - \omega_0} \right)^{3,5}$$

где,  $Q$  – фильтрационные потери на 1 м длины канала на первой и второй стадиях фильтрации, м<sup>3</sup>/сут;  
 $K_6$  – коэффициент влагопереноса – гидрогеологический параметр характеризующий скорость перемещения влаги в породах зоны аэрации, м/сут;  
 $K_\phi$  – коэффициент фильтрации, м/сут;  
 $H_k$  – высота капиллярного поднятия, м;  
 $B$  – ширина канала по урезу воды, м;  
 $h_0$  – глубина наполнения канала, м;  
 $P$  – содержание заземленного воздуха в грунте, ч.о.;  
 $m$  – общая пористость грунта, ч.о.;  
 $\omega_0$  – количество связанной воды, ч.о.

Третья стадия фильтрации – растекание бугра (табл. 1). Начальный бугор составляет 5 м, это расстояние от поверхности воды в канале до уровня грунтовых вод перед наполнением. Для характеристики скорости его растекания во времени используем расчетную схему «пласт-полоса» [2].

Таблица 1

Растекание ирригационного бугра после прекращения подачи воды в канал

Время t, сутки	Величина остаточного бугра, м		Время t, сутки	Величина остаточного бугра, м	
	Kф=0,4 м/сут	Kф=0,1 м/сут		Kф=0,4 м/сут	Kф=0,1 м/сут
1	1,13	2,22	200	0,08	0,15
2	0,8	1,55	250	0,07	0,14
5	0,51	1,02	300	0,06	0,13
10	0,36	0,71	365	0,05	0,12
25	0,23	0,48	730	0,035	0,087
50	0,16	0,32	1095	0,035	0,071
100	0,11	0,24	1460	0,035	0,055

Бугор растекается в течение года, если возник за 4-15 суток. Поэтому использовать такой канал целесообразно не чаще одного раза в год с продолжительностью заполнения не больше 15 суток. В результате растекания бугра происходит подъем уровня грунтовых вод на прилегающих территориях. Этот процесс описывается одномерным уравнением Фурье вида:

$$\frac{\partial^2 H}{\partial x^2} = \frac{1}{a} \cdot \frac{dH}{dt},$$

$H$  – гидродинамическое давление, м;

$a$  – коэффициент уравнепроводности, м<sup>2</sup>/сут;

$x$  – пространственная координата, м;

$t$  – временная координата, сутки.

Для метода суперпозиции оно имеет вид:

$$\frac{\partial^2 (\Delta H)}{\partial x^2} = \frac{1}{a} \cdot \frac{\partial \Delta H}{\partial t},$$

где,  $\Delta H$  – повышение уровня грунтовых вод над начальной величиной, м;

Аналитическое решение его для расчетной схемы «полуограниченный пласт» получено Н.Н. Веригиным. Канал на третьей стадии фильтрации является границей I рода.

$$\Delta H = \Delta H^0 \operatorname{erfc} \lambda \quad (1)$$

$$\lambda = \frac{x}{2\sqrt{at}} \quad (2)$$

В формулах (1) и (2) приняты следующие обозначения:

где,  $H$  – гидродинамический напор, м;

$a$  – коэффициент уравнепроводности, м<sup>2</sup>/сут;

$\Delta H^0$  – превышение уровня воды в канале над уровнем грунтовых вод до наполнения канала, м;

$\Delta H_x$  – подъем уровня грунтовых вод в расчетной точке на расстоянии  $x$  от уреза воды в канале,

м;

$\operatorname{erfc} \lambda$  – табулированная функция.

Другие обозначения приведены выше.

Результаты расчета подъема уровня грунтовых вод на прилегающих территориях приведены в табл.2.

Если канал будет заполнен водой 10 суток, то уровень грунтовых вод поднимется выше критической глубины (2,2 м) в прилегающей к нему полосе шириной 10-15 м. В результате испарения всегда наблюдается накопление солей в верхнем слое зоны аэрации, но переход пород в категорию слабозасоленных происходит только при глубине залегания уровня грунтовых вод  $\leq 0,9$  м и их минерализации  $C_{г} \geq 5$  г/дм<sup>3</sup>. В реальных услови-

ях подъем уровня грунтовых вод на этой территории может оказаться больше расчетного, так как фильтрационный поток разгружается со стороны хвостохранилища и склона.

Таблица 2

*Результаты расчета подъема уровня грунтовых вод на прилегающих территориях*

Координата расчетной точки x, м	Продолжительность подъема t, сутки					
	Кф=0,4 м/сут			Кф=0,1 м/сут		
	1	5	10	1	5	10
1	6,54	6,79	6,86	6,09	6,59	6,71
5	4,77	5,99	6,29	2,90	5,00	5,57
10	2,89	5,00	5,57	0,71	3,26	4,24
15	1,54	4,09	4,89	0,10	1,92	3,07
20	0,72	3,27	4,24	0,007	1,00	2,11
25	0,37	2,53	3,63	0,0	0,48	1,37
30	0,10	1,92	3,07	0,0	0,20	0,85
35	0,029	1,41	2,56	0,0	0,07	0,49
40	0,007	1,01	2,11	0,0	0,02	0,27
50	0,0	0,48	1,37	0,0	0,0014	0,07

**Выводы.**

Для предотвращения дальнейшего загрязнения подземных вод следует увеличить объем хвостохранилища, поделить его на две части и эксплуатировать последовательно, предварительно создав коллоидно-солевой экран, сорбирующий макрокомпоненты, с поочередным его обновлением. В этом случае прекратятся процессы вторичного засоления, но фильтрация воды из хвостохранилища не прекратится.

Сбросной канал следует ликвидировать. На подготовленной территории возле с. Червоное целесообразно создать водоем для разведения рыбы, так как геоморфологические условия территории неблагоприятны для эффективной работы дренажа.

**Литература:**

1. Аверьянов С.Ф. Борьба с засолением орошаемых земель. – М.: Колос, 1978. – 288 с.
2. Рудаков В.К. Охрана территорий при гидротехническом и мелиоративном строительстве. – К.: Урожай, 1987. – 104 с.

**ПРОГНОЗ ОСЕДАНИЯ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ В РАЙОНЕ Х. ГОЛУБИНКА  
БЕЛОКАЛИТВЕНСКОГО РАЙОНА ПРИ ОТКАЧКЕ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ИЗ ПАЛЕОЦЕН-  
ОЛИГОЦЕНОВОГО ВОДОНОСНОГО КОМПЛЕКСА**

**В.А. Выстрепова**

Научный руководитель доцент Е.П. Конашинская

*Южно-Российский государственный технический университет г. Новочеркасск, Россия*

Современные темпы роста инфраструктуры городов Ростовской области зачастую не позволяют учитывать все разнообразные факторы, влияющие на геоэкологическую обстановку данной территории. Особенно это касается инженерно-геологических факторов, выходящих по своей значимости на передовые позиции. В настоящей работе была поставлена частная задача прогноза одного из наиболее распространённых и мало изученных процессов оседания земной поверхности при откачке подземных вод, который вносит значительный вклад в изменение геоэкологической обстановки региона.

На изучаемой территории повсеместно залегают лессовидные грунты, их мощность колеблется от 10 до 20 м. Уровень грунтовых вод залегает глубоко от поверхности, значительная часть толщи осадочных пород является необводненной. Постилающими являются породы палеоцен-олигоценного возраста, которые представлены песками, супесями, суглинками и глинами переменной невыдержанной мощности.

В соответствии с гидрогеологическим районированием Ростовской области, территория расположена в центральной части Донецкой гидрогеологической складчатой зоны. Здесь выделяются водоносные горизонты, приуроченные к четвертичным, палеоцен-олигоценным и каменноугольным отложениям.

Водоносный горизонт палеоцен-олигоценных отложений распространен в восточной части участка. Он приурочен к нижней части разреза и залегает несогласно непосредственно на поверхности каменноугольных отложений. Водовмещающими породами горизонта являются разнородные пылеватые пески, обладающие пльвунными свойствами, залегающие на глубинах 1,0-64,5 м. Верхняя часть разреза этих отложений представлена безводными суглинками, глинами, супесями.

Наиболее обводнены палеоцен-олигоценные отложения на водоразделе балок, где они заполняют древний эрозионный врез в каменноугольных отложениях и достигают наибольшей мощности (3,1-37,5 м). Под-



земные воды безнапорные. Глубина установившегося уровня отмечена на абсолютных отметках +22,7- +64,02 м. Дебиты воды изменялись от 0,0001 л/сек. до 19,6 л/сек. при понижении уровня на 0,3-36,9 м; удельный дебит – от 0,0004 до 2,65 л/сек. Дебит родников и колодцев составил 0,01 л/сек. Коэффициенты водопроницаемости, полученные расчетным путем, изменяются от 1,33 до 41,32 м /сутки. Подземные воды в основном пресные (сухой остаток 0,09-1,99 г/л).

Питание водоносного комплекса происходит за счет атмосферных осадков и перетекания подземных вод из выше- и нижележащих горизонтов. Разгрузка осуществляется выходами родников в балочной системе. Подземные воды этих родников используются населением для хозяйственно-питьевого водоснабжения.

Основной особенностью техногенного воздействия на геологическую среду территории является активная эксплуатация подземных вод для водоснабжения, а также ведущаяся разработка угля. Поэтому здесь развиты процессы, связанные с промышленно-гражданским и шахтным строительством, сельским хозяйством, в результате которых изменяются гидрогеологические условия района. На расположенной рядом с шахтой территории осуществляется орошение земель, что ведет к засолению почв и повышению уровня подземных вод, также наблюдается распашка почв, что ведет к образованию и развитию эрозионных процессов. Территория шахты застроена зданиями, уложены асфальтированные дороги, что оказывает влияние на естественную инфильтрацию поверхностных вод, и далее – на нормальный режим и движение грунтовых вод. Так как на изучаемой территории существуют шахты и старые горные выработки, здесь проявляются такие процессы, как оседание земной поверхности, провалы. Также возможно проявление просадочных процессов. Развитие просадки происходит из-за широкого распространения лессовых пород.

При снижении УПВ вследствие откачки их из палеоген-олигоценых отложений произойдет осушение части этой толщи, её доуплотнение, и как следствие – оседание земной поверхности. Величина ее оседания зависит от снижения уровня подземных вод при откачке, а также от деформационной способности грунтов, залегающих в пределах понижения. Характер распространения процесса зависит от распространения депрессионной воронки подземных вод.

Снижение уровня подземных вод сопровождается ослаблением (прекращением) их взвешивающего действия на вмещающий массив горных пород. Возникающее дополнительное напряжение вызывает сжатие массива и, как результат, оседание земной поверхности в контуре депрессии подземных вод. Величина напряжения равна давлению снятого столба воды [1-3].

Прогноз оседания земной поверхности выполняется с использованием количественных связей деформаций породного массива и вызывающих их напряжений. В этих целях был применён закон Гука, предполагающий линейную зависимость напряжений и деформаций сжатия (растяжения) породной среды. Этапу расчётов предшествует расчленение толщи пород в интервале водопонижения на отдельные инженерно-геологические элементы (ИГЭ), учитывающие литологические (петрографические), структурные, гидродинамические и другие особенности массива. Процедура прогноза предполагает расчёт оседания верхней поверхности каждого ИГЭ с дальнейшим суммированием полученных значений для всех ИГЭ [1].

В слоистых средах конечное оседание  $S_C$  кровли ИГЭ может быть определено по формуле:

$$S_C = \frac{\Delta\sigma_C \cdot m_C}{E_C} \cdot \left( 1 - \frac{2\mu^2}{1-\mu} \right),$$

где  $\Delta\sigma_C$  – дополнительное уплотняющее давление (равно давлению столба воды на глубине размещения средней линии слоя под статическим уровнем подземных вод);  $m_C$  – мощность слоя;  $\mu$  – коэффициент Пуассона (бокового расширения);  $E_C$  – модуль упругости материала слоя скальных или полускальных пород; для мягких и рыхлых пород – модуль общих деформаций.

На исследуемой территории были проведены поисковые гидрогеологические работы, материалы опытно-фильтрационных работ которых были использованы для прогноза изучаемого процесса. Было составлено несколько типовых схем для расчёта величины оседания земной поверхности; составлена карта распространения этого процесса. Согласно проведённым расчётам, величина оседания не будет превышать допустимых величин. Однако, в указанных расчётах основные показатели физико-механических свойств были приняты по литературным источникам, что создаёт необходимость уточнения данного прогноза с учётом проведённых здесь инженерно-геологических исследований.

Поэтому, в первую очередь, необходимы исследования процесса оседания и инженерно-геологических условий, в которых он происходит. Исследования должны включать три аспекта: изучение режима подземных вод, измерение величин оседания грунтов и определение их физико-механических свойств. Базой исследований является изучение геологического строения района и его гидрогеологических условий.

На основе результатов инженерно-геологических и гидрогеологических исследований можно дать расчетный прогноз оседания земной поверхности, для которого механика грунтов дает достаточно надежное теоретическое обоснование. Достоверность прогнозов зависит от полноты результатов инженерно-геологических исследований, от соответствия применяемых для расчета схем действительным природным условиям.

На основе предварительного прогноза развития процесса были рекомендованы основные меры по предотвращению негативных последствий.

Для прекращения оседания поверхности требуется устранить его причину, т.е. прекратить понижение уровня (напора) подземной жидкости или газа. Этого можно достичь разными путями. Во-первых, прекращением или значительным сокращением откачки подземных вод. Водоснабжение, источником которого были подземные

воды, переводится на внешние источники (реки, водохранилища, подземные водозаборы в удаленных безопасных местах), от которых к местам потребления прокладываются водопроводные магистрали. Во-вторых, в подходящих геологических условиях, когда вода извлекается из напорного пласта, имеющего непроницаемую "крышу", напор в пласте может быть увеличен без прекращения откачки: в пласт через скважины закачивают воду или воздух, выжимая ими полезный продукт. Прекращение понижения или даже повышение уровня (напора) подземной жидкости или газа способно прекратить оседание поверхности. Вновь поднять поверхность до прежнего положения при этом нельзя, так как оседание происходит за счет пластического необратимого сжатия грунта, доля упругого сжатия обычно мала. Тем не менее, с восстановлением уровней подземных вод следует обращаться осторожно. Здания и сооружения, деформированные в результате осадок, укрепляют дополнительными связями, выправляют их наклоны, перекачивают поврежденные коммуникации и т.д.

Все сказанное относится к тем случаям, когда оседание поверхности уже свершилось и может продолжаться. Иной подход должен быть в случаях нового строительства. Здесь возможность оседания поверхности и его последствий должна рассматриваться заранее, на равных правах с другими аспектами строительства. И если выявляется, что оседание поверхности, например, при осушении подземных строительных выработок, может привести к неблагоприятным последствиям, лучшим средством борьбы может быть профилактика. Средства профилактики диктуются постановкой задачи: не допустить понижения уровня подземных вод. Одним из таких средств является противифльтрационная защита подземных выработок (котлованов, тоннелей и пр.) от притока воды. Вместо откачки воды выработки ограждаются противифльтрационными завесами. В этом случае режим подземных вод не нарушается, снижения их уровня за пределами осушаемой выработки не происходит. Следовательно, окружающей территории и сооружениям на ней не грозит оседание поверхности. Современная техника располагает способами создания противифльтрационных завес практически в любых грунтах – от пльвинных песков до скалы [3].

#### Литература

1. Иванов И.П., Тржцинский Ю.Б. Инженерная геодинамика. / Учебник – СПб, Наука, 2001. – 416 с.
2. Ломтадзе В.Д. Инженерная геология. Специальная инженерная геология. – Л., 1978. – 496 с.
3. Трофимов В.Т., Зилинг Д.Г. Экологическая геология. Учебник. – М., Геоинформмарк. 2003. – 415 с.

### ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ КРИСТАЛЛИЧЕСКИХ ДОКЕМБРИЙСКИХ ПОРОД ЮЖНО-ТАТАРСКОГО СВОДА

**Р.Р. Габдрахманов**

Научный руководитель профессор И.Н. Плотникова

*Казанский государственный университет имени В.И.Ульянова-Ленина, г. Казань, Россия*

Кристаллический фундамент (КФ) Татарстана изучается с 60-х годов прошлого столетия. Глубина залегания поверхности КФ определяет методы его изучения: глубокое бурение и геофизические методы. В середине 70-х годов в нем впервые были выявлены проницаемые зоны разуплотнения, насыщенные пластовыми водами. Приток был получен с глубины 5099 м в скважине 20000-Миннибаевской [5]. Химический состав пластовых вод меняется как по разрезу, так и по латерали.

Основание разреза раннего докембрия Волго-Уральской антеклизы сложено пироксенсодержащими породами отрядненской серии. Относительно широкое распространение пород данной серии придает ей стратиграфическое значение. Выше разрез сложен большечеремшанской серией, которую преимущественно образуют кристаллические сланцы и гнейсы [5]. В результате бурения глубокой Бавлинской скважины 20011 (скважина располагается в зоне разрывного нарушения фундамента), по данным Д.В. Постникова, на глубине 1978-1985 м вскрыты слюдяные кварциты, образовавшиеся в результате метасоматического окварцевания гнейсов. В интервале глубин 2481-2603 м пройдены ортоамфиболиты, на глубине 2629-3070 м пройдены гранодиориты [1].

Необходимо принять во внимание доминирующую роль процессов химического выветривания в эволюции образований КФ. Скорость циркуляции пластовых высокоминерализованных вод фундамента является одним из основных факторов, определяющим интенсивность этого выветривания.

Современное строение кристаллического фундамента является результатом эволюции разломно-блоковых нарушений, заложенных преимущественно в раннем протерозое. Сейсмическая активность изученного региона позволяет нам сделать вывод, что развитие фундамента продолжается и на сегодняшний день. Взаимодействие осадочного чехла и поверхности кристаллического фундамента, по мнению В.Е. Хаина, было более значительным в геологическом прошлом в связи с высоким тепловым потоком. Скважины, с которых был получен приток глубинной высокоминерализованной жидкости, приурочены к зонам тектонических разломов (к границам блоков) и поэтому изучение и классификация разломов заслуживает особого внимания. Исследование аномалий магнитных и гравитационных полей позволяет выделить тектонические разломы и зоны повышенной трещиноватости пород КФ.

Данная работа посвящена анализу состава вод КФ в пределах Республики Татарстан. По химическому составу воды КФ Татарстана относятся к хлоркальциевому типу по В.А.Сулину [3]. Общая минерализация их меняется от 235 до 270 г/дм<sup>3</sup>, плотность 1,18-1,19 г/см<sup>3</sup>. Содержание кальция варьируется от 22 до 42 г/дм<sup>3</sup>. Газовый состав пластовых вод фундамента метаново-азотный. Газонасыщенность вод изменяется в пределах от 0,11 до 0,35 м<sup>3</sup>/л. Объемная доля азота в пробах 32-68%, метана от 29-62%. [3]

С изменением глубины изменяется и минерализация вод. С глубиной от кровли фундамента значительно увеличивается содержание кальция – до 94 г/дм<sup>3</sup>. Содержание натрия с глубиной уменьшается в 6 раз относительно верхней части фундамента. Отмечается также увеличение содержания брома с глубиной. Воды нижнего горизонта разреза (скв. 20000, инт. 4703-5059 м) имеют газонасыщенность 450 см<sup>3</sup>/л. По составу газ также метаново-азотный. Содержание азота в пробах 67,2-77%. В высоких концентрациях содержится гелий 5,4-7% и аргон 1,4%. Обнаружены водород (8,8%), кислород (2,6%), углекислый газ (0,06-1,4%). [3].

В водах, полученных из скважины 20000, обнаружен бензол, что является прямым показателем возможности обнаружения залежей углеводородов. Содержание метана увеличивается с глубиной [5].

Общее содержание органического углерода в пластовых водах фундамента составляет 97,6-137,8 мг/л (Б.В. Анисимов и др., 1990 г.), что значительно выше фоновое для вышележащего терригенного девона. Концентрация органического азота в водах архейских отложений (0,58 мг/л) превышает концентрацию органического азота в водах пашийско-кыновских отложений девона [4].

На основании имеющихся предпосылок перспектив нефтегазоносности КФ и с целью более детального исследования динамики химического состава вод КФ в 2000 году исследователями Татарстана был организован мониторинг глубинных скважин, который продолжался до 2003 года и проводился под руководством Р.Л. Ибрагимова.

Объектами наблюдений исследователей стали 5 скважин: 966-Уральская, 2092-Черемшанская, 10179-Д Алексеевская, 29419-Холмовская и 11921-Д Березовская. При выборе сетки скважин был принят во внимания тот факт, что в каждой из них ранее (конец 80-х гг., 90-ые гг.) уже был получен приток пластовых флюидов из зон разуплотнения фундамента. Одной из главных целей мониторинга скважин было исследование химического и газового состава вод КФ. Во времени анализировались плотность, общая минерализация, содержание растворенных газов – метана и суммы тяжелых углеводородов, водорода, гелия, углекислого газа и растворенного органического вещества (азота общего и углерода битумной фракции) [2].

На протяжении всего периода мониторинга химический и газовый состав, а также кислотность вод КФ изменялись. В скважине 2092 на фоне нейтральной и слабой кислотности со временем было отмечено возникновение кислой и щелочной сред. В скважине 29419 кислотность изменялась от кислой до слабощелочной. Наряду с этим были зафиксированы изменения минерализации вод, содержание в них железа, бора, хлора и меди. Например, в пробах, отобранных из всех 5 скважин в августе 1998 года, было зафиксировано снижение общей минерализации и хлора. В одних скважинах было отмечено понижение плотности пластовой воды КФ, а в других повышение содержания железа, следствием чего стало повышение плотности воды. В 2000 году (июнь-сентябрь) во всех 5 скважинах было зафиксировано резкое увеличение содержания водорода и метана. Также было отмечено резкое увеличение содержания общего азота во всех скважинах. Значимые изменения происходили в содержании тяжелых углеводородов в газовом составе подземных вод фундамента [2].

Анализ всех результатов мониторинга глубинных скважин показал взаимосвязь вод КФ с сейсмической активностью региона. Факт изменения компонентного состава вод КФ может говорить о том, что на глубине в разуплотненных зонах фундамента имеет место активное перемещение флюидов.

Подтверждением геодинамической активности и флюидонасыщенности зон разуплотнения фундамента были также исследования, проведенные с применением метода акустического каротажа [2].

Особенно важным является возможность выявления связи между изменением компонентного состава вод КФ и современными сейсмическими процессами в пределах Восточно-Европейской платформы.

Более подробного рассмотрения требуют результаты, полученные по изотопному составу водорода пластовых вод фундамента Татарстана. С целью определения генезиса вод фундамента исследователями Татарстана были проведены изотопные анализы. Полученные данные были сопоставлены с результатами изотопного исследования вод вышележащего терригенного девона.

В результате проведенных анализов исследователям удалось разделить изученные образцы на две группы [3]:

I группа – изотопный состав водорода составляет – 27-38%

II группа – изотопный состав водорода составляет – 61-71%.

Воды первой группы имеют морской генезис (остаточные) и обычно характерны для нижней части осадочного чехла нефтегазоносных бассейнов и характеризуются застойным режимом. Воды второй группы относятся к магматическим водам [3]. Мы можем предположить, что и первая и вторая группа вод насыщают породы фундамента в пределах Татарстана.

Подводя итог анализу физико-химических характеристик вод фундамента, необходимо обратить внимание на их сходство с водами вышележащего терригенного девона по общей минерализации. Также на сходство указывает газонасыщенность вод и сумма углеводородных газов, растворенных в водах.

Глубинным бурением в Татарстане вскрыты мощные трещиноватые зоны фундамента, из которых были получены притоки пластовых вод. В процессе исследования химического состава данных вод было выявлено наличие тяжелых углеводородов, что можно считать следами миграции углеводородов [2].

Вышеизложенные наблюдения могут свидетельствовать о том, что начавшиеся миллионы лет назад геодинамические процессы в пределах Восточно-Европейской платформы продолжаются и сегодня. Геодинамические процессы заслуживают более детального изучения и имеют не только научное, но и практическое значение.

## Литература

1. Буров Б.В., Геология Татарстана. – М.: ГЕОС, 2003. – 402 с.
2. Ибрагимов Р.Л., Плотникова И.Н., Результаты режимных наблюдений состава подземных вод кристаллического фундамента Южно-Татарского свода.
3. Муслимов Р.Х., Галдин Н.Е., Плотникова И.Н. и др., Кристаллический фундамент Татарстана и проблемы его нефтегазоносности. – Казань: Дента, 1996. – 485 с.
4. Муслимов Р.Х., Глубинные исследования докембрия востока Русской платформы. – Казань: Татарское кн. Издательство. – 1980. – 176 с.
5. Плотникова И.Н., Геолого-геофизические и геохимические предпосылки перспектив нефтегазоносности кристаллического фундамента Татарстана. – СПб.: «Недра», 2004. – 172 с.
6. Плотникова И.Н., Современный процесс возобновления запасов углеводородного сырья: гипотезы и факты// Георесурсы. – 2004. – №1. – С. 40 – 41.

**ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РАЗРАБОТКИ НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ (НА ПРИМЕРЕ МОРТЫМЬЯ-ТЕТЕРЕВСКОГО И КОЧЕВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЙ НЕФТИ)****М.В. Гусихина, И.Н. Безуглая-Анненкова****ООО Научно-исследовательская фирма «РосНедра», г. Тюмень, Россия**

Практически на всех месторождениях Западной Сибири в целях поддержания пластового давления применяется закачивание воды в пласт, что позволяет поддерживать высокие темпы отборов и выработки запасов залежей. Рассмотрим два месторождения, расположенных в разных районах северной части Тюменского региона, находящихся на разных этапах разработки, водоснабжение системы ППД которых происходит за счет пресных и минерализованных подземных вод. Для примера возьмем одно месторождение с Кондинского района (Мортимья-Тетеревское месторождение) и одно – с Сургутского (Кочевское месторождение). Оба месторождения разрабатываются ООО «Лукойл-Западная Сибирь».

Мортимья-Тетеревское месторождение нефти открыто одним из самых первых в Шаимском нефтегазодобном районе – в 1961 году. Основной особенностью поздней стадии разработки является прогрессирующее техногенное воздействие на продуктивные коллектора в результате развития системы поддержания пластового давления за счет увеличения объемов закачивания воды.

В тектоническом отношении месторождение располагается в пределах Верхне-Кондинской впадины. В геологическом разрезе района принимают участие мощные толщи терригенных пород мезозойско-кайнозойского возраста, относимые к платформенному чехлу, которые с перерывами и угловыми несогласиями ложатся на интенсивно метаморфизованные и дислоцированные породы палеозойского возраста, а местами на участки более древней консолидации фундамента. Мощность платформенного чехла изменяется от 1700 м в сводных частях локальных поднятий и до 2000 м на его погружениях. Следует отметить, что большую роль в геологическом строении верхней части кайнозойских отложений сыграли неотектонические движения в неоген-четвертичное время и последующие эрозионно-денудационные процессы.

По геологическому строению Мортимья-Тетеревское месторождение нефти можно отнести к I группе, основные запасы сосредоточены в пластах П абалакской свиты. Продуктивные отложения горизонта П представлены в основном двумя пластами П<sub>1</sub> и П<sub>2</sub>, сложенными гравелитами, песчаниками с прослоями алевритов и аргиллитов. Характерной особенностью строения залежей горизонта П является развитие пластов-коллекторов на склонах выступов фундамента, залегающих в виде отдельных полей, выклинивающихся к сводам поднятий и замещенных глинистыми отложениями на более погруженных участках. По характеру площадного распространения и фильтрационным свойствам пласты П<sub>1</sub> и П<sub>2</sub> существенно отличаются друг от друга. Пласт П<sub>1</sub> имеет худшую фильтрационную характеристику по сравнению с пластом П<sub>2</sub> [1].

В качестве эксплуатационного объекта для водоснабжения систем поддержания пластового давления на Мортимья-Тетеревском нефтяном месторождении принят интервал разреза, включающий отложения куртамышской свиты олигоценового возраста (пресные подземные воды). Исходя из этого, дается описание гидрогеологических условий отложений олигоцен-четвертичного возраста.

Формирование пресных подземных вод связано с континентальной толщей олигоцен-четвертичного возраста, подстилаемой морскими отложениями тавдинской свиты. Континентальная толща представлена однотипными образованиями, преимущественно песками, алевритами, глинами, что обуславливает их принадлежность к проницаемым, слабопроницаемым и водоупорным отложениям. Согласно существующей гидрогеологической стратификации в разрезе участка выделяется два водоносных и водоупорных подразделения.

Водоносный четвертичный горизонт формируется в песчано-глинистых отложениях, современных болотных и озерно-аллювиальных отложениях ялбыньинской толщи и характеризуется повсеместным распространением. Комплекс подстилается водоупорными глинами туртасской свиты. Мощность комплекса составляет 11-28 м. Водовмещающие отложения представлены песками, торфом, алевритами. Опробование водоносного комплекса четвертичных отложений в пределах месторождения не проводилось. Область его питания совпадает с областью распространения. Питание осуществляется в основном за счет инфильтрации атмосферных осадков и частично за счет боковой фильтрации поверхностных водотоков.

Водоупорный туртасский горизонт распространен на всей площади рассматриваемого месторождения и разделяет водоносный четвертичный и куртамышский водоносные горизонты. Глубина залегания кровли изме-

няется от 11 до 28 м. Водоупорные породы представлены глинами. Мощность водоупорных пород в пределах месторождения составляет 4-21,5 м, составляя в среднем 15 м.

Водоносный куртамышский горизонт. Отложения свиты на участке распространены повсеместно, залегают они на глинистых осадках тавдинской свиты и перекрываются осадками туртасского возраста. Литологически водоносный горизонт представлен сложно-построенной фациально-изменчивой песчано-глинистой толщей, что обуславливает его сравнительно невысокие фильтрационные свойства (в сравнении с районом работ). При общей пестроте литологического состава установлено, что в разрезе преобладание песчаных разностей наблюдается в подошве и более высокая их водообильность. Водовмещающие отложения представлены разномерными песками преимущественно средне- и мелкозернистого состава, иногда глинистыми. Глубина залегания кровли водоносного горизонта в пределах месторождения составляет от 21 м до 42 м. Мощность в пределах месторождения колеблется от 45,5 до 75,5 м, составляя в среднем 60 м. Эффективная мощность водовмещающих пород изменяется от 25 м до 61 м, среднее значение порядка 40 метров. Водообильность водоносного горизонта на территории изучаемого месторождения определена по данным опытной откачки из водозаборной скважины № 3. Дебит скважины составляет 6,0 л/с, удельный дебит 1,07 л/с. Водоносный горизонт напорный. Высота напора над кровлей горизонта – 30,85 м, пьезометрический уровень устанавливается на глубине 6,15 м. По химическому составу воды гидрокарбонатные кальциевые, по величине минерализации пресные с величиной минерализации 0,628 г/л; водородный показатель (рН) 5,96 (слабокислые), величина общей жесткости 0,75 мг-экв/л – очень мягкие.

Водоупорный тавдинский горизонт распространен на рассматриваемом месторождении повсеместно. Он начинает разрез морских отложений, отражая первый этап регрессивного развития бассейна. Глубина залегания кровли горизонта в пределах месторождения изменяется от 72 до 110 метров. Литологически водоупорный горизонт представлен синими глинами [2].

Кочевское месторождение открыто в 1979 г. и введено в эксплуатацию в 1998 г. Кочевское нефтяное месторождение находится на севере Сургутского нефтегазоносного района. Геологический разрез месторождения представлен метаморфическими породами палеозойского складчатого фундамента, терригенными образованиями промежуточного структурного комплекса пермо-триасового возраста (доюрские образования) и терригенными отложениями платформенного мезозойско-кайнозойского осадочного чехла.

В разрезе Кочевского нефтяного месторождения промышленные запасы углеводородов выявлены в 7 продуктивных пластах: БС<sub>10</sub><sup>1</sup>, (нижний мел, верхняя часть мегинской свиты), БС<sub>16-20</sub> (нижний мел, ачимовская толща), Ю<sub>1</sub> (верхняя юра, васюганская свита), залегающих на глубинах 2500-2950 м.

Для поддержания пластового давления на территории Кочевского месторождения с августа 2002 года используют апт-альб-сеноманские подземные воды.

Апт-альб-сеноманский водоносный комплекс (покурская свита) развит в пределах всего Западно-Сибирского мегабассейна, сложен переслаиванием песчаников, песков, алевролитов и аргиллитов, общая мощность которых местами достигает 1000 м. Песчаная фация комплекса мощностью в несколько сотен метров (до 500 м) прослеживается по всей территории бассейна. Коллектора характеризуются высокими емкостно-фильтрационными свойствами.

На Кочевском месторождении средние значения параметров составляют: пористость – 30,5 %, коэффициент проницаемости – 0,38 мД; расчетный коэффициент фильтрации изменяется от 0,382 до 0,662 м/сут, составляя в среднем 0,548 м/сут; средняя общая мощность – 820,2 м, эффективная – 432,3 м; коэффициент водопроницаемости в среднем составляет 330,07 м<sup>2</sup>/сутки.

Водообильность пород в пределах Сургутского нефтегазоносного района высокая – дебиты скважин достигают нескольких тысяч м<sup>3</sup>/сут. На территории рассматриваемого месторождения максимальный дебит скважин достигает 1861 м<sup>3</sup>/сутки.

Химический состав апт-альб-сеноманских вод на Кочевском месторождении изучался с начала эксплуатации. Минерализация апт-сеноманских вод изменяется от 17,4 до 22,7 г/л, солевой состав вод – преимущественно хлоридный натриевый, практически представляет собой раствор поваренной соли. Карбонаты отсутствуют; содержание железа равно 0,69-24,6 мг/л, содержание других микрокомпонентов незначительное, содержание йода, брома и бора значительно меньше промышленных кондиций. Воды характеризуются слабощелочной реакцией и высокой жесткостью.

Газонасыщенность апт-альб-сеноманских вод в районе Кочевского месторождения составляет 1,07-1,2 м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>; газ, в основном, метанового состава (до 98%), содержание тяжелых углеводородов 0,5-1,0%, углекислоты 0,076-0,4% и азота 2,05-4,7%.

Воды комплекса по составу близки водам нефтяных пластов и широко используются для заводнения. По своим нефтewымывающим и нефтewытесняющим свойствам они превосходят пресные поверхностные воды и по сравнению с последними позволяют увеличить нефтеотдачу пластов до 5%. Их закачка в нефтяные пласты не сопровождается отложением солей в обводняющихся нефтяных скважинах и нефтепромысловом оборудовании, что неизбежно при использовании речных и озерных вод [2].

Проведенный анализ геологического строения и гидрогеологических условий двух месторождений нефти, находящихся на разных стадиях разработки, показал, что в том и в другом случае для оптимального отбора нефти необходима система поддержания пластового давления.

Принято, что в юрских отложениях наблюдается сравнительно низкий коэффициент приемистости нагнетательных скважин, что обуславливает сравнительно низкий коэффициент охвата залежи процессом вытеснения и неудовлетворительный конечный коэффициент извлечения нефти. В нашем случае, юрские отложения и являются

продуктивными на нефть (Кочевское месторождение), но для рассматриваемого месторождения нефти система поддержания пластового давления подземными водами апт-альб-сеноманского водоносного комплекса оказалась благоприятной и даже более того, повышает коэффициент нефтеотдачи на 5 %.

#### Литература

1. Особенности геологического строения и разработки месторождений Шаимского нефтегазоносного района. Сборник научных статей, посвященный добыче 200-миллионной тонны нефти на месторождениях ТПП «Урай-нефтегаз» ООО «Лукойл - Западная Сибирь». Урай-Тюмень, 2002.
2. Безуглая-Анненкова И.Н., Безуглый А.В., Лазорина М.В. Подсчет эксплуатационных запасов подземных вод куртамышского (атлым-новомихайловского) водоносного горизонта для целей ППД на площади Мортымья-Тетеревского месторождения нефти», 2007.
3. Безуглая-Анненкова И.Н., Белкин И.Ю., Гусихина М.В. Отчет по теме: «Переоценка запасов подземных вод апт-альб-сеноманского водоносного комплекса для целей ППД на площади Кочевского месторождения нефти». Тюмень: ООО НИФ «РосНедра», 2008.

### ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ТОРФЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ «КЛЮКВЕННОЕ» (ТОМСКАЯ ОБЛАСТЬ) И РЕЗУЛЬТАТЫ НАБЛЮДЕНИЙ ЗА ПРОМЕРЗАНИЕМ ТОРФЯНОЙ ЗАЛЕЖИ

Н.Н. Дербенева

Научный руководитель доцент В.В. Крамаренко

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

Одна из важнейших задач оценки инженерно-геологических условий при разработке месторождений – прогнозирование возможности, времени и места проведения работ добывающих предприятий. Поэтому основной задачей работы было изучение инженерно-геологических условий месторождения, в том числе условий промерзания и оттаивания залежи и физико-механических свойств торфов. Правильная оценка всех инженерно-геологических условий – это один из важнейших этапов при разработке торфяного месторождения, который значительно ускоряет процесс его разработки и влияет на сроки выполнения работ.

Объектами исследований стали торфяные отложения месторождения «Клюквенное», расположенного в 1,5 км на северо-восток от с. Орловка. При выполнении данной работы были использованы материалы, предоставленные СибНИИТорфа. Исследования проводились с учетом методик приведенных в нормативных документах [3,4,5,6,7,8,9,10]. В процессе изучения инженерно-геологических условий данного месторождения были обработаны ранее полученные характеристики физико-механических свойств грунтов, такие как: коэффициент компрессии ( $a$ ), коэффициент пористости ( $e$ ), структурная прочность ( $P_{стр}$ ), степень зольности ( $D_{зп}$ ), влажность ( $W$ ), рН, удельный вес ( $\gamma$ ), плотность скелета ( $\rho_d$ ), степень разложения ( $D_{ас}$ ). Обработка материала выполнена в программе Statistica.

Месторождение «Клюквенное» представляет собой две части одного болотного массива с общей нулевой границей, расположенного в 1,5 км на северо-восток от с. Орловка. Оно расположено на II надпойменной террасе р. Оби. Поверхность массива ровная, с общим уклоном с северо-востока на юго-запад, дно – с многочисленными западинами, буграми. На участке находится 6 внутренних суходолов, массив облесен, наиболее распространен евтрофный лесной комплексный фитоценоз из сосны, березы, кедра, лиственницы. В юго-западной части развит березовый, местами встречается березово-осоковый фитоценоз. Микрорельеф кочковатый, кочки осоковые. Обводненность поверхности от низкой до средней, иногда до высокой. Месторождение состоит из трех участков. Его территория на северо-западе подразделяется на участки с верховым и низинным типами залежи. В работе приведен анализ свойств торфов верховой залежи [11].

Площадь участка с верховым типом залежи – 191 га, средняя мощность торфа – 2,72 м (без очеса), максимальная – 7 м (с очесом). Большая часть месторождения «Клюквенное» детально разведана геологоразведочной экспедицией Новосибирского ПГО в 1986 г. по категории А. Поверхность ровная с общим уклоном с северо-востока на юго-запад. Дно месторождения неровное, с многочисленными западинами, буграми. На участке 6 внутренних суходолов, слабо выраженных в рельефе, с превышениями до 1 м. Внутренние и внешние суходолы облесены. В северо-западной части месторождения развит олиготрофный фускум фитоценоз с разреженным угнетенным ярусом сосны. Месторождение состоит из одного участка в нулевой границе и трех в границе промышленной залежи. Площадь верхового участка – 191 га. Залежь представлена фускум-залежью – 87,5% и комплексной верховой 12,5%. Из видов преобладает фускум-68,4, магелланикум 6,1. Шейхцериево-сфагновый – 5,3; комплексный верховой – 12,5. Средняя мощность пласта 2,72 м (без очеса), максимальная 7 (с очесом) [11].

Питание массива смешанное. Разгрузка болотных вод происходит в каналы, реки Шишкобойка и Черная. Месторождение осушено, низинная залежь разрабатывалась. На ТМР «Клюквенное» продолжительное время был стационар ЛПИ СибНИИТ, на котором велись наблюдения за температурой, влажностью залежи, проводились метеорологические наблюдения, опыты по определению фильтрационных свойств на осушенных и неосушенных участках, результаты которых приведены в работе.

Нами была проведена статистическая обработка характеристик состава, физических, физико-механических свойств разных видов торфяных грунтов. Одной из наиболее важных характеристик грунта, которая позволяет дать предварительную оценку механических свойств, является коэффициент пористости ( $e$ ). Его значение изменяется от 8,6 до 37,49 д.ед., со средним значением 17,06 д.ед. Коэффициент компрессии ( $a$ ) изменяется от 0,91 до 5,19 в среднем составляя 2,88. Структурная прочность ( $P_{стр}$ ) у торфов имеет максимальное

значение 0,0159 МПа, минимальное – 0,00006 МПа. В среднем значение структурной прочности 0,0036 МПа. Степень зольности ( $D_{др}$ ) в исследуемых торфах изменяется от 5 до 25%, среднее – 12,37%. Степень разложения ( $D_{ас}$ ) в торфах имеет максимальное значение равное 10,05 %, минимальное 0,8 %. В среднем данная характеристика составляет 3,48 %. Показатель рН у торфов меняется от 2,85 до 3,97, среднее значение 3,17. Удельный вес ( $\gamma$ ) максимально равен 1,57 г/см<sup>3</sup>; минимальное значение 1,5 г/см<sup>3</sup>, в среднем – 1,53 г/см<sup>3</sup>. Для изучаемых торфов плотность скелета ( $\rho_d$ ) изменяется от 0,041 до 0,158 г/см<sup>3</sup>, в среднем – 0,093 г/см<sup>3</sup>. Влажность ( $W$ ) меняется от 566 до 2386 %. Среднее значение влажности 1117%.

С помощью программы Statistica был проведен корреляционный анализ в результате чего были выявлены взаимосвязи между показателями. Наиболее тесные связи выявлены между коэффициентом компрессии и коэффициентом пористости, степенью зольности и плотностью твердых частиц, коэффициентом пористости и плотностью. Результаты корреляционного анализа показали, что коэффициент пористости и влажность растут с увеличением числа моховых остатков и уменьшаются с ростом травяных остатков, плотности скелета. Коэффициент компрессии увеличивается с ростом коэффициента пористости и влажности, уменьшается с ростом степени зольности и степени разложения.

На основе полученных взаимосвязей было получено регрессионное уравнение, позволяющее по коэффициенту пористости получить коэффициент компрессии и охарактеризовать сжимаемость торфов верховой залежи:

$a = -1,24 + 3,41 \times \log 10 \times e$ , где  $a$  – коэффициент компрессии;  $e$  – коэффициент пористости;

Наблюдения за температурным режимом верховой залежи показали, что на глубине от 100 до 40 см температура залежи в период с октября до конца июня равномерно падает от 5<sup>0</sup>С до 3<sup>0</sup>С. На глубине 30-10 см температура меняется в течение всего периода наблюдений. Минимальные значения наблюдаются в середине декабря, максимальные в конце июня. Наиболее неравномерное распределение температуры в течение периода наблюдается на поверхности. Минимальное значение -10<sup>0</sup>С наблюдается в середине декабря, максимальное 25<sup>0</sup>С в середине июня. В период с начала мая до начала июня температура резко падает с 22<sup>0</sup>-23<sup>0</sup>С до 10<sup>0</sup>С, затем резко повышается.

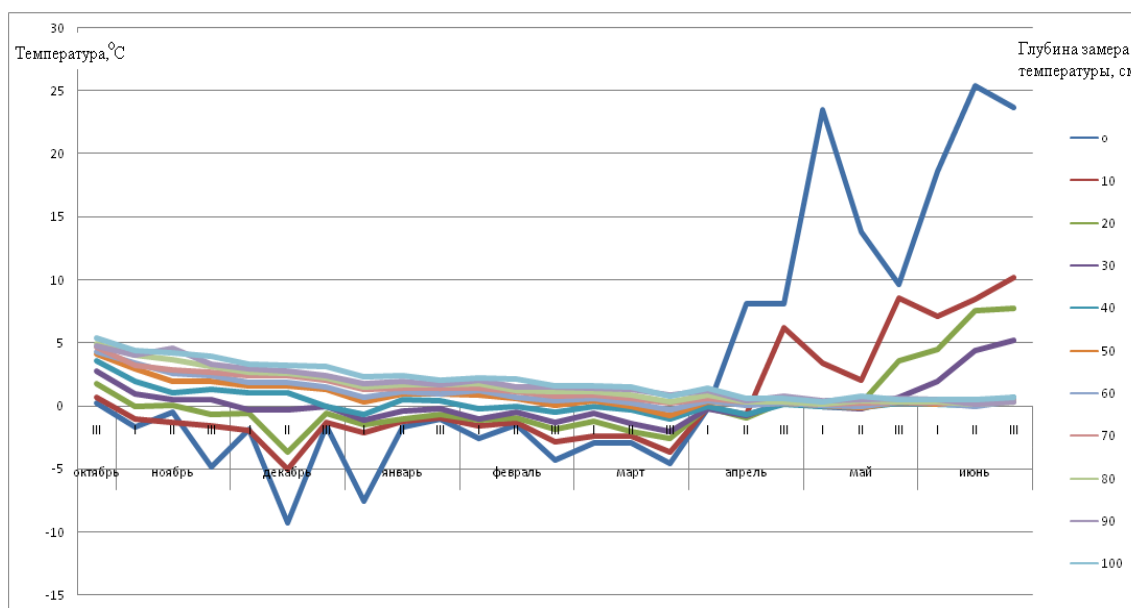


Рис. Изменение температурного режима верховой торфяной залежи по глубине

В заключение отметим, что при проведении работы были изучены инженерно-геологические условия верховой залежи торфяного месторождения «Клюквенное», определены нормативные значения и размах показателей физических и физико-механических свойств торфяных грунтов, проанализированы многолетние наблюдения за промерзанием и оттаиванием торфяной залежи и ее температурным режимом. Выявлено, что каждый вид торфа обладает своими особенностями. Самые большие значения коэффициента пористости имеют следующие разновидности торфа: ангустифолиум – 18,9 д.е., фускум 17,2 д.е., комплексный 18,4 д.е., магелланикум 19,4 д.е. Степень зольности  $D_{др}$  значительно выше у травяно-сфагновых торфов – 25%, самая низкое значение наблюдается у фускума – 8,5%. Степень разложения ( $D_{ас}$ ) и показатель рН меняются незначительно среди всех разновидностей торфов. Полученные результаты проведенных исследований рекомендуется использовать для предварительной оценки прочностных и деформационных свойств торфа.

## Литература

1. Бронзов А.А. Верховые болота Нарымского края (бассейн р. Васюган) // Труды научно-исследовательского торфяного института. – М.: 1930. – Вып. 3. – 92 с.
2. Тюремнов С.Н. Торфяные месторождения. – М.: Недра, 1976. – 487 с.
3. ГОСТ 25100-95 "Грунты. Классификация"
4. ГОСТ 30416-96 "Грунты. Лабораторные испытания. Общие положения"
5. ГОСТ 5180-84 "Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик"
6. ГОСТ 12248-96 "Грунты. Методы лабораторного определения характеристик прочности и деформируемости"
7. ГОСТ 20522-96 "Грунты. Методы статистической обработки результатов испытаний"
8. ГОСТ 23740-79 "Грунты. Методы лабораторного определения содержания органических веществ"
9. СНиП 2.02.01-82 "Основания зданий и сооружений"
10. Пособие по проектированию земляного полотна автомобильных дорог на слабых грунтах (к СНиП 2.05.02-85) – М.: Стройиздат, 1989. – 192 с.
11. Геологический отчет о детальной разведке торфяного месторождения "Темное" Томского района / Сиб. ГРЭ ПГО "Новосибирскгеология". Отв. исп. Морозова Н.М. – Новосибирск. 1986г. – 184 с.

**КЛАССИФИКАЦИЯ ЛЕЧЕБНЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ ВОД РЕСПУБЛИКИ ХАКАСИЯ****С.Р. Дзязько**

Научный руководитель доцент О.Ф. Зятева

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

Республика Хакасия по своему потенциалу лечебных минеральных вод занимает одно из ведущих мест в России. Здесь на базе минеральных вод и лечебных грязей Ширинского месторождения функционирует детская Российская здравница, известны другие санаторно-курортные учреждения. Для лечения и оздоровления населения используется бутылкированная вода.

В недрах Хакасии сосредоточены огромные запасы минеральных вод, которые имеют ограниченное использование. В частности, в Таштыпском районе выявлены и используются для бальнеолечения «диким» способом кремнистые воды Абаканского горячего ключа.

Автором проведена систематизация материала, дана краткая характеристика особенностей гидрогеологических условий региона и химического состава известных месторождений минеральных лечебных вод, составленная в соответствии с ГОСТ 13273-88 "Воды минеральные ...." их классификация (табл.).

Распространение и условия формирования подземных вод в значительной степени определяются их приуроченностью к Саяно-Алтайскому, Южно-Минусинскому и Северо-Минусинскому бассейнам пластово-блоковых вод и Алтае-Саянскому бассейну жильно-блоковых вод.

Ширинское месторождение минеральных вод расположено в Ширинском районе Республики Хакасия, в 17 км от железнодорожной станции Ширы (районный центр) и в 170 км северо-западнее г. Абакана. На данной территории пробурены несколько скважин, которые успешно функционируют [2]. Подземные воды скважины № 20, согласно ГОСТ 13273-88, относятся к маломинерализованным сульфатным магниевое-кальциево-натриевым, со слабощелочной реакцией, к питьевым лечебно-столовым. Данная вода широко используется для курсового приема на курорте «Озеро Ширы» и разливается под названием «Рейнгольд».

Подземная вода скважин № 5 и № 9 по ионно-солевому составу близка к воде, вскрытой скважиной № 20, но имеет более высокую минерализацию (4,2-4,6 г/дм<sup>3</sup>). По результатам многолетних физико-химических и клинических исследований выделяется на местном уровне в ширинский тип питьевой лечебно-столовой воды.

В пределах Ширинского месторождения в 2,5 км от оз. Ширы пробурена скважина №1 глубиной 450 м. Скважиной каптируется высокоминерализованная бромная хлоридно-сульфатная натриевая минеральная вода, показанная для бальнеолечения. Прямых аналогов минеральной воде скважины № 1 не выявлено, поэтому ее выделяют в отдельный ширинский бромный тип.

Таким образом, в пределах Ширинского месторождения наблюдается гидрогеохимическая зональность, выраженная в закономерном увеличении с глубиной минерализации и появлении специфических компонентов (бром и др.). Ширинский тип воды, который выделяется на местном уровне, представлен водами как питьевого, так и бальнеологического направления их использования.

Алтайское месторождение минеральных вод расположено в Алтайском районе Республики Хакасия. Оно находится в южной части Минусинской котловины в районе озер Алтайское-1 и Алтайское-2. Преобладающим катионом в ионно-солевом составе подземных вод данного месторождения выступает натрий-ион. Вода Алтайского месторождения является холодной маломинерализованной гидрокарбонатно-сульфатно-хлоридной натривой со слабощелочной реакцией. По общепринятой классификации (ГОСТ 13273-88 "Воды минеральные") подземная вода скважины № 3 относится к группе вод без специфических компонентов и свойств, а по практическому использованию – к минеральной питьевой лечебно-столовой и является разновидностью минеральных вод Махачкалинского типа [1].



Таблица

## Классификация минеральных лечебных вод республики Хакасия

Группа лечебных вод	Название источника, тип воды	Минерализация г/дм <sup>3</sup>	Ионно-солевой состав	Биологически активные компоненты мг/дм <sup>3</sup>	Характеристика вод
Питьевые лечебно-столовые	Скв. № 20. Ширинское месторождение. Ширинский тип	2,4-2,9	$\frac{SO_4 (74-77) Cl (14-15) HCO_3 (9-12)}{(Na + K) (50-75) Ca (12-47) Mg(12-26)}$	-	Маломинерализованные сульфатные магниево-кальциево-натриевые, со слабощелочной реакцией
	Скв. №5. Ширинское месторождение. Ширинский тип	4,2	$\frac{SO_4 75 HCO_3 13 Cl 12}{(Na + K) 41 Mg 30 Ca 29}$	-	Маломинерализованные сульфатные кальциево-магниевые-натриевые, со слабощелочной реакцией
	Скв. №9. Ширинское месторождение. Ширинский тип	4,6	$\frac{SO_4 80 Cl 14 HCO_3 6}{(Na + K) 80 Ca 11 Mg 8}$	-	Маломинерализованные сульфатные натриевые, со слабощелочной реакцией
	Скв. №3. Алтайское месторождение. Махачкалинский тип	2,4-2,6	$\frac{Cl (44-54) SO_4 (25-32) HCO_3 (21-26)}{(Na + K) (69-83) Mg (12-23) Ca (5-8)}$	-	Маломинерализованные гидрокарбонатно-сульфатно-хлоридные натриевые, со слабощелочной реакцией
	анкульское месторождение. Чебоксарский тип	1,9-2,9	$\frac{SO_4 (70-76) HCO_3 (16-21) Cl (6-13)}{(Na + K) (61-73) Mg (16-24) Ca (9-15)}$	-	Маломинерализованные сульфатные натриевые со слабощелочной реакцией
	Скв. №18. Дикоозерское месторождение.	0,37-0,46	$\frac{HCO_3 (91-100) Cl (0-9)}{Ca 48 Mg 34 (Na + K) 18}$	-	Слабоминерализованные гидрокарбонатные магниевые-кальциевые, со слабощелочной реакцией
Бальнеологические	Скв. №1. Ширинское месторождение. Ширинский бромный тип	17,2	$\frac{SO_4 51 Cl 48 HCO_3 1}{(Na + K) 89 Ca 6 Mg 5}$	Br=77,0	Высокоминерализованные бромные хлоридно-сульфатные натриевые, с кислой реакцией
	Скв. №12. Дикоозерское месторождение. Кисегачский тип	0,55-0,68	$\frac{HCO_3 (56-72) SO_4 (19-37) Cl (4-10)}{Ca (51-69) Mg (7-34) (Na + K) (15-24)}$	Rn=100 нКи/л	Слабоминерализованные среднерадоновые сульфатно-гидрокарбонатные натриево-магниевые-кальциевые, со слабощелочной реакцией
	Месторождение "Абаканский горячий ключ"	0,45	$\frac{HCO_3 70 Cl 20 SO_4 10}{Ca 49 (Na + K) 44 Mg 7}$	H <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub> =52	Слабоминерализованные кремнистые хлоридно-гидрокарбонатные натриево-кальциевые термальные, слабощелочной реакцией

В Аскизском районе республики Хакасия расположено Ханкульское месторождение минеральных вод. Подземные воды, вскрытые скважинами на данном месторождении, относятся к минеральным питьевым лечебно-столовым. Наиболее близким по величине минерализации и основному ионно-солевому составу к аналогу, согласно ГОСТ 13273-88 (Чебоксарский тип).

В Усть-Абаканском районе Хакасии находится Дикоозерское месторождение. В верхней части разреза скважиной № 18 вскрыта слабоминерализованная гидрокарбонатная магниевые-кальциевые слабощелочная вода.

Согласно критериям “Классификация минеральных вод и лечебных грязей для целей сертификации” (МУ МЗ РФ № 2000/34) по минерализации и основному ионно-солевому составу относится к минеральной питьевой столовой.

В пределах Дикоозерского месторождения скважиной № 12 вскрыты минеральные лечебные воды, обогащенные радоном с концентрацией до 100 нКи/дм<sup>3</sup>, являющиеся гидроминеральной базой санатория “Туманный”. Подземная вода, каптируемая скважиной № 12, относится к слабоминерализованной среднерадоновой сульфатно-гидрокарбонатной натриево-магниевое-кальциевой слабощелочной. По составу и свойствам, согласно критериям “Классификация минеральных вод и лечебных грязей для целей сертификации” (МУ МЗ РФ № 2000/34) обособляется как Кисегачский тип [1].

На территории Хакасии, наряду с холодными минеральными водами, так же выявлены термальные воды. В пределах Таштыпского района республики находится месторождение “Абаканский термальный ключ”. Подземная вода источника относится к термальной слабоминерализованной кремнистой хлоридно-гидрокарбонатной натриево-кальциевой со слабощелочной реакцией. Она может использоваться как для бальнеолечения, так и в качестве лечебно-столовой при благополучном санитарно-микробиологическом состоянии.

Таким образом, лечебные подземные воды Хакасии по степени минерализации и химическому составу разнообразны. Здесь развиты пресные и соленоватые гидрокарбонатные и сульфатные воды различного катионного состава, соленые хлоридные натриевые воды и рассолы, бромные, радоновые, а также кремнистые термальные минеральные воды.

#### Литература

1. Джабарова Н.К., Яковленко Э.С., Тронева Т.М. и др. Курортно-рекреационный потенциал Восточной Сибири / Под ред. Е.Ф. Ливицкого – Томск: Печатная мануфактура, 2005. – С. 110–129.
2. Покровский Д.С., Дутова Е.М., Булатов А.А., Кузеванов К.И. Подземные воды республики Хакасия и водоснабжение населения / Под ред. Д.С. Покровского. – Томск: Изд-во НТЛ, 2001. – С. 28–40.
3. ГОСТ 13273-88 «Воды минеральные, питьевые, лечебные и лечебно-столовые» – М.: Изд-во стандартов, 1994. – с. 4–10.

### ИЗМЕНЕНИЕ СОСТАВА ПОДЗЕМНЫХ ВОД В РЕЖИМНЫХ СКВАЖИНАХ НА ТЕРРИТОРИИ ЮГА КУЗБАССА

Е.В. Домрочева

Научный руководитель профессор С.Л. Шварцев

*Томский филиал Института нефтегазовой геологии и геофизики СО РАН, г. Томск, Россия*

Юг Кузбасса в настоящее время привлекает внимание как крупнейшая сырьевая база для добычи метана из угольных пластов. Одним из перспективных районов в бассейне является Ерунаковский [1]. Планируемая добыча требует детального исследования не только тектоники, но и многих других параметров, в том числе гидрогеохимических, изученность которых крайне слаба. Кроме этого, серьезным препятствием для достижения поставленной цели является отсутствие достаточного количества гидрогеологических наблюдений.

В последние годы Томским филиалом ИНГГ СО РАН ведутся работы по проведению мониторинговых исследований на территории Ерунаковского района [2]. В настоящей статье приводятся исследования, проводимые в 2004-2006 годах по наблюдениям в 3<sup>х</sup> скважинах – 1, 2 и 3.

Следует отметить, что режимных данных мало особенно по скважине 3, а отбор проб производился только в летний и осенний периоды года. Скважины 1 и 2 находятся друг от друга на расстоянии порядка 20 м, имеют разную глубину (950 м и 640 м соответственно); они, скорее всего, гидравлически связаны. Все это накладывает отпечаток на результаты проведенного мониторинга.

Во время проведения мониторинга химического состава подземных вод было отобрано 13 проб (табл.). В полевых условиях определялись быстро изменяющиеся характеристики: рН,  $t_{\text{возд.}}$ ,  $t_{\text{воды}}$ , Eh, CO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, NH<sub>4</sub>, Fe<sup>3+</sup>, Fe<sub>общ.</sub>. Для лабораторных определений нами отбирались пробы на: основные макрокомпоненты, фульво- и гуминовые кислоты, окисляемость, биогенные вещества, микрокомпоненты, микроорганизмы и др.

Анализ изменения химического состава во времени в режимных скважинах показал, что макрокомпоненты в водах ведут себя по-разному. Содержание SO<sub>4</sub>, Ca, Mg практически не изменяется; Na, K и Cl уменьшаются. Общая минерализация вод также уменьшается: например, в скважине 1 с 7,8 до 5,8 г/л; в 2 с 3,4 до 1,7 г/л и в 3 с 2,8 до 1,7 г/л (рис.). Значения же рН наоборот закономерно растут. Подобное наблюдается и в скважине 2. Исключение составляет скважина 3.

Такое изменение значений минерализации противоречит обычному характеру ее распределения. Объяснение подобному факту мы находим в химическом составе опробованных вод. Это гидрокарбонатные натриевые воды содового типа, щелочные иногда с высоким содержанием хлора. Именно содержания хлора в самом начале опробования являются основным источником резкого увеличения минерализации, а также уменьшения ее

Таблица  
Общая минерализация, содержание главных ионов в подземных водах мг/л и рН в скважинах на территории Ерунаковского района

№ п/п	ОЖ, мг-э/л	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>	ПОК, мг О/л	Общая минерализация	рН
Скважина 1											
1	1,48	14	9,36	2400	440	3270	5,4	1714	9,76	7824	9,2
2	1,1	18	2,44	1700	117	3455	1,0	751,2	3,92	6044	8,4
3	1,5	20	6,1	1600	110	3440	1,0	628,3	5,12	5805	8,5
4	1,0	18	1,22	1575	90	3800	1,0	255,6	5,12	5885	8,9
Скважина 2											
5	1,0	12	4,8	980	180	1196	3,5	1109	7,68	3465	8,1
6	1,1	13	4,2	1000	190	1171	3,5	940,8	6,04	3322	8,1
7	0,25	5	0,5	575	95	1257	5,4	248,5	1,76	1927	9,1
8	0,3	2	2,4	370	20	1586	0,5	61,34	2,00	2042	8,7
9	0,5	6	2,44	484	14	1200	1,0	36,21	4,56	1780	8,9
10	0,3	5	0,61	490	13,5	1150	1,0	46,9	1,68	1760	9,4
11	0,4	4	2,44	460	11	1070	1,0	23,4	2,56	1716	8,9
Скважина 3											
12	2,60	30	13,2	715	200	1440	2,2	436,6	3,60	2837	8,8
13	2,0	22	10,98	425	22	1130	1,0	80	1,36	1691	8,3

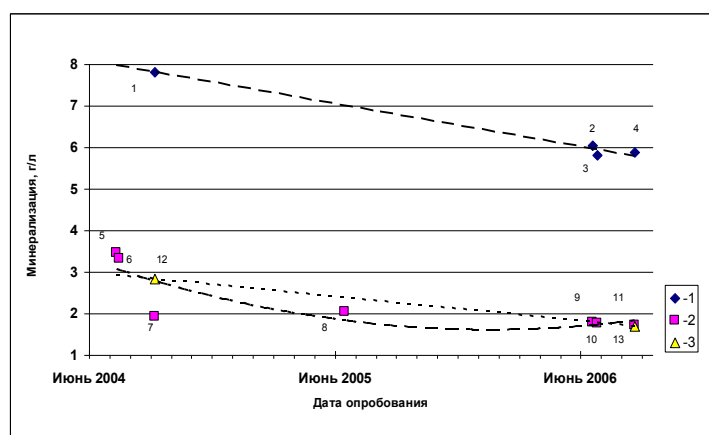


Рис. Зависимость общей минерализации воды в скважинах 1, 2, 3 от времени.

с глубиной. Например, максимальное значение хлора отмечено в скважине 2 (проба №5, табл.) и составляет 1,1 г/л, что соответствует содержаниям до 34% от суммы анионов в конкретном анализе. Затем содержание хлора падает и при дальнейшем опробовании остается достаточно постоянными от 23 до 80 мг/л, характеризую типичные по составу подземные воды замедленного водообмена. Такая же зависимость хлора от глубины наблюдается и в остальных скважинах. В природе высокие содержания хлора чаще всего приурочены к зоне континентального засоления, но в этом случае оно сопровождается еще и высокими значениями сульфат-иона. Однако, как видно из приведенных данных, содержания последнего минимальны и изменяются только от 1,0, реже 0,5 до 5,4 мг/л (табл.). Поэтому сделан вывод, что хлор имеет техногенное происхождение. И действительно, как оказалось, при бурении скважин (бурение, проведение перфорации), было использовано > 20т КСl. При последующих опробованиях состав воды во всех трех опробуемых скважинах постоянен и характеризует химический состав типичный для содовых вод.

Следовательно, проведенный мониторинг показал, что все скважины откачивают воду из зоны замедленного водообмена, в которой развиты соленоватые воды с повышенным значением рН. Влияния каких-либо других типов вод не установлено.

#### Литература

1. Карасевич А.М., Хрюкин В.Т., Зимаков Б.М. и др. Кузнецкий бассейн – крупнейшая сырьевая база промышленной добычи метана из угольных пластов. – М.: Изд-во Академии горных наук, 2001. – 64 с.

2. 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. вып. 47. – №7, – С. 878 – 889.

## ФОРМИРОВАНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПОДЗЕМНЫХ ВОД НОВОШАХТИНСКОГО РАЙОНА

Н.А. Дробнева

Научный руководитель профессор А.И. Гавришин  
Южно-Российский государственный технический университет (НПИ),  
г. Новочеркасск, Россия

В формировании химического состава природных вод Новошахтинского района мощное воздействие оказывает горнодобывающая деятельность: сооружение шахт и процесс добычи полезного ископаемого.

Для изучения закономерностей состава грунтовых вод изучаемого района были систематизированы и обобщены 108 анализов химического состава подземных вод каменноугольных отложений, которые представлены свитами  $C^1_2-C^7_2$ . Повсеместное распространение получили свиты  $C^4_2$  и  $C^5_2$ .

Свита  $C^4_2$  литологически представлена сланцами глинистыми и песчаными, песчаниками и известняками с угольными пластами. Преобладающее значение имеют сланцы (до 70%).

Свита  $C^5_2$  на исследуемой площади изучена от известняка  $K_6$  до известняка  $K_1$  мощностью 560м. Отложения представлены переслаивающимися глинистыми и песчаными сланцами и песчаниками с прослоями известняков и углей.

Статистические параметры распределения компонентов химического состава этих вод приведены в таблице 1.

Таблица 1

Химический состав подземных вод каменноугольных отложений Новошахтинского района (мг/л)

Показатели	$\bar{X}$	Me	$X_{\min}$	$X_{\max}$	S
pH	7	7	6	8	0,3
HCO <sub>3</sub>	372	366	134	744	111
SO <sub>4</sub>	677	584	52	4200	517
Cl	110	60	17	1300	119
Ca	165	148	30	525	83
Mg	65	58	12	231	37
Na	246	207	2	1232	188
M	1565	1400	356	6520	935

Примечание: во всех таблицах:  $\bar{X}$  – среднее арифметическое, Me – медиана,  $X_{\min}$  – минимальное значение,  $X_{\max}$  – максимальное значение, S – среднее квадратичное (стандартное) отклонение, M – минерализация.

Воды каменноугольных отложений на указанной территории отличаются изменчивостью состава: минерализация колеблется от 0,3 до 6,5 г/л, содержание сульфатов изменяется в широких пределах от 52,7 мг/л до 4,2 г/л, содержание хлор-иона изменяется от 17,5 мг/л до 1,3 г/л. Высокая неоднородность содержаний всех компонентов и их распределения не соответствует нормальной модели.

Средний химический состав подземных вод изучаемого района приведен в таблице 2.

Таблица 2

Средний химический состав подземных вод каменноугольных отложений Новошахтинского района (мг/л)

	pH	HCO <sub>3</sub>	SO <sub>4</sub>	Cl	Ca	Mg	Na	M
Новошахтинск	7,2	361,4	573,9	100,0	153,8	57,6	208,7	1565

Во всем Донском бассейне фиксируется два основных типа гидрогеохимической зональности [1]. Первый тип – прямая зональность, характеризуется переходом от гидрокарбонатных кальциевых вод к хлоридным натриевым повышенной минерализации, второй тип связан с формированием содовых вод – хлоридно-гидрокарбонатного натриевого состава [1,4].

С помощью применения G-метода классификации многомерных наблюдений были выделены 19 одно-родных гидрогеохимических видов подземных вод (табл. 3) каменноугольных отложений Новошахтинского района.

Выделенные однородные гидрогеохимические виды были разделены на три варианта (табл. 3). К первому варианту были отнесены воды невысокой минерализации гидрокарбонатного натриевого состава; это грунтовые воды, не подвергшиеся антропогенному воздействию. В первом варианте минерализация вод изменяется от 398 мг/л до 1,2 г/л, содержание сульфат-иона увеличивается от 86 до 456 мг/л.

Ко второму варианту относятся воды, минерализация которых больше чем в первом (изменяется от 1,3 до 1,8 г/л); они имеют в основном гидрокарбонатно-сульфатный кальциевый, иногда натриевый состав. Это воды, подвергающиеся влиянию шахтных вод, с большим содержанием сульфат-иона до 0,8 г/л, содержание хлора здесь изменяется от 580 до 820 мг/л.

Третий вариант – воды хлоридно-сульфатного натриевого состава, практически шахтные воды; они обладают высокой минерализацией, до 5-6 г/л, содержание сульфат-иона достигает 4,2 г/л, содержание Na увеличивается до 1,3 г/л, по сравнению с первым вариантом, где оно достигало 39 мг/л.

Анализ закономерностей формирования химического состава подземных вод, отобранных из источников и колодцев, позволил сделать следующие выводы. Воды района отличаются неоднородностью и изменяются от гидрокарбонатных невысокой минерализации до хлоридно-сульфатных большей минерализации, заметно увеличивается содержание в пробах сульфатов и хлоридов. Изменчивость состава подземных вод в трёх вариантах приведено в таблице 3.

Таблица 3

*Состав гидрогеохимических видов подземных вод каменноугольных отложений Новошахтинского района (мг/л)*

Вариант	Вид	1 pH	2 HCO <sub>3</sub>	3 SO <sub>4</sub>	4 Cl	5 Ca	6 Mg	7 Na	8 M
1	1.12	7.2	242	86	33	75	18	39	398
	1.14	7.6	219	349	51	72	47	91	776
	1.10	7.0	232	21	37	83	24	89	613
	1.02	7.1	335	298	45	103	37	121	829
	1.04	7.5	359	270	54	150	51	42	865
	1.15	7.1	392	187	123	100	26	169	855
	1.07	7.0	350	348	177	158	58	140	1100
	1.05	8.0	337	504	42	145	46	164	1080
	1.03	7.0	323	483	103	135	47	188	1180
	1.08	7.1	439	456	53	87	52	233	1210
2	1.17	7.3	393	580	94	216	61	134	1390
	1.01	7.3	368	700	47	141	63	238	1470
	1.11	7.0	541	613	107	125	58	349	1550
	1.13	7.3	236	819	78	283	76	116	1710
	1.09	7.1	365	678	174	207	73	226	1720
	1.16	6.1	370	820	107	160	70	317	1810
3	1.06	7.2	378	1050	92	177	86	362	2070
	2.01	7.1	583	989	343	203	87	556	2590
	3.01	7.0	404	1460	140	303	115	391	2810
	A.1	7.2	457	1230	460	295	125	506	3082
	A.2	7.0	744	1390	1300	206	231	1156	5588
	A.3	6.0	134	4200	70	445	122	1370	6520

Приведенные данные свидетельствуют о том, что грунтовые воды существенно увеличили минерализацию в основном за счет роста содержания SO<sub>4</sub> и Na. Этот факт свидетельствует о том, что разработка угольных шахт привела к формированию минерализованных сульфатных кальциево-натриевых вод, которые распространяются по потокам подземных вод [2,3].

Таким образом, функционирование угольных шахт в Новошахтинском районе, а также во всем Восточном Донбассе, привело к усилению антропогенного воздействия на окружающую среду: интенсивному загрязнению подземных вод.

#### Литература

1. Гавришин А.И., Дробнева Н.А. Геохимическая зональность подземных вод каменноугольных отложений в Восточном Донбассе. – Новочеркасск. 2009. – 111 с.

2. Гавришин А.И., Дробнева Н.А. Влияние функционирования и ликвидации угольных шахт на химический состав природных вод в Восточном Донбассе. – Новочеркасск. 2009. – 43 с.
3. Гавришин А.И., Дробнева Н.А. Особенности химического состава подземных вод в Гуково-Зверевском угленосном районе Восточного Донбасса. – Новочеркасск. 2009. – 32 с.
4. Гавришин А.И., Корадини А. Формирование химического состава шахтных вод Восточного Донбасса. – Новочеркасск, 2003. – 188 с.

## ХАРАКТЕРИСТИКА ГРАНСОСТАВА ПЕСКОВ ЦЕНТРАЛЬНОГО ПРИОБЬЯ С ЦЕЛЬЮ ПРОГНОЗА ИХ СУФФОЗИОННЫХ СВОЙСТВ.

В.Ю. Жабин

Научный руководитель доцент П.П. Ипатов

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

Под суффозией понимают вымывание водой из породы мелких частиц. Для более полной ее характеристики наиболее приемлем термин, под которым понимается процесс химического и физико-химического воздействия фильтрационного потока на породы, в результате чего происходит перегруппировка гранулометрического состава и вынос подземными водами мелкозернистых и пылеватых частиц, а на поверхности и в глубине массива образуются различные формы соответствующего рельефа (воронки, тоннели и т.п.).

В результате гидравлической связи водоносных горизонтов с паводковыми водами в результате резкого снижения уровня воды в реке градиент напора фильтрационного потока достигает величины достаточной для выноса частиц из водовмещающих песков приконтактной зоны. В результате этого над суглинками образуются ниши и пустоты различных размеров (до 1 м), дальнейший рост которых приводит к ослаблению основания склона и обрушению вышележащих пород. Для предупреждения опасного влияния этого процесса нужно давать прогноз изменения инженерно-геологических условий, который должен быть обязательной составной частью любых инженерно-геологических исследований.

Как показывают исследования ученых, значение гранулометрического состава песчаных пород в оценке суффозионных свойств и явлений заключается в том, что он определяет, по существу, возможность проявления суффозии. Такой вывод базируется на теоретической предпосылке, что вынос частиц током фильтрующейся воды из грунта будет отсутствовать, если минимальный размер их  $d_n$  окажется больше или равен размеру фильтрационного хода  $d_n$ .

Тесная связь размера и сортировки частиц с наличием или отсутствием их выноса из грунтов, проверенная экспериментально Е.А. Лубочковым позволила разработать количественные критерии оценки суффозионных грунтов в графической форме. Существуют еще и качественные оценки возможности проявления суффозионных явлений.

Оценка суффозионных свойств песчаных пород проводилась нами по методу В.С. Истоминой. Этот метод является примером качественной оценки возможности проявления суффозионных свойств. В нем показано, что в песчаных грунтах с коэффициентом неоднородности  $k_d \leq 10$  и градиентах потока не более 2,5-3 суффозия не проявляется.

Песок пылеватый является сильно суффозионным, изменение величины суффозионности колеблется в пределах 9-20,5%, но преобладающими являются значения 10-15%. Высокую суффозионность пылеватых песков можно объяснить неоднородностью и плохой сортировкой.

Суффозионность мелкозернистых песков значительно отличается от суффозионности пылеватых песков. Колебание значений суффозионности находится в пределах 1-16%, т.е. являются суффозионными и слабо-суффозионными (т.е. имеют переменную суффозионность).

Суффозионность песков средней крупности еще больше отличается от суффозионности пылеватых песков. Колебание значений суффозионности находится в пределах 2-18%, то есть пески средние имеют также переменную суффозионность, являются суффозионными и слабо-суффозионными. Это объясняется тем, что пойменные фации второй надпойменной террасы сформировались большей частью в период межледниковый, в обстановке потепления климата. Для них характерен песчаный или опесчаненный состав с постоянным преобладанием песчаных и особенно грубопесчаных фракций.

Анализ полученных данных показывает, что разная обстановка формирования различных стратиграфо-генетических комплексов нашла отражение в разной степени их суффозионности. Среди инженерно-геологических типов сильносуффозионным является песок пылеватый. Суффозионными и сильносуффозионными являются пески мелкие, а слабо-суффозионными пески средние.

Для различных инженерно-геологических типов процент и размеры выносимых фракций будут различны. Так, размеры выносимых фракций для песков пылеватых колеблются в пределах 0,03-0,3 мм, преобладают фракции, имеющие размеры 0,08-0,09 мм. Для песков мелких размер выносимых частиц равен 0,11-0,39 мм, преобладают частицы размером 0,17-0,18 мм. В песках средних выносятся частицы размером 0,25-0,33 мм, преобладают частицы размером 0,27-0,28 мм.

Разная обстановка формирования этих отложений находит отражение в разной степени их суффозионности. Среднечетвертичные водно-ледниковые отложения представлены в основном песками различных типов с разными значениями их медианных диаметров и коэффициентов неоднородности. Наличие разнозернистых плохо отсортированных песков обуславливает их сильную суффозионность.

Описав таким образом все инженерно-геологические типы различных по генезису песчаных пород можно сделать вывод, что аллювиально-озерные отложения в отличие от аллювиальных характеризуется более глинистым составом отложений и, следовательно, суффозионные процессы будут чаще возникать в аллювиальных отложениях где наблюдается наиболее песчаный состав.

Среди различных стратиграфо-генетических комплексов наиболее неустойчивыми к процессам суффозии являются отложения второй надпойменной террасы, имеющие преимущественно неоднородный, плохо отсортированный песчаный состав осадков. Отложения поймы также являются суффозионно неустойчивыми. Отложения первой надпойменной террасы имеют переменную суффозионность, т.е. в них может проявляться суффозия при определенных гидравлических условиях и при определенном механическом составе осадков. Отложения третьей надпойменной террасы являются преимущественно суффозионно неустойчивыми, но при наличии глинистого состава отложений в них могут не проявляться процессы суффозии. В таком случае эти отложения будут иметь переменную устойчивость к суффозионным процессам.

Суффозионные процессы на данной территории развиты сравнительно слабо, несмотря на потенциальную возможность их проявления. Объясняется это тем, что в песчаных грунтах наряду с прогрессирующей суффозией во многих случаях протекает, по-видимому, «местная» суффозия, при которой вынос мелких частиц идет только из поверхностного слоя, не распространяясь на глубину. Кроме того, слабое проявление суффозионных процессов обусловлено также небольшим количеством «заполнителя» в песках, представленным в большинстве случаев тонкопылеватыми и глинистыми частицами. Это замедляет темп развития суффозионных процессов и делает их внешне слабовыраженными.

Проведенные нами исследования позволили наметить основные пути и методики инженерно-геологического изучения песчаных пород. При оценке суффозионности песчаных пород нет необходимости прибегать к сложным экспериментальным и полевым опытным исследованиям. Выявленная тесная связь суффозионности песчаных пород с их гранулометрическим составом позволяет надежно использовать эти данные для такой оценки. Обработку данных по гранулометрическому составу следует заканчивать не составлением таблиц, а вычислением гранулометрических коэффициентов, которые можно использовать для оценки других свойств – суффозионности, фильтрации и т.д.

#### Литература

1. Архипов С.А. Четвертичный период в Западной Сибири. Новосибирск: Наука, 1971. – 332 с.
2. Бочков Н.М. Механическая суффозия грунта. М.: Энергия, 1936. – 32 с.
3. Геология СССР. – М.: Недра, 1964. – Т.4. – 520 с.
4. Дементьева О.В. Изучение зависимости физико-механических свойств от структурных особенностей песчаных зерен: Автореферат. дис. канд. геол.-минер. наук. – М.; 1983. – 23 с.
5. Истомина В.С. Фильтрационная устойчивость грунтов. – М.: Госстройиздат, 1957. – 120 с.
6. Кондратьев В.К. Фильтрация и механическая суффозия в несвязных грунтах. Симферополь, 1958. – 115 с.
7. Лубочков Е.А. Несуффозионные несвязные грунты // Известия ВНИИ гидротехники имени Веденеева. 1962. – Т.1. – С.73 – 79.
8. Лубочков Е.А. Использование графического метода для оценки суффозионных несвязных грунтов // Гидротехническое строительство. 1966. – № 5. – с. 22 – 45.
9. Сергеев Е.М. Инженерная геология – наука о геологической среде // Инж. геол. 1979. – № 1. – С. 3 – 19.
10. Фадеев П.И. Методические рекомендации по изучению и использованию гранулометрии песчаных пород в инженерно-геологических целях. – Изд. МГУ, 1974. – 112 с.
11. Шванов В.Н. Песчаные породы и методы их изучения. – Л.: Недра, 1969. – 248 с.

### ЖЕЛЕЗО В ПРЕСНЫХ ПОДЗЕМНЫХ ВОДАХ БАКЧАРСКОГО РАЙОНА (ТОМСКАЯ ОБЛАСТЬ)

И.С. Иванова

Научный руководитель профессор С.Л. Шварцев

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

Пресные подземные воды Томской области, используемые населением для питьевого назначения, богаты железом, источники которого до конца не изучены. Почти повсеместно, начиная с 100-200 м, воды содержат от единиц до десятков миллиграмм на литр железа общего [2]. В этой связи были отобраны 10 проб подземных вод из действующих скважин в Бакчарском районе (рис. 1). В каждой точке гидрогеохимического опробования определены параметры среды Eh, pH, T, Fe<sup>2+</sup> и Fe<sup>3+</sup>. Исследования макрокомпонентного и микрокомпонентного составов воды (табл.) проводились в «Проблемной научно-исследовательской гидрогеохимической лаборатории» (ТПУ).

Район исследований представляет равнинную сильно заболоченную территорию, сложенную сверху неоген четвертичными отложениями мощностью до 350м. Самый верх разреза этих отложений на большей части территории представлен слоями торфа мощностью до 6-8м. Ниже неоген-четвертичных отложений залегают песчано-глинистые осадки палеогена мощностью 200-400м, подстилаемые, в свою очередь, отложениями верхнего мела мощностью до 600 м.

В пределах этой толщи развиты два водоносных комплекса: эоцен-четвертичный и эоцен-верхнемеловой, разделенные на большей части территории мощным водоупором, представленным эоценовыми

глинами. Каждый водоносный комплекс делится на несколько горизонтов. Все, кроме первого водоносного горизонта, содержат напорные воды.



Рис. 1. Схема отбора подземных пресных вод:  
1 – Бакчарское железорудное месторождение; 2 – точки отбора проб подземных вод

Это воды в основном палеогеновых, редко неоген-четвертичных (верхний горизонт) и верхнемеловых отложений (нижний горизонт). Глубина отбора от 20 до 175 м. По химическому составу подземные воды являются гидрокарбонатными кальциевыми натриевыми, пресными с минерализацией в основном менее 1 г/л, нейтральными и слабощелочными (рН от 7,3 до 9,2). Геохимическая среда восстановительная, Eh изменяется от -10 до -150 мВ.

Таблица

Химический состав подземных питьевых вод Бакчарского района

N пробы	Общая минерализация ( $\Sigma$ ) и химические компоненты, мг/л																	
	pH	Eh, mV	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	$\Sigma$	Fe <sub>общ</sub>	Fe <sup>2+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	PO <sub>4</sub>	SiO <sub>2</sub>	C <sub>орг.</sub> мг/л
ПДК <sub>х-п</sub>	6,5-9			500	350			200			0,3		2,5	3,3	45	3,5		7
1	7,3	-046	634,0	11,3	22,4	116,0	35,4	65,0	2,2	886,0	2,4	2,1	2,7	0,1	<0,5	0,6	23,4	3,8
2	7,6	-010	403,0	2,6	0,56	94,0	15,9	9,5	1,2	527,0	4,1	3,8	1,4	<0,03	2,0	0,3	17,4	2,1
3	9,2	-150	390,0	9,7	59,3	2,0	2,4	225	1,4	726,0	4,3	4,0	1,4	0,03	5,7	0,6	8,6	1,0
4	7,8	-066	488,0	2,2	7,5	102,0	22,0	18	1,6	641,0	6,3	6,0	1,7	0,01	1,7	0,1	24,2	2,5
5	7,7	-028	634,0	2,1	1,7	112,0	23,2	60	2,0	835,0	2,3	2,0	2,2	<0,03	1,6	0,3	19,3	3,7
6	7,6	-037	744,0	2,4	51,1	126,0	40,3	95	2,7	1062,0	2,3	2,1	5,3	0,01	5,3	0,1	21,6	3,7
7	7,7	-079	415,0	2,1	4,0	102,0	8,5	28	1,6	561,0	2,7	2,4	2,7	0,01	1,6	0,2	29,4	4,6
8	7,6	-038	492,0	<2,0	0,8	114,0	19,5	15	1,2	643,0	2,3	2,0	1,1	0,01	1,4	0,3	27,6	3,0
9	8,2	-098	305,0	2,1	1,8	82,0	11,0	7,5	0,9	410,0	7,5	6,0	2,5	0,01	1,44	0,2	17,8	2,8
10	7,8	-032	525,0	2,2	0,9	112,0	22,0	30	1,2	693,0	5,3	5,0	2,1	0,01	1,4	0,4	29,4	4,6

Концентрация органического вещества изменяется от 1,0 мг/л до 4,6 мг/л.

Из результатов химического анализа видно, что в подземных водах содержания компонентов в единичных случаях превышают ПДК<sub>х-п</sub> по рН (проба №3), по азоту аммонийному (проба №6). Как известно, азот аммонийный является показателем органического загрязнения. Концентрация железа превышает ПДК<sub>х-п</sub> во всех исследуемых пробах в десятки раз. Таким образом, качество воды, используемой для питья, практически соот-



ветствует нормативным требованиям основных показателей, но требует очистки на станции обезжелезивания и санитарной подготовки.

Во всех водах наблюдаются повышенные концентрации суммарного железа. В основном представлено двухвалентное железо (80-90%). Это обусловлено отрицательными Eh, то есть восстановительной средой. Минимальное содержание железа равно 2,3 мг/л, максимальное его содержание 7,5 мг/л, средняя концентрация железа составляет 3,95 мг/л. Зависимость распределения  $Fe^{2+}$  (а) и Fe общего (б) от органических соединений показано на рисунке 2. Из рисунка видно, что с увеличением органических соединений уменьшается содержание железа как общего, так и двухвалентного.

Поскольку, накопление в подземных водах элементов с переменной валентностью, в том числе и железа, контролируется геохимической обстановкой, то есть зональностью окислительно-восстановительных и кислотно-щелочных свойств среды, степень насыщенности подземных вод основным окислителем – кислородом и основным восстановителем – органическим веществом зависит от геолого-структурных, литологических условий. Следовательно, неравномерное распределение железа в подземных водах связано с изменчивостью этих условий [3].

Принято считать, что главным источником железа выступают его основные минералы: сульфиды, окислы и карбонаты. А.М. Овчинников в 1963 г, описывая генезис железистых минеральных вод, пришел к выводу, что основным источником Fe при наличии  $O_2$  служит пирит, при отсутствии  $O_2$  – сидерит [1]. Разработанные 40-50 лет назад схемы формирования железосодержащих вод в основном сохранились, хотя очевидно, что

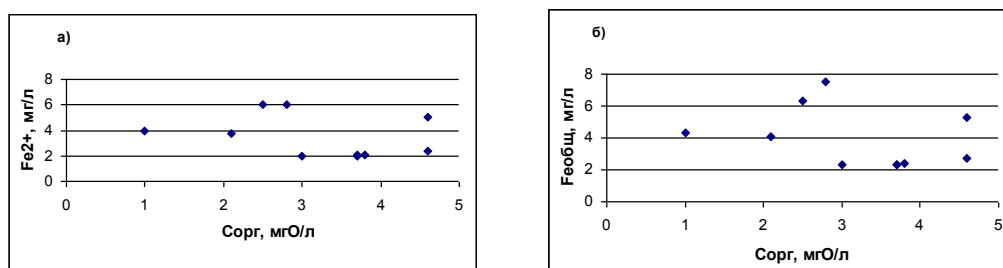


Рис. 2. Зависимость распределения  $Fe^{2+}$  (а) и Fe общего (б) от органических соединений

они не соответствуют фактически наблюдаемым данным. Данные источники Fe в водах и процессы его мобилизации в природе имеют место, но они формируют локальное явление и не приводят к формированию целых провинций, в которых практически повсеместно (на той или иной глубине) развиты железистые воды. Имеется более региональный и более естественный механизм мобилизации железа - это растворение алюмосиликатов водой, который описывает в своих работах С.Л. Шварцев.

#### Литература

1. Овчинников А.М. Минеральные воды. Изд. 2-е, испр и доп. М.: Гостехиздат, 1963. – 375 с.
2. Шварцев С.Л. Геологическая эволюция и самоорганизация системы вода-порода, Т. 2: Система вода-порода в условиях зоны гипергенеза, издательство СО РАН, 2007. – 389 с.
3. П.А. Удодов, Н.А. Ермашова. Железистые воды юго-востока Западно-Сибирского артезианского бассейна //Геология, гидрогеология и инженерная геология Западной Сибири, Издательство: Тюменский индустриальный институт им. Ленинского комсомола, Тюмень, 1982 г. С. 3 – 10.

### ИНЖЕНЕРНО–ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ Г. УФЫ

К.К. Ислибаева

Научный руководитель доцент С.Ф. Бабаева

Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

Город Уфа расположен на Бельско-Уфимской водораздельной территории, где развита эрозия грунтов, карстово-суффозионный, оползневой процессы, затопление и особенно подтопление ряда его микрорайонов в пониженных участках и на склонах речных долин. Помимо этих процессов в пределах городских территорий геологическая среда подвергается и мощному техногенному воздействию. Это воздействие является интенсивным и постоянным ввиду того, что в пределах городских агломераций концентрируются и развиваются различные отрасли промышленности, гражданского, транспортного и других видов строительства. Здесь, наряду с изменением минерализации и химического состава подземных вод, происходит подтопление застроенных территорий, вызванное утечками воды (и стоков) из различных водонесущих коммуникаций. При этом формируются техногенные водоносные горизонты со сложным химическим составом воды [1].

Бельско-Уфимская водораздельная равнина расчленена овражной сетью эрозионно-карстового происхождения, а также долинами рек Сутолоки (южная часть города) и Шугуровки (северная), протекающих почти параллельно реке Белой и реке Уфе с севера на юг.

Р. Шугуровка, правый приток р. Уфы, имеет длину 15 км, площадь водосбора 95 км<sup>2</sup>, среднемноголетний расход 0,54 м<sup>3</sup>/с (максимальный – 43, а минимальный – 0,22). Она является накопителем сточных вод химических, нефтехимических и других предприятий северной части города. Качество воды р. Шугуровка в значительной степени определяет качество воды «Южного» водозабора г. Уфы, расположенного в 25 км ниже впадения ее в р. Уфу. Минерализация воды р. Шугуровка в устье колеблется в течении года от 0,63 до 1,01 г/л. Состав воды сульфатно-хлоридный, сульфатно-хлоридно-гидрокарбонатный, хлоридно-гидрокарбонатно-сульфатный, натриево-кальциевый и магниевый-кальциевый. Содержание органических веществ и различных металлов многократно превышает предельно допустимые концентрации их для открытых источников [2].

Р. Сутолока приурочена к одноименной синклинали, долина ее в низовье имеет ширину до 2,5 км. Длина реки 8 км, площадь водосбора 33 км<sup>2</sup>, средний многолетний расход 0,16 м<sup>3</sup>/с. Питание происходит родниковым стоком (около 15 источников) и сточными водами, сбрасываемыми промышленными и коммунальными предприятиями. Химический состав воды реки гидрокарбонатно-сульфатный, сульфатно-гидрокарбонатный натриево-кальциевый и кальциевый, а минерализация – 0,58-1,05 г/л. Река сильно загрязнена различными минеральными и органическими веществами.

Питание всех водоносных горизонтов происходит путем инфильтрации атмосферных осадков. Кроме атмосферных осадков, в последние десятилетия (в связи с появлением водопровода, канализации и пр.) значительную роль в пополнении запасов подземных вод, особенно первого от поверхности неоген-четвертичного водоносного горизонта грунтового типа, стали играть утечки из водопроводной и канализационной сетей, технологических установок, прудов-накопителей, биологических прудов и прочих емкостей. Обычно на месте утечек наблюдается подъем уровня грунтовых вод. При длительном сохранении утечек отмечается тенденция к дальнейшему повышению уровня (до 10 м), формированию купола растекания и в целом образованию техногенного водоносного горизонта [3].

В последнее десятилетие, в связи с освоением пойменных территорий в долинах рек Белой и Уфы под строительство (м/р «Сипайлово», «Затон-Восточный» и др.), возрос интерес к проблемам затопления. Реки, омывающие территорию города, относятся к типу свободно меандрирующих. Обширные поймы имеются в основном на левобережьях рек. Поймы изобилуют многочисленными озерами старичного происхождения и карстовыми формами рельефа. Пойма полностью затапливается при уровнях 10% обеспеченности, а при 1% обеспеченности затапливается первая и частично вторая надпойменные террасы. За период наблюдений с 1878 г. наивысшее половодье было в 1882г., уровень р. Белой у современного моста Уфа – Оренбург отмечался (12 мая) на абсолютной отметке 92,59 м, а в 1979 г. наивысший уровень половодья зафиксирован на отметке 92,28 м.

Процесс затопления играет большую роль в развитии опасных геологических процессов: происходит размыв берегов, активизация эрозионных и карстово-суффозионных процессов. Велика роль затопления также в экологическом плане. Наблюдается смыв накопившихся нечистот с садовых участков, полей фильтрации, удобрений и пестицидов с сельскохозяйственных территорий и пр.

Проблема подтопления города встала за последние 20-30 лет в связи с интенсивной застройкой междуречья. Прогрессирующее подтопление междуречья Уфы и Белой подтверждается данными постоянно возрастающего затопления подвалов, жилых домов и зданий, а также данными режимных наблюдений за уровнем подземных вод. Подтопление является следствием нарушения естественного водного баланса поверхностных и техногенных факторов. Подтопление, вызванное природными факторами, связано с многолетней цикличностью изменения уровня подземных вод. Поэтому его основной чертой является чередование лет с высоким положением уровней, вызванных повышенной водностью, с годами с низким положением уровней подземных вод. Повидимому, на периодичность колебания уровня подземных вод оказывает влияние и цикличность солнечной активности.

Территория г. Уфы характеризуется широким развитием карстовых явлений. Карст связан с гипсами кунгурского яруса, значительно меньше – с известняками, доломитами и загипсованными песчаниками соликамского горизонта. Интенсивность карста на территории города зависит от ряда факторов: степени перекрытости карстующихся пород некарстующимися, положения базиса эрозии современных и палеодолин рек Уфы и Белой, соотношения уровней вод различных водоносных горизонтов, трещиноватости и проницаемости пород, агрессивных свойств фильтрующихся через породы вод, техногенной нагрузки на геологическую среду и пр.

Наиболее активен карст в пределах гипсовых куполовидных поднятий. Классическим примером активного карста является «Уфимский карстовый косогор», представляющий часть правого склона долины р. Белой, площадью около 7 км<sup>2</sup>; на отрезке железной дороги Куйбышев – Челябинск от 1622 до 1627 км. Здесь зафиксировано 250 карстопоявлений на поверхности (36 вор./км<sup>2</sup>), связанных с гипсами кунгура. Коэффициент закарстованности составляет 0,28%. Наиболее поражены карстом выположенные днища оврагов ниже мест поглощения поверхностных водотоков. На склонах оврагов степень пораженности карстом не превышает 0,04-0,5%.

Частота провалов 2-3 случая в год на км<sup>2</sup>. По размеру наиболее крупные провалы произошли в долинных условиях (6,0±0,9 м в диаметре). В тыловом шве р. Белой в основании «Уфимского карстового косогора» среднее значение их достигает даже 15,56 м. На склонах диаметр воронок колеблется от 0,5 до 8,2 м; среднерасчетные в верхней части склона – 2,1±0,1, нижней – 2,3±0,7 м. Карстовый провал аномальных размеров произошел в 1927 г. на «Уфимском карстовом косогоре», когда площадь провала составила 1400 м<sup>2</sup>, глубина 12-14 м (объем воронки 8000 м<sup>3</sup>). На засыпку провала потребовалось 400 вагонов балласта (засыпка проводилась в течение 14 дней). Провалы часто происходят в районе библиотечного техникума, кинотеатра «Луч» (левый склон долины р. Сутолоки), на Цесовской горе (склон долины р. Уфы) и др.

Все существующие поверхностные карстопоявления и вновь образующиеся провалы находятся в определенной зависимости. Установлено, что все современные карстовые провалы образуются вблизи существую-

сих поверхностных карстопроявлений. Чем ближе провалы к воронкам, тем они случаются чаще, а чем дальше, тем реже, и на расстоянии более 250 м от воронок практически не наблюдаются. Эта зависимость использована при районировании территории «Большой Уфы» по степени устойчивости для строительства.

Факторами практической деятельности человека, препятствующими развитию карста, являются:

- 1) ликвидация поверхностных карстопроявлений;
- 2) увеличение мощности водозащитного покрова над карстующимися отложениями;
- 3) создание искусственных водозащитных покрытий на улицах и территориях промышленных предприятий (асфальтирование, бетонирование и др.);
- 4) упорядочение стока атмосферных вод путем создания ливневых коллекторов;
- 5) проведение целенаправленных инженерных противокарстовых мероприятий профилактического плана и ликвидационного тампонажа глубинных форм карста;
- б) содержание в порядке подземных коммуникаций (водопроводной, канализационной, тепловой сетей и т.п.).

Таким образом, в формировании рельефа «Уфимского полуострова», наряду с природными процессами (эрозия, карст и пр.), в последние годы активно участвуют и техногенные (засыпка оврагов, карстовых воронок, озер, намывные участки, возведение дамб, проходка канав и др.). Последние вызвали, в свою очередь, также интенсификацию природных процессов – усиление суффозионно-карстовых и эрозионных явлений, подъем уровня грунтовых вод и как следствие, подтопление отдельных городских территорий.

Процесс взаимодействия города с подземной гидросферой может и должен быть прогнозируемым и управляемым. Для этого необходимо проводить инженерно-экологические изучения территории г. Уфы:

- составить программы борьбы с подтоплением;
- создать сеть пунктов по изучению режима подземных вод и в разработке мер по оценке и прогнозу изменения влажности грунтов и уровней подземных, в том числе, техногенных вод в зонах заложения фундаментов сооружений.

Это позволит:

- своевременно прогнозировать возможные неблагоприятные воздействия вод на существующую застройку и перспективные селитебные территории;
- осуществить необходимые меры защиты от деформаций грунтов и нарушения целостности конструктивных элементов строений;
- сократить затраты на все это во много раз меньше, чем на ликвидацию аварийных ситуаций.

Многие современные исследователи выступают с предложением о создании в г. Уфе координирующего центра всех исследований подземных вод города с получением оптимальных характеристик факторов подтопления, прогноза его возможного развития и связанного с ним оползнеобразования и карстово-суффозионной опасности [1].

#### Литература

1. Абдрахманов Р.Ф., Попов В.Г., Мартин В.И. и др. Карст Башкортостана. Уфа: РА «Информреклама», 2002. – 383 с.
2. Алекин О.А. Основы гидрохимии. Л.: Гидрометеиздат, 1970. – 442 с.
3. Черняева Л.Е., Черняев А.М., Могиленских А.К. Химический состав атмосферных осадков (Урал и Приуралье). Л.: Гидрометеиздат, 1978. – 179 с.

### **ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ «ПЕРЕЛОМНОГО» И «ЮЖНО-ШАВРИНСКОГО» УЧАСТКОВ ВСЕВОЛОДО-ВИЛЬВЕНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ИЗВЕСТНЯКОВ**

**Е. В. Калугина**

Научный руководитель профессор В. Н. Катаев  
*Пермский государственный университет, г. Пермь, Россия*

Всеволодо-Вильвенское месторождение известняков расположено на западном склоне Среднего Урала и административно находится на территории г. Александровска Пермского края. Протяженность месторождения достигает 10 км, ширина – 2,0-2,5 км. Рельеф района месторождения сильно расчленен. Перепады высот в долинах рек и на водораздельных пространствах фиксируются в интервале 90-140 м. Наиболее крупной рекой района является р. Вильва. Речки Восточная Сюрья и Северная Сюрья, принадлежащие к бассейну р. Вильвы, а также впадающие в них крупные лога, расчленяют площадь месторождения на ряд возвышенностей, именуемых горами. В соответствии с этим на месторождении выделяется ряд участков, названных по наименованиям указанных возвышенностей, к числу которых относятся участки Переломный и Южно-Шавринский, на каждом из указанных участков образовались одноимённые техногенные озёра, являющиеся одним из объектов наших исследований.

Геологическое изучение района Всеволодо-Вильвенского месторождения началась в 60-х годах XX века с целью детализации стратиграфии западного склона Урала. Однако гидрогеологические условия месторождения не были достаточно изучены. Практически все отчеты содержат лишь краткие сведения о гидрогеологии, основанные на исследованиях, проведенных много лет назад.

Месторождение известняков приурочено к южному замыканию Всеволодо-Вильвенской антиклинали, узкой сильно вытянутой ассиметричной складки. Она представляет собой аллохтонную часть крупного надвига западного направления. Таким образом, район месторождения располагается на стыке двух крупных геолого-структурных зон Предуральяского краевого прогиба и Западно-Уральской внешней зоны складчатости в области её передовых складок.

Именно сложная тектоническая обстановка месторождения (т.е. наличие морфологически разнообразных, разнопорядковых структур, различная степень проницаемости отложений, особенно карбонатных, в большой степени обусловленная сложной трещинно-карстовой дренажной системой), создает на рассматриваемом участке проблемы однозначного установления гидрогеологического облика.

Карьеры участков Переломный и Южно-Шавринский располагаются в самой южной части Всеволодо-Вильвенского месторождения.

Месторождение слагают карбонатные отложения (чистые известняки с прослоями и пачками окремнённых, доломитизированных известняков), представленные толщами ассельского яруса, тастубского и стерлитамакского горизонтов сакмарского яруса нижней перми. Мощность отдельных слоев колеблется от 0,2 до 4,0 м. Карбонатные породы месторождения обводнены за исключением верхней части разреза, контролируемой глубиной эрозионных врезов. Основным водовмещающим горизонтом служит толща карбонатных пород сакмарского яруса. По составу воды в основном гидрокарбонатные кальциевые, ненасыщенные, с минерализацией 350 мг/дм<sup>3</sup>.

Породы закарстованы как с поверхности (карстовые воронки), так и в массиве (пустоты, трещины, полости). Характерным является крайне невыдержанная мощность поверхностного карста на незначительных расстояниях. Подземный карст вскрыт до глубины 100-200 м от поверхности до абсолютных отметок +80 – +100м, т.е. по отношению и базису эрозии карст относится к поверхностному, т.к. весь массив расположен выше местного базиса эрозии (абс. отм. р. Камы +100м). Во избежание путаницы поверхностный карст – это карст на поверхности карбонатной толщи, а пустоты, полости, каверны, трещины относят к внутреннему карсту. Внутренний карст рассчитывался по участкам Переломный и Южно-Шавринский, коэффициент внутреннего карста составляет 3,78 % [1].



*Рис. Озеро «Переломное» Всеволодо-Вильвенского месторождения известняков*

Участки Переломный и Южно-Шавринский расположены на водоразделе рек Северная Сюрья и Восточная Сюрья. Инфильтрационные воды дренируются долинами рек в рассредоточенном виде, в том числе и под аллювий.

В результате исследований на рассматриваемом участке выделен водоносный горизонт в четвертичных аллювиальных отложениях (долина р. Северной Сюръя) водовмещающими породами являются пески и суглинки, содержащие гравийно-галечный материал. Абсолютные отметки уровня вод аллювиального горизонта находятся в пределах от 173,2 до 187,0 м). Водоносный комплекс в карбонатных отложениях нижней перми, верхнего и среднего карбона. Водовмещающие породы представлены в различной степени окремнелыми известняками, доломитизированными известняками, доломитами, абсолютные отметки уровня подземных вод находятся в пределах от 173,35 до 197,30 м; базисом дренирования подземных вод участков является горизонт 180 м. Зеркало подземных вод участка имеет абсолютные отметки 167 м.

Гидрогеологическими условиями месторождения и оценкой возможных водопритоков в горные выработки занимались многие авторы, но работы ограничивались лишь замерами уровня подземных вод в разведочных скважинах. В 1967-70 гг. Пермской гидрогеологической партией было пройдено 12 гидрогеологических скважин, которые показали средний уровень грунтовых вод с отметкой +167 м, до которой впоследствии и был произведен пересчет запасов.

В разное время в пределах месторождения пробурено и опробовано откачками 35 гидрогеологических скважин. В результате по этим работам установлено, что величина удельного дебита скважин изменяется в очень широких пределах: от сотых долей до 9,4 л/сек; величина коэффициента фильтрации известняков – от тысячных долей до 12,4 м/сут. Характерно, что водообильность пород очень резко меняется на небольшом расстоянии. Вероятно, это связано с тем, что в большинстве случаев участки повышенной водообильности приурочены к узким локальным зонам, связанным с зонами тектонической трещиноватости. Так, по участкам Переломный и Южно-Шавринский абсолютные отметки уровня грунтовых вод колебались в зависимости от времени замера от 156,0 до 174,3. Средний уровень грунтовых вод по участкам составил 164,27 м. В целом для участка характерно возрастание водообильности и фильтрационных свойств известняков в сторону р. Сюръя.

В 2009 г. на месторождении была выполнена топографическая съёмка для определения уровня вод р. Сюръя и новых образовавшихся озёр Южно-Шавринского и Переломного. Уровень составил соответственно 166,16, 173,71 и 211,44 м. Приведенные данные свидетельствуют о том, что уровни вод в реке и карьерных озёрах месторождения находятся на разных отметках. Разница в отметках уровня на ограниченной территории составляет 45 м.

Среди проблем выяснения общих гидрогеологических особенностей территории месторождения (направление и характер стока, пространственные изменения водообильности пород, причины локализации стока, особенности режима подземных вод), решение вопросов о резкой пространственной вариации уровней воды в техногенных озерах с преимущественно подземным питанием относительно уровней в поверхностных водотоках является наиболее проблемным.

Задача получения достоверных современных данных по уровенному режиму подземных вод месторождения решается в результате проведения специальных гидрогеологических работ, а именно при начале отработки верхних горизонтов. Параллельно добычным работам проходится не менее 3-х режимных гидрогеологических скважин с определением уровня вод вскрываемых водоносных горизонтов, их дебита и состава, а также параметров водопритоков.

После закрытия шахт Кизеловского угольного бассейна в регионе изменилась гидрогеологическая (гидродинамическая, гидрохимическая) обстановка, то по нашему мнению, весьма актуальными являются исследования, связанные с изучением современных гидрогеологических особенностей комплекса месторождений, расположенных на западном склоне Урала (Луньевского, Чаньвинского, Утёсовского и Чусовского) и территориально попадающих в зону влияния изменившихся гидрогеологических условий.

#### Литература

1. Умрихин А.Г. Отчёт «О ревизии запасов известняков Всеволодо-Вильвенского месторождения (участки «Переломный» и «Южно-Шавринский») в районе г. Александровска Пермского края». Березники, 2009.

### ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА НЕФТЕГАЗОПРОВОДОВ НА УЧАСТКАХ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ВЕЧНОЙ МЕРЗЛОТЫ

**Е.А. Капелюшник**

Научный руководитель доцент В.В. Гусев

*Самарский государственный технический университет, г. Самара, Россия*

В районах распространения вечной мерзлоты на территории РФ сосредоточено более 80% разведанных запасов нефти. Многие из них построены на свайных фундаментах, используют многолетнемёрзлый грунт в качестве оснований и рассчитаны на эксплуатацию в определённых температурных условиях. Исследования показали, что при оттаивании мёрзлых грунтов изменяются их физико-механические свойства, что в конечном счёте уменьшает несущую способность фундаментов, приводя к повреждению построенных на них сооружений.

Не менее серьёзную угрозу представляет оттаивание льдонасыщенных грунтов и пластов погребенного льда. Таяние содержащегося в грунте льда сопровождается просадками земной поверхности и развитием опасных мерзлотных процессов: термокарста, термоэрозии и др. В результате происходят значительные изменения рельефа, которые ухудшают напряжённо-деформированное состояние трубопроводов и других сооружений, расположенных в данной местности.

В начале XXI века Россия фактически приступила к масштабному строительству магистральных нефтепроводов (МН) на юге Центральной и Восточной Сибири. Отправной точкой можно считать строительство нефтепровода Восточная Сибирь – Тихий океан (ВСТО), которое начато в марте 2006 г. Районы строительства нефтепроводов, в том числе МН ВСТО, находятся в южной зоне расположения многолетнемерзлых грунтов (ММГ), простирающихся до границ с Монголией и Китаем. Данный регион являлся также сейсмически опасным: возможны землетрясения силой до 9 баллов. Проектирование и строительство нефтепроводов в таких условиях является довольно сложной проблемой.

При строительстве на многолетнемерзлых грунтах учитываются конструктивные и технологические особенности сооружения.

Проблема проектирования и строительства магистральных трубопроводов на ММГ очень многогранная. Выделим ключевые моменты основных способов прокладки нефтепровода на ММГ.

**Подземный способ.** В общем случае методология проектирования линейной части подземного нефтепровода на ММГ заключается в следующем.

Подземная прокладка без теплоизоляции или на втором этапе расчётов с теплоизоляцией трубы принимается при положительных результатах последовательных расчётов глубины оттаивания ММГ под трубой, вертикальных перемещений МН как бесконечно длинной балки на оттаивающем основании и расчётов МН по предельным состояниям на деформируемом основании. Подобные обязательные расчёты при проектировании являются техническим обоснованием подземного способа прокладки МН на многолетнемерзлых грунтах.

Если расчёты по п.1 не удовлетворяют критериям, то в первую очередь следует предусмотреть меры инженерной подготовки основания МН в зависимости от конкретных условий участка трассы. Одним из самых эффективных и недорогих способов является, например, замена под трубой в траншее сильнольдистого грунта или прослоев подземного льда в пределах активной зоны взаимодействия трубы и основания (не более 4-5 м) на любые талые скальные, полускальные, крупнообломочные, песчаные и глинистые грунты. Применение этого способа для нефтепровода наиболее очевидно также по причине малого давления трубы на основание.

При чрезвычайно сложных инженерно-геокриологических условиях в основании МН, например при наличии погребенных льдов значительной мощности по глубине и простираню, можно предусмотреть другой способ прокладки МН, исключающий тепловое влияние трубы на основание. Однако столь сложные грунтовые условия по трассе МН ВСТО при инженерных изысканиях выявлены в единичных случаях.

В целом можно заключить, что, несмотря на применение теплоизоляционных материалов или теплоизоляции трубы, температура мерзлого грунта вокруг трубы повышается и постепенно он переходит в талое состояние.

**Надземный способ.** Надземная прокладка МН на многолетнемерзлых грунтах вполне возможна и допустима при соответствующем технико-экономическом обосновании. При этом ведущая роль принадлежит первой его составляющей, поскольку вторая не вызывает сомнений: надземной прокладке соответствуют самые высокие стоимость, продолжительность и трудоёмкость работ на трассе.

Тем не менее на большие затраты можно и нужно пойти, если надземный способ твёрдо гарантирует надёжную эксплуатацию МН за требуемый период. Главными недостатками являются сложная компенсирующая способность надземной системы и неравномерные вертикальные перемещения опор, которые следует уравнивать через 20-25 м. Чем чаще опоры, тем сильнее влияние неравномерных перемещений, вызванных неоднородным сложением грунтов, что тем более характерно для протяжённого линейного сооружения; повышенным растеплением грунтов вокруг металлических свай в летний период и их регулярным пучением зимой при промерзании сезонно талого слоя и др.

Для исключения неравномерных вертикальных перемещений надземного нефтепровода используют регулируемый по высоте ригель опоры. Это достаточно практичный способ, если диапазон изменения ригеля по высоте перекрывает диапазон возможных перемещений свайного фундамента опоры. Возможно использование в опоре свай с противопучинными элементами. Однако и в этом случае требуется предварительный расчёт при проектировании.

Накопленный десятилетиями опыт строительства и эксплуатации различных зданий и сооружений на ММГ в условиях Воркуты, Норильска, Игарки, Дудинки, Тикси и особенно северных газопроводов тех же трасс с Ямбургского месторождения на севере Западной Сибири и в других районах доказывает, что надёжность и долговечность сооружений тем выше, чем меньше нарушено природное мерзлотно-грунтовое состояние основания сооружения. Исходя из указанного необходимо максимально сохранить естественное природное состояние ММГ при строительстве. Для этого не надо отрывать траншеи, котлованы, бурить скважины и погружать в них сваи, а планировку площадок и трасс проводить в минимальном объёме и преимущественно подсыпками, необходимо также исключить всякое техногенное нарушение природного состояния ММГ. По принципу наименьшего вторжения в грунтовый массив, в частности, запроектирована и построена на переходах через ММГ Байкало-Амурская магистраль (БАМ). В соответствии с данным положением в нашем случае магистральные нефтепроводы на участках ММГ целесообразно прокладывать наземно на насыпи. Отсыпанная поверх мохорастительного слоя и ненарушающая его насыпь в целом не ухудшает природное мерзлотно-грунтовое состояние основания, а при определённых условиях может улучшить его за счёт поднятия верхней границы ММГ ближе к поверхности, к телу насыпи.

Насыпь под МН необходимо выполнять методом «от себя», что не нарушает мохорастительный покров, и сплошной лентой, поскольку на этой же насыпи следует построить вдольтрассовую дорогу. Насыпь отсыпается из скального, полускального, крупно-обломочного или гравийно-песчаного грунта, которых в данном регионе достаточно. Подобным образом газовики выполняют, например, подсыпки под дороги и площадки в районах

Южного Ямала, отбирая скальный и полускальный грунт в отрогах Полярного Урала и выше. Аналогично выполнены насыпи под БАМ. Высоту насыпи следует принимать минимальной и в зависимости от необходимых проектных отметок МН, которые определяются рельефом местности. По этому принципу проектируют насыпи под авто- и железные дороги. Защита насыпи от водной и ветровой эрозии осуществляется обычным способом, как и насыпи железной дороги. Пересечения с авто- и железными дорогами выполняются обычным способом надземно или подземно, пересечения с крупными ввозными преградами – подземно. Мелкие речки и ручьи следует пропускать через тело насыпи водопропускными сооружениями по аналогии с БАМ.

Для периода в 24 года установлено, что частота отказов на 1 км трассы этого газопровода при подземной прокладке составила 3, надземной – 1,22, наземной – 0,13. Эти данные позволяют сделать выводы о преимуществах того или иного способа прокладки.

Наземная прокладка нефтепровода на участках ММГ по насыпи имеет следующие преимущества.

Под МН не требуется свайных или плитных фундаментов и металлических опор. Труба с теплоизоляцией или без неё в оцинкованном кожухе укладывается на поверхность насыпи. При насыпи из скальных грунтов трубу при необходимости можно уложить на лежки из толстых досок, бруса, брёвен или поверх крупнообломочных грунтов отсыпать под трубу тонкий слой из любого песчано-глинистого грунта.

Для нефтепровода не нужны термостабилизаторы, поскольку ни охлаждать, ни замораживать основание под подошвой насыпи не требуется.

Полностью исключается балластировка МН пригрузами и утяжелителями на переходах через обводнённые и заболоченные участки.

Напряжённо-деформированное состояние нефтепровода на насыпи можно определить наиболее точно. В конечном счёте, уровень надёжности нефтепровода как строительной конструкции определяется степенью достоверности расчётов деформаций и напряжений в трубе от эксплуатационных нагрузок и воздействий.

Нефтепровод на насыпи является самым надёжным при сейсмических воздействиях. Это очень важное преимущество при строительстве в районах возможных землетрясений. Труба не испытывает существенных дополнительных усилий от сейсмических воздействий, поскольку не имеет с природным грунтовым массивом жёстких связей.

Нефтепровод на насыпи можно строить круглогодично, независимо от распутицы и природных условий.

Нефтепровод на насыпи и его арматуру легче всего эксплуатировать, ремонтировать и наблюдать с вертолёта при плановых облётах трассы, что важно для линейно-эксплуатационной службы.

Общая стоимость и продолжительность строительства нефтепровода на насыпи в несколько раз меньше, чем надземного или подземного на опорах.

В целом прокладка МН по насыпи соответствует укладке по насыпи железнодорожных рельс. При этом все пересечения с естественными и искусственными преградами можно выполнить по аналогии с БАМ, но с учётом отмеченных специфики и особенностей МН.

#### **Выводы.**

В Южной части Центральной и Восточной Сибири инженерно-геокриологические условия для строительства трубопроводов более благоприятные, чем на севере за Полярным кругом.

Нефтепроводы на территории многолетнемерзлых грунтов юга Центральной и Восточной Сибири необходимо прокладывать подземно и наземно на насыпи. Выбор прокладки определяется технико-экономическим сравнением этих вариантов в зависимости от инженерно-геокриологических условий конкретного участка. На слабобльдистых и льдистых грунтах МН можно проложить подземно, на сильнольдистых и при наличии погребенных льдов – наземно на насыпи.

Использовать надземную и подземную прокладку нефтепровода на свайных и плитных опорах с применением термостабилизаторов нет необходимости. Отсутствие надземной прокладки со сваями, опорами и термостабилизаторами ускорит, снизит стоимость и облегчит строительство линейной части нефтепроводов.

### **АГРЕССИВНОСТЬ ГРУНТОВ В ЗОНЕ ГИДРОТЕХНИЧЕСКОГО ПОДТОПЛЕНИЯ В ПРЕДЕЛАХ ЗЕЛЕНОДОЛЬСКОГО РАЙОНА РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН**

**Н.Ю. Карпова, А.Ю. Гагарин**

Научный руководитель доцент Н.И. Жаркова

*Казанский государственный университет им.В.И. Ульянова-Ленина, г. Казань, Россия*

Гидротехническое подтопление, характерное для большинства регионов, расположенных в зоне влияния крупных водохранилищ, не редко становится причиной преждевременного износа заглубленных частей зданий, деформаций различных сооружений, а также аварий на подземных трубопроводах. Зачастую причиной снижения эксплуатационной надёжности таких сооружений является агрессивность грунтов, обусловленная прежде всего изменением режима влажности грунтового массива, влекущим за собой активизацию химических, электрохимических и биохимических процессов на границе «грунт-техногенный объект». В связи с этим для снижения геологического риска на осваиваемых и перепланируемых территориях необходим детальный анализ всех факторов формирования агрессивности грунтов, включая и биологический. На наш взгляд, наиболее оптимальным механизмом изучения, позволяющим в дальнейшем выполнить качественный и количественный прогноз, является сопоставление значений параметров агрессивности грунтовых массивов с различными типами техногенной нагрузки.

Наиболее удобным полигоном для реализации подобного сопоставления является территория Зеленодольского района (северо-запад Респ. Татарстан), большая часть которого расположена в зоне влияния Куйбышевского водохранилища. Здесь, в пределах подтопленной поймы и первой надпоймы рек Волги, Свияги и Сумки располагаются сельские поселения, многочисленные дачные и коттеджные посёлки, промышленная зона г. Зеленодольска. Тем не менее, большую часть зоны подтопления занимают не вовлечённые в сельское хозяйство территории, в пределах которых в настоящее время планируется развитие как жилой, так и промышленной застройки. В связи с этим актуальность проведённых исследований очевидна.

Таким образом, целью исследований явилось установление закономерностей формирования агрессивности геологической среды к различным строительным материалам, слагающим заглубленные части сооружений и подземные коммуникации в условиях гидротехнического подтопления.

Для достижения поставленной цели в пределах зоны гидротехнического подтопления было выбрано три эталонных участка, расположенных, с одной стороны, в схожих геологических, геоморфологических и гидрогеологических условиях (пойма и первая надпойменная терраса рек Волги и Свияги, неоген-четвертичный водоносный комплекс,  $M \sim 0,5 \text{ г/дм}^3$ ), с другой – характеризующихся различными природно-техногенными условиями.

Для характеристики агрессивности геологической среды оценивались следующие параметры грунтов: pH, удельное электрическое сопротивление, содержание ионов  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{K}^+\text{+Na}^+$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}\text{+Mg}^{2+}$ , проводился микробиологический анализ. Для характеристики минерального состава выполнялся рентгенографический анализ грунтов.

Участок «Природный» расположен в пределах поймы и первой надпоймы р. Свияги вдали от сельскохозяйственных, жилых и промышленных объектов. Разрез характеризуется переслаиванием аллювиальных позднечетвертичных плотных глин и суглинков от полутвердой до текучепластичной консистенции с содержанием органических веществ до 5%. Глинистая фракция представлена преимущественно монтмориллонитом, в меньшей степени – каолинитом, хлоритом и мусковитом; пылеватая и песчаная – кварцем, реже плагиоклазами. Емкость обмена варьирует от 3,34 до 4,77 мг·экв на 100г грунта, с минимальным значением для суглинка тугопластичного и максимальным – для суглинка полутвердого. Среди катионов преобладающими являются  $\text{Mg}^{2+}$  и  $\text{Ca}^{2+}$  (до 0,63 и 0,53 мг·экв на 100г грунта соответственно), среди анионов –  $\text{SO}_4^{2-}$  (до 1,58 мг·экв на 100г грунта). Помимо  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{K}^+\text{+Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}\text{+Mg}^{2+}$  были выявлены  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$  и  $\text{NH}_4^+$ .

Участок «Промышленный» расположен в промышленной зоне г. Зеленодольска, в непосредственной близости от завода «ПОЗИС». Геологический разрез представлен разнородными насыпными преимущественно мелкими маловлажными и влажными песками, твердыми и полутвердыми суглинками и глинами с содержанием щебня и строительного мусора до 10%. В минеральном составе песков преобладает кварц; глинистые грунты сложены преимущественно смешанослойными глинистыми минералами иллит-монтмориллонитового состава с высокой упорядоченностью пакетов, в меньшей степени каолинитом, хлоритом, мусковитом, кварцем и плагиоклазами. Объем обменного комплекса изменяется от 4,66 до 10,17 мг·экв на 100г грунта с максимумом у насыпных песков и минимумом у глин. Среди катионов преобладает  $\text{Ca}^{2+}$  (до 2,86 мг·экв на 100г грунта), среди анионов –  $\text{HCO}_3^-$  (до 2,13 мг·экв). На этом участке так же были зафиксированы  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$  и  $\text{NH}_4^+$ .

Участок «Селитебный» располагается в пределах историко-архитектурного заповедника «Остров-град Свияжск» – населенного пункта с 450-летней историей. Верхняя часть геологического разреза представлена культурным слоем: торфом, суглинком заторфованным (I: 36-57%), навозом различной степени разложённости. Нижняя часть разреза представлена аллювиальными позднечетвертичными суглинками и глинами с пониженной плотностью ( $\rho: 1,50\text{-}1,58 \text{ г/см}^3$ ) от полутвердой до текучей консистенции. Минеральная часть торфов представлена иллит-монтмориллонитом, кварцем, реже хлоритом, каолинитом и слюдами. В минеральном составе глин и суглинков преобладают смешанослойные глинистые минералы иллит-монтмориллонитового состава с низкой упорядоченностью пакетов; каолинит, хлорит и слюды имеют подчиненное значение. Объем обменного комплекса изменяется от 10,82 до 19,96 мг·экв на 100г грунта. Минимальные значения приурочены к аллювиальным позднечетвертичным суглинкам, максимальные – к торфу и навозу культурного слоя. Среди катионов преобладает  $\text{Mg}^{2+}$  (до 4,8 мг·экв на 100г грунта), среди анионов –  $\text{SO}_4^{2-}$  (до 6,12 мг·экв на 100г грунта). Здесь так же присутствуют  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$  и  $\text{NH}_4^+$ .

Грунты участков «Природный» и «Промышленный» характеризуются зачастую средней сульфатной агрессивностью, а для участка «Селитебный» характерна сильная агрессивность по отношению к бетону на портландцементе по ГОСТ 10178-76. В более редких случаях грунты всех трех участков слабоагрессивны к бетону на портландцементе по ГОСТ 10178-76 с содержанием  $\text{C}_3\text{S}$  не более 65%,  $\text{C}_3\text{A}$  не более 7%,  $\text{C}_3\text{A}+\text{C}_4\text{AF}$  не более 22% и шлакопортландцементе [2].

Хлоридной агрессивностью по отношению к бетону обладает только слаборазложившийся навоз, расположенный на глубине 1,3 м на участке «Селитебный». По значению pH подавляющее большинство грунтов не агрессивно по отношению к бетону, за исключением торфа (0,8 м) на участке «Селитебный» [2].

Грунты всех трех участков характеризуются низкой коррозионной агрессивностью по отношению к свинцовой оболочке кабеля, за исключением торфа (0,8 м) и навоза (1,3 м) на участке «Селитебный» обладающих средней коррозионной агрессивностью. По отношению к алюминиевой оболочке кабеля грунты всех трех участков характеризуются низкой коррозионной агрессивностью [1].

Все исследуемые образцы грунтов обладают высокой коррозионной активностью по отношению к углеродистой стали. Тем не менее, грунты участка «Селитебный» характеризуются наименьшими значениями удельного электрического сопротивления (до 2,5 ом·м) по сравнению с участком «Промышленный» (до 4,5 ом·м) и «Природный» (11,0 ом·м) [1].



Для характеристики биологической агрессивности исследуемые грунты подвергались микробиологическому анализу по следующим группам: аммонифицирующие бактерии, азотфиксирующие микроорганизмы, нитрифицирующие бактерии, денитрифицирующие микроорганизмы, сульфатовосстанавливающие бактерии, железобактерии, актиномицеты и бактерии, использующие минеральные формы азота, микроскопические грибы (микробицеты).

Для всех участков характерно присутствие микроскопических грибов, агрессивных по отношению к древесине и слабоагрессивных по отношению к бетону. Их содержание изменяется от 1,9 до 25,0 тыс/г, исключением является только полутвердая ожелезненная глина (2,15-3,0м) на участке «Промышленный», где микробицеты не зафиксированы.

Актиномицеты (агрессивны по отношению к бетону и древесине) присутствуют только на участке «Промышленный», где их содержание не превышает 0,6 млн/г. Бактерии, использующие минеральные формы азота, встречаются повсеместно: максимальные значения наблюдаются на участках «Промышленный» (336,0 млн/г) и «Селитебный» (320,0 млн/г).

Аммонифицирующие бактерии, агрессивные к бетону, зафиксированы на всех трех участках: максимальные значения характерны для навоза участка «Селитебный» (25,5 млн/г), а так же для насыпных суглинков участка «Промышленный» (20,8 млн/г). В целом для участков «Промышленный» и «Селитебный» содержание аммонификаторов не превышает 7,5 млн/г, а на участке «Природный» редко достигает 1,7 млн/г.

Содержание нитрификаторов, агрессивных по отношению к бетону и металлам, для участков «Природный» и «Промышленный» в среднем составляет 2,0-3,2 млн/г, а для участка «Селитебный» – 1,2 млн/г.

Азотфиксирующие микроорганизмы, агрессивные к различным подземным конструкциям, наиболее широко распределены в пределах участков «Промышленный» и «Селитебный»: фоновые значения составляют 5,0-7,0 млн/г, максимальные – 48,2 млн/г и 37,0 млн/г соответственно. Для участка «Природный» содержание азотфиксаторов в среднем составляет 3,5 млн/г.

Денитрифицирующие микроорганизмы, сульфатовосстанавливающие бактерии и железобактерии выявлены только на участке «Селитебный». Содержание денитрификаторов – 2,5 млн/г, железобактерий, вызывающих электрохимическую коррозию, – 25,0-50,0 тыс/г. Сульфатовосстанавливающие бактерии (агрессивны к стали, алюминию и бетону) распределены по разрезу неравномерно: максимальное значение наблюдается в торфе – 25 тыс/г (0,9-1,4 м), минимальное в навозе – 0,5 тыс/г (1,4-1,7м).

Проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы.

1. Микробиологическая агрессивность на исследуемой территории наиболее ярко проявляется в пределах сельских поселений, что обусловлено активно протекающими процессами разложения органического вещества в переувлажненном массиве на фоне постоянного фекального загрязнения; более низкими значениями характеризуются промышленные территории, где отсутствуют органогенные грунты. Наименьшей микробиологической агрессивностью грунтов характеризуются не вовлеченные в инженерно-хозяйственную инфраструктуру территории.

2. Наибольшие значения химической агрессивности так же характерны для селитебных территорий, меньшие значения свойственны для промышленной зоны и неосвоенных участков зоны подтопления.

3. Открытая система «грунтовый массив» испытывает постоянный приток химически активных веществ, обеспечивающих дополнительное питание различных микроорганизмов, что в свою очередь приводит к увеличению агрессивности системы. Поэтому при освоении не затронутых техногенезом участков в зоне гидротехнического подтопления необходимо избегать накопления мощных толщ органического вещества и исключить приток фекальных вод в грунтовый массив.

#### Литература

1. ГОСТ 9.602-2005 ЕСЗКС. Сооружения подземные. Общие требования к защите от коррозии. – М.: Стандарт информ, 2006. – 59с.
2. СНиП 2.03.11 –85. Защита строительных конструкций от коррозии. – М.: Изд-во стандартов, 1986 г. – 69 с.

### **РАСЧЕТ УСТОЙЧИВОСТИ СКЛОНА ДЛЯ ОБОСНОВАНИЯ ЗАСТРОЙКИ МИКРОРАЙОНА «ТИМАКОВСКИЙ» И ВЫБОР ЗАЩИТНЫХ ПРОТИВООПОЛЗНЕВЫХ МЕРОПРИЯТИЙ** **А.И. Касьяненко**

Научный руководитель доцент П.П. Ипатов

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

В настоящее время ведется активная застройка территории г. Томска. Вследствие освоения под строительство территорий, которые раньше считались непригодными, все чаще приходится возводить здания и сооружения на косогорах и неустойчивых склонах. При этом, кроме задач обеспечения надежности возводимых корпусов, требуется решать вопросы сохранения окружающей среды и экономного использования территории. В связи с этим вопрос рационального проектирования и строительства на неустойчивых склонах в настоящее время приобрел наиболее актуальное значение, вопрос достоверной оценки степени устойчивости склона является особенно важным.

При проектировании любых противооползневых мероприятий, при строительстве на неустойчивых склонах или при размещении механизмов на откосах, склонах или бортах оврагов работы следует начинать с

оценки степени устойчивости наклонной поверхности земли. Такая оценка производится путем вычисления так называемого коэффициента устойчивости, который характеризуется отношением сил, удерживающих массив грунта на наклонной поверхности, к силам, сдвигающим этот массив.

Расчет устойчивости склона выполнен для обоснования застройки микрорайона «Тимаковский». Данные для расчетов предоставлены ООО Научно-производственной фирмой «Геостройпроект». Проектируемый микрорайон располагается в границах улиц: Тимакова-Московский тракт-Учебная-Карпова в г. Томске. Расчеты выполнены в соответствии с рекомендациями ПНИИС [1] и СНиП 2.01.15-90 [2].

В настоящее время при решении вопросов устойчивости склонов используют различные методы и расчетные схемы, которые базируются на различных теоретических подходах и отличаются между собой по способу решения задач и точности получаемых результатов. Использование той или иной схемы основывается на установлении ее граничных условий применительно к конкретным инженерно-геологическим условиям. Эти схемы являются графической или математической моделью склона и представляют частное решение конкретной задачи. При выборе расчетных схем важным моментом является установление механизма развития оползневых процессов и типа оползня.

Развитие оползневых процессов на склонах в слоистых или однородных по литологическому составу четвертичных отложениях происходит чаще всего по криволинейной (круглоцилиндрической или близкой к ней) поверхности скольжения. В данном случае формируются срезающие оползни сдвига, которые могут иметь различные размеры и криволинейную, близкую к дуге окружности, поверхность скольжения.

Согласно рекомендациям ПНИИС [1] количественную оценку и прогноз устойчивости склонов следует производить применительно к типам оползней, вероятным в данных конкретных условиях. С учетом выявленного механизма и типа оползневых процессов осуществляется выбор методов и расчетных схем.

Большинство из существующих схем в той или иной степени используют положения теории сыпучей среды В.В. Соколовского. На основе этой теории разработаны многие методы расчетов устойчивости склонов и откосов.

Все расчетные схемы основываются на определенных принципах, среди которых можно выделить:

- используемый подход к решению задач (теоретические и эмпирические методы);
- включаемые в расчеты характеристики (силы, напряжения, деформации);
- применяемый способ подсчета (дифференциальный, интегральный);
- используемый способ решения (аналитический, графический, графоаналитический и т.д.);
- рассматриваемый способ установления предельного равновесия (по задаваемым или отыскиваемым поверхностям ослабления).

В зависимости от способа решения задач и конкретных инженерно-геологических условий рассматриваются различные типы поверхностей скольжения (круглоцилиндрическая, логарифмическая спираль, прямая, ломаная, комбинированная и др.).

В геоморфологическом отношении изученная площадка проектируемой застройки микрорайона «Тимаковский» расположена в пределах окраинной части склона Томь-Яйского междуречья, подошвенная часть которого стыкуется с тыловой частью высокой поймы р. Томи. Территория проектируемой застройки относительно ровная. Абсолютные отметки поверхности земли изменяются от 107,7 м до 112,35 м, понижаясь в западном и юго-западном направлении в сторону долины р. Томи. Поверхностный сток ориентирован с северо-востока на юго-запад. Западная и юго-западная часть застраиваемой территории заканчивается четко выраженным уступом, имеющим в приборочной части склона абсолютные отметки 105-112 м и в подошвенной части склона – 89-90 м. Крутизна склона за пределами площадки изменяется от 45 до 50°. Разрез участка представлен (сверху вниз) в виде 10-ти инженерно-геологических элементов (ИГЭ).

Насыпной грунт – суглинок тугопластичный с примесью гравия до 5-7 %;

Супесь твердая непросадочная озерно-аллювиальная;

Песок пылеватый маловлажный аллювиальный;

Суглинок полутвердый непросадочный озерно-аллювиальный;

Суглинок мягкопластичный с примесью органического вещества озерно-аллювиальный;

Песок пылеватый влажный аллювиальный;

Песок пылеватый водонасыщенный аллювиальный;

Глина полутвердая слабозаторфованная аллювиально-делювиальная;

Суглинок полутвердый элювиальный;

Дресвянистый грунт коры выветривания песчаников и аргиллитов.

С учетом инженерно-геологических условий территории застройки в качестве основных были использованы методы алгебраического сложения сил по круглоцилиндрической поверхности скольжения. Эти методы в теоретическом отношении достаточно хорошо разработаны и широко используются при решении практических задач по устойчивости склонов, откосов и бортов карьеров.

Метод круглоцилиндрической поверхности скольжения, согласно рекомендациям ПНИИС [1], используется для однородных или слоистых массивов с горизонтальными или близким к нему наклоном слоев в сторону откоса под углом меньшим величины угла внутреннего трения пород и характеризующихся отсутствием поверхностей скольжения оползней.

Согласно рекомендациям ПНИИС для расчетов устойчивости были выбраны три разведочные линии А-А, Б-Б и В-В вдоль западной и юго-западной сторон исследуемой территории.

В пределах выбранных расчетных линий в заданном масштабе (1:200), согласно рекомендациям ПНИИС [1] строились круглоцилиндрические поверхности скольжения. Участок откоса, ограниченный по-

верхностью скольжения, разбивался на ряд элементарных блоков (полос) равной ширины ( $b$ ). Высота полос условно принималась за их вес ( $q_i$ ) и раскладывалась на нормальные ( $N_i$ ) и касательные ( $T_i$ ) составляющие. Определялась высота вертикального откоса ( $H_{90}$ ):

$$H_{90} = \frac{2\tilde{N}}{\rho} \operatorname{ctg} \left( 45 - \frac{\varphi}{2} \right);$$

где  $C$  – удельное сцепление грунта;

$\rho$  – плотность грунтов;

$\varphi$  – угол внутреннего трения.

Расчитывался множитель  $R$ , который является масштабным вектором  $N_i$  и  $T_i$ :

$$R = \frac{b \cdot \bar{\rho} \cdot M}{1000};$$

где  $\bar{\rho}$  – средневзвешенная плотность грунтов;

$b$  – ширина полосы;

$M$  – знаменатель масштаба чертежа (1:200).

В процессе расчета суммируются все отрезки  $T_i$  и  $N_i$ , которые умножаются на множитель  $R$  и замеряется длина поверхности скольжения:

$$L = \sum \ell_i$$

где  $\ell_i$  – длина поверхности скольжения в пределах выделяемых блоков;

Коэффициент устойчивости рассчитывается по формуле:

$$K_y = \frac{R \cdot \operatorname{tg} \varphi \cdot \sum N_i + CL}{R \sum T_i}.$$

В расчетах использовались нормативные и расчетные показатели физико-механических свойств грунтов. Расчеты устойчивости склонов выполнены при естественной влажности и при насыщении грунтов водой. Расчет устойчивости по линии А-А при естественной влажности:

$$H_{90} = \frac{2\tilde{N}}{\rho} \operatorname{ctg} \left( 45 - \frac{\varphi}{2} \right) = \frac{2 \cdot 0,72}{1,75} \operatorname{ctg} 29,1 = 1,48 \text{ м}$$

$$R = \frac{b \cdot \rho \cdot M}{1000} = \frac{4 \cdot 1,75 \cdot 200}{1000} = 1,4$$

$$K_y = \frac{R \cdot \operatorname{tg} \varphi \cdot \sum N_i + CL}{R \sum T_i} = \frac{1,4 \cdot 0,557 \cdot 14 + 0,72 \cdot 21,8}{1,4 \cdot 10,6} = 1,79$$

Расчет устойчивости по линии А-А при полном водонасыщении грунтов:

$$H_{90} = \frac{2C}{\rho} \operatorname{ctg} \left( 45 - \frac{\varphi}{2} \right) = \frac{2 \cdot 0,587}{2,09} \operatorname{ctg} 28,2 = 1,05 \text{ м}$$

$$R = \frac{b \cdot \rho \cdot M}{1000} = \frac{4 \cdot 2,09 \cdot 200}{1000} = 1,67$$

$$K_y = \frac{R \cdot \operatorname{tg} \varphi \cdot \sum N_i + CL}{R \sum T_i} = \frac{1,67 \cdot 0,6636 \cdot 14 + 0,587 \cdot 21,8}{1,67 \cdot 10,6} = 1,60$$

Расчет устойчивости по линии Б-Б при естественной влажности:

$$H_{90} = \frac{2C}{\rho} \operatorname{ctg} \left( 45 - \frac{\varphi}{2} \right) = \frac{2 \cdot 0,72}{1,75} \operatorname{ctg} 29,1 = 1,476 \text{ м}$$

$$R = \frac{b \cdot \rho \cdot M}{1000} = \frac{3 \cdot 1,75 \cdot 200}{1000} = 1,4$$

$$K_y = \frac{R \cdot \operatorname{tg} \varphi \cdot \sum N_i + CL}{R \sum T_i} = \frac{1,4 \cdot 0,557 \cdot 10,8 + 0,72 \cdot 21}{1,4 \cdot 9,4} = 1,79$$

Расчет устойчивости по линии Б-Б при полном водонасыщении грунтов:

$$H_{90} = \frac{2C}{\rho} \operatorname{ctg} \left( 45 - \frac{\varphi}{2} \right) = \frac{2 \cdot 0,587}{2,09} \operatorname{ctg} 28,2 = 1,05 \text{ м}$$

$$R = \frac{b \cdot \rho \cdot M}{1000} = \frac{4 \cdot 2,09 \cdot 200}{1000} = 1,67$$

$$K_y = \frac{R \cdot \operatorname{tg} \varphi \cdot \sum N_i + CL}{R \sum T_i} = \frac{1,67 \cdot 0,6636 \cdot 10,8 + 0,587 \cdot 21,0}{1,67 \cdot 9,4} = 1,548$$

Расчет устойчивости по линии В-В при естественной влажности:

$$H_{90} = \frac{2C}{\rho} \operatorname{ctg} \left( 45 - \frac{\varphi}{2} \right) = \frac{2 \cdot 0,72}{1,75} \operatorname{ctg} 29,1 = 1,476 \text{ м}$$

$$R = \frac{b \cdot \rho \cdot M}{1000} = \frac{4 \cdot 1,75 \cdot 200}{1000} = 1,4$$

$$\hat{E}_\delta = \frac{R \cdot \operatorname{tg} \varphi \cdot \sum N_i + CL}{R \sum T_i} = \frac{1,4 \cdot 0,557 \cdot 12,5 + 0,72 \cdot 20,2}{1,4 \cdot 10,9} = 1,59$$

Расчет устойчивости по линии В-В при полном водонасыщении грунтов:

$$H_{90} = \frac{2C}{\rho} \operatorname{ctg} \left( 45 - \frac{\varphi}{2} \right) = \frac{2 \cdot 0,587}{2,09} \operatorname{ctg} 28,2 = 1,05 \text{ м}$$

$$R = \frac{b \cdot \rho \cdot M}{1000} = \frac{4 \cdot 2,09 \cdot 200}{1000} = 1,67$$

$$\hat{E}_\delta = \frac{R \cdot \operatorname{tg} \varphi \cdot \sum N_i + CL}{R \sum T_i} = \frac{1,67 \cdot 0,6636 \cdot 12,5 + 0,587 \cdot 20,2}{1,67 \cdot 10,9} = 1,41$$

Нормативные значения коэффициента устойчивости склона определены по формуле СНиП 2.01.15.90 [2]:

$$K_{st} = \gamma_n \psi / \gamma_c$$

где  $\gamma_n$  – коэффициент надежности по назначению сооружения, изменяется от 1,1 до 1,2;

$\psi$  – коэффициент сочетания нагрузок (для основного сочетания  $\psi=1$ , для особого  $\psi=0,9$  и нагрузок строительного периода  $\psi=0,95$ );

$\gamma_c$  – коэффициент условий работы, учитывающий вид предельного состояния, степень точности исходных данных, приближенность расчетных схем, тип сооружения и другие факторы (принимается равным 1).

$$K_{st} = 1,2 \cdot 0,95 / 1 = 1,14.$$

Значение  $K_{st}$  может меняться от 1,25 до 1,10 для основного сочетания нагрузок и от 1,20 до 1,05 для особого сочетания нагрузок в зависимости от степени ответственности инженерной защиты и состояния склона.

Расчеты устойчивости склонов по линиям А-А, Б-Б и В-В выполнены в соответствии с рекомендациями ПНИИИС [1]. Расчетная схема выполнена в вертикальном и горизонтальном масштабах 1:200. Расчеты проводились по линии А-А для ИГЭ №3 (песок пылеватый маловлажный) в естественном состоянии, и для ИГЭ №7 (песок пылеватый водонасыщенный) при насыщении их водой.

Таким образом, коэффициент устойчивости склона по линии А-А в естественном состоянии равен 1,79, при полном водонасыщении грунтов – 1,60. По линии Б-Б коэффициент устойчивости склона в естественном состоянии также равен 1,79, и при полном водонасыщении грунтов – 1,548. По линии В-В коэффициент устойчивости склона в естественном состоянии равен 1,59 и при полном водонасыщении грунтов – 1,41. То есть, во всех трех случаях устойчивость склона обеспечена.

Сравнение полученных расчетами коэффициентов устойчивости склона по линиям А-А, Б-Б и В-В с нормативным значением коэффициента устойчивости, определенного по СНиП 2.01.15-90 [2] показывает, что коэффициент  $K_{st}=1,14$  значительно меньше полученных расчетных значений  $K_y$  для данного склона в естественном состоянии и при полном водонасыщении грунтов.

Таким образом, устойчивость склонов по всем линиям обеспечена при всех неблагоприятных условиях, включая обводнение и дополнительные нагрузки.

Учитывая, что проектируемые здания будут возводиться на свайных фундаментах, то воздействие зданий на его устойчивость практически исключается. Поэтому устойчивость склона определяется главным образом его природными инженерно-геологическими условиями (составом, условиями залегания, обводненностью и физико-механическими свойствами грунтов). Большое влияние на устойчивость откосов оказывают высота и крутизна склонов. В данном случае высота не превышает 13,6 м, а крутизна склона колеблется от 35 до 40-42°.

Строительство зданий рекомендуется осуществлять на свайных фундаментах на расстоянии 6-8 м от бровки склона. Так же рекомендуется организовать беспрепятственный сток поверхностных вод и исключить застаивание вод на бессточных участках и попадание на склон вод с присклоновой территории, на террасах необходимо предусматривать устройство водоотводов, а в местах высачивания подземных вод – дренажей, следует предусмотреть искусственное понижение уровня подземных вод для устранения или ослабления разупрочняющего и разрушающего воздействия подземных вод на грунты, снижения или устранения фильтрационного давления. Для достижения требуемого понижения уровня подземных вод надлежит применять следующие виды водопонижительных устройств:

- траншейные дренажи (открытые траншеи и канавы);
- закрытые беструбчатые дренажи (траншеи, заполненные фильтрующим материалом) для осушения оползневого тела, рассчитанные, как правило, на недолговременный срок службы;
- трубчатые и галерейные дренажи – в устойчивой зоне за пределами смещающихся грунтов для перехвата подземного потока при продолжительном сроке службы;
- пластовые дренажи на участках высачивания подземных вод на склонах (откосах) – для предотвращения суффозии и в основании подсыпок (банкетов);
- водопонижительные скважины различных типов (в том числе самоизливающиеся и водопоглощающие) в сочетании с дренажами или взамен их, в случае большей эффективности или целесообразности их применения [1].

#### Литература

1. ПНИИИС Госстроя СССР. Рекомендации по количественной оценке устойчивости оползневых склонов // М., 1984. – 78с.
2. СНиП 2.01.15-90. Инженерная защита территории, зданий и сооружений от опасных геологических процессов. Основные положения проектирования. Госстрой СССР М. ЦИТП, 1991 г.

### **ОЦЕНКА ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ПРОХОДКИ ЩИТОВЫМ МЕТОДОМ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ В ПОЙМЕ РЕК СЕВЕРСКИЙ ДОНЕЦ И ВЕЗЁЛКА В Г. БЕЛГОРОДЕ**

**А.Н. Кирилов, М.В. Бакарас, С.М. Пастушак**

Научный руководитель старший преподаватель И.П. Бурлуцкая  
*Белгородский государственный университет, г. Белгород, Россия*

Интенсивное строительство и развитие инфраструктуры в г. Белгороде осуществляется в его центральной части, расположенной в поймах и на слиянии рек Северский Донец и Везёлка. В этом районе проходят основные автомагистрали города, соединяющие его с городами Харьков, Воронеж, Москва. Кроме того, в этом же районе существуют участки исторической застройки и участки застройки 1990-2008 гг. Поэтому подведение инженерных сооружений к новым объектам, а также строительство подземных переходов под оживленными автомагистралями является сложной инженерной задачей вследствие невозможности их строительства открытым способом из-за уже имеющихся строений, дорог, инженерных коммуникаций. В этом случае эффективной становится подземная проходка. Одним из способов этой проходки является щитовой метод [3].

Сущность метода заключается в следующем. Щит вдавливается в грунт гидравлическими домкратами, а грунт перед щитом разрабатывают ручным или механическим способом. Сооружение обделки (стенок) коллектора выполняют в хвостовой части щита.

Для щитовой проходки применяют проходческие щиты нескольких видов с наружным диаметром 2-5 м, которые в зависимости от способа разработки грунта в забое и его транспортировки подразделяются на механизированные, частично-механизированные и немеханизированные.

Механизированные щиты более производительны, но сложнее в эксплуатации, а немеханизированные отличаются простотой в управлении и широко применяются при проходке коллекторов диаметром до 2,5 м.

Немеханизированные проходческие щиты конструктивно в основном одинаковы, хотя и бывают нескольких разновидностей — с открытой и закрытой головной частью, жесткими решетками и горизонтальными полками. В щите с открытой головной частью диаметром 2 м для срезания грунта и внедрения щита режущая часть оснащена козырьком с клиновидным ножом. Щит периодически продвигается вперед с помощью гидравлических домкратов, расположенных по периметру щита и упирающихся своими штоками в ранее уложенные элементы тоннельной обделки. Опорная часть, расположенная посередине щита, обеспечивает ему необходимую прочность и жесткость, а под защитой хвостовой части монтируют одно-два кольца сборной или сооружают определенный участок монолитной обделки коллектора.

Скорость проходки тоннелей немеханизированными щитами в зависимости от диаметра выработки, категории грунта, числа и типа домкратов, мощности насосной установки колеблется от 0,8 до 1,2 м/смен.

Для выбора горизонта щитовой проходки и оценки свойств грунтов этого горизонта были проведены инженерно-геологические изыскания [1,2].

В геологическом отношении исследуемый район сложен аллювиальными отложениями неоген-четвертичного возраста, представленными песками, суглинками и глинами, вскрытая мощность которых достигает 8-10 м. Ниже залегает толща известняков мелового возраста мощностью около 100 м, представленная, в

основном, мелом. Сверху вышеописанные отложения перекрыты насыпным и почвенно-растительным слоем мощностью до 3,2 м (рис.).

На исследуемом участке грунтовые воды вскрыты повсеместно на глубинах 4-7 м, что соответствует абсолютным отметкам 112-114 м. Грунтовые воды приурочены к аллювиальным и меловым отложениям.

Питание грунтовые воды получают за счет инфильтрации атмосферных осадков, а в зимний период р. Везёлка питает данный водоносный горизонт. Режим грунтовых вод зависит от положения уровня воды в русле р. Везёлка. Необходимо отметить, что на период изысканий уровень грунтовых вод находился ниже уровня воды в реке. Следовательно, на режим грунтовых вод большое влияние оказывает существующий водозабор, который расположен в юго-западной части г. Белгорода. Возможный подъем уровня грунтовых вод может достигнуть уровня воды в реке, что составит 2-3 м, если водозабор существенно уменьшит откачку воды.



**Рис. Инженерно-геологический разрез пойм рек Северский Донец и Везёлка**

В пределах изучаемого района было пройдено 15 буровых скважин, отобраны монолиты связных грунтов и образцы песчаных. В результате лабораторных испытаний данные грунты были разделены на 4 инженерно-геологических элемента, из которых 1,2,3 элемента разделены на подэлементы 1, 1А, 2, 2А, 2Б, 3, 3А вследствие фациального замещения пород по латерали.

Полученные результаты позволили определить основные свойства большинства инженерно-геологических элементов [1,4,5].

В результате анализа и обобщения фактических данных, было установлено, что наиболее эффективно осуществлять проходку щитовым методом в пределах инженерно-геологического элемента 2 (2А, 2Б), обеспечивающего оптимальный режим проходки с позиций его инженерно-геологических свойств.

Полученные результаты рекомендованы к внедрению при строительстве инженерных сооружений в центральном районе г. Белгорода.

#### Литература

1. Бакарас М.В. Инженерно-геологические условия строительства на склонах водоразделов города Белгорода, материалы III Всероссийской (с международным участием) научно-практической конференции молодых ученых «Геоэкология и рациональное природопользование: от науки к практике».
2. Кирилов А.Н. Инженерно-геологические условия строительства в пойме реки Везёлка. Материалы III Всероссийской (с международным участием) научно-практической конференции молодых ученых «Геоэкология и рациональное природопользование: от науки к практике».

3. Пастушак С.М. Инженерно-геологические условия строительства подземных сооружений. Материалы III Всероссийской (с международным участием) научно-практической конференции молодых ученых «Геоэкология и рациональное природопользование: от науки к практике».
4. СНиП 1.02.07.-87 «Основания зданий и сооружений».
5. СНиП 11-02-96 «Инженерные изыскания для строительства».

## ТИПИЗАЦИЯ ЛЕЧЕБНЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ ВОД ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ

Н.О. Костюкова

Научный руководитель доцент О.Ф. Зятева

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

В Иркутской области имеются значительные гидроминеральные ресурсы, широко используемые для лечебных и оздоровительных целей. Томским научно-исследовательским институтом курортологии и физиотерапии (ТНИИКиФ) выделена Иркутско-Байкальская оздоровительная зона, в пределах которой с 1982 г. ведутся поисково-разведочные работы на минеральные воды для действующих и новых санаторно-курортных и профилактических учреждений. В пределах Нукутско-Осинского промышленного района и сопредельных территорий (Зиминский, Заларинский районы) были выделены три лечебно-оздоровительные местности: Нукутская, Зиминская и Саянская. На территории Казачинско-Ленского района для санаторно-курортного освоения рекомендовано Мунокское месторождение минеральных вод. В настоящее время практически все здравницы Иркутской области широко используют в лечебной практике местные минеральные воды [ 3]. Богатство и разнообразие гидроминеральной базы региона в значительной степени обусловлены его геолого-структурными особенностями.

В геоструктурном отношении Иркутская область расположена на южной окраине Сибирской платформы и ее горно-складчатого обрамления. Геологическое строение Иркутской области определяется положением ее в пределах внутреннего поля Иркутского амфитеатра, где по геоструктурным особенностям выделяется крупный Ангаро-Ленский артезианский бассейн, являющийся частью сложнопостроенного Восточно-Сибирского артезианского бассейна. Ангаро-Ленский артезианский бассейн сложен мощной толщей осадочных пород различного возраста: от нижне- и среднекембрийских, ордовикских, силурийских, юрских до третичных и четвертичных. Общеизвестно, что с кембрийскими отложениями на юге Сибирской платформы связаны такие полезные ископаемые как соль, гипс, которые в значительной степени предопределяют химический состав подземных вод [ 4 ].

Автором проанализированы опубликованные [1-4], а также фондовые материалы, предоставленные отделом изучения курортных ресурсов ТНИИКиФ, позволившие провести типизацию лечебных минеральных вод и выявить некоторые гидрогеохимические закономерности в пределах этого региона.

Типизация приведена для минеральных вод, применяемых в лечебно-оздоровительных целях (табл. 1). Оценка качества и бальнеологической ценности минеральных вод дается согласно критериям “ Классификация минеральных вод и лечебных грязей для целей сертификации” (МУ МЗ РФ № 2000/34).

Санаторно-курортные учреждения Иркутской области, как следует из таблицы, располагают широким спектром минеральных питьевых вод, отличающихся по составу и назначению. Здесь представлены следующие типы минеральных вод: Геленджикский, Сулакский, Московский, Ижевский и др. Это минеральные воды, относящиеся к бальнеологической группы, свойства которых определяются ионно-солевым составом. Водовмещающими породами являются преимущественно песчаные и песчано-глинистые юрские и силурийские отложения.

Следует также отметить, что на территории Иркутской области имеется уникальное водопоявление слабоминерализованных вод с повышенным содержанием органических веществ (Мунокское месторождение), по составу и свойствам близких к водам типа “ Нафтуса”.

Гидроминеральной базой большинства действующих санаторно-курортных учреждений являются как высокоминерализованные и рассольные хлоридные натриевые сероводородные воды с содержанием сероводорода от 20 до 320 мг/дм<sup>3</sup>, так и рассольные воды хлоридные натриевые воды с широким спектром биологически активных компонентов (бром, железо и др.), приуроченные к нижнекембрийским отложениям. Такие воды вскрыты скв. № 223-Э в пределах Иркутского месторождения, являющегося гидроминеральной базой курорта “Ангара”, скв. 3/89 оздоровительного комплекса “Нукутская Магеста” (Нукутское месторождение) скв. 1-В в пределах Ордайского месторождения (с/п Кедр), а также других месторождений и водопоявлений: Усть-Кутское, Усольское, Булайское, Родник [2]. Они представляют различные типы (Иркутский, Нукутский, Усольский, Красноусольский минеральных вод), которые обособляются с учетом особенностей их солевого состава и наличия комплекса биологически активных компонентов и широко используются для бальнеолечения.

Таким образом, исследованиями установлено, что в здравницах Иркутской области для бальнеолечения используются различные типы минеральных вод, которые тесно связаны с соленосными и гипсоносными нижнекембрийскими отложениями, определяющими их химический состав и комплекс специфических компонентов. Не менее широко представлены разнообразные типы питьевых лечебно-столовых и лечебных вод, приуроченных к трещинно-пластовым, трещинно-карстовым палеозойским и мезозойским водоносным комплексам.

### Литература

1. Гидрогеология СССР. Том XIX. Иркутская область. Водный редактор В.Г. Ткачук. М. Недра 1968
2. Кадастр минеральных вод СССР. – М.: Профиздат, 1987, - С. 51-52
3. Курортно-рекреационный потенциал Восточной Сибири/ Под ред. Е. Ф. Левицкого. – Томск: Печатная мануфактура, 2005. -200 с.

4. Минеральные воды южной части Восточной Сибири /Под ред. В.К. Ткачук, Н.И.Толстихин. – М. : Издательство АН СССР, 1961, - используются преимущественно 343 с.

### АНАЛИЗ ГЕОХИМИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ПАЛЕОГЕНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ МЕТОДАМИ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ

К.К. Кузеванов

Научный руководитель профессор Е.М. Дутова

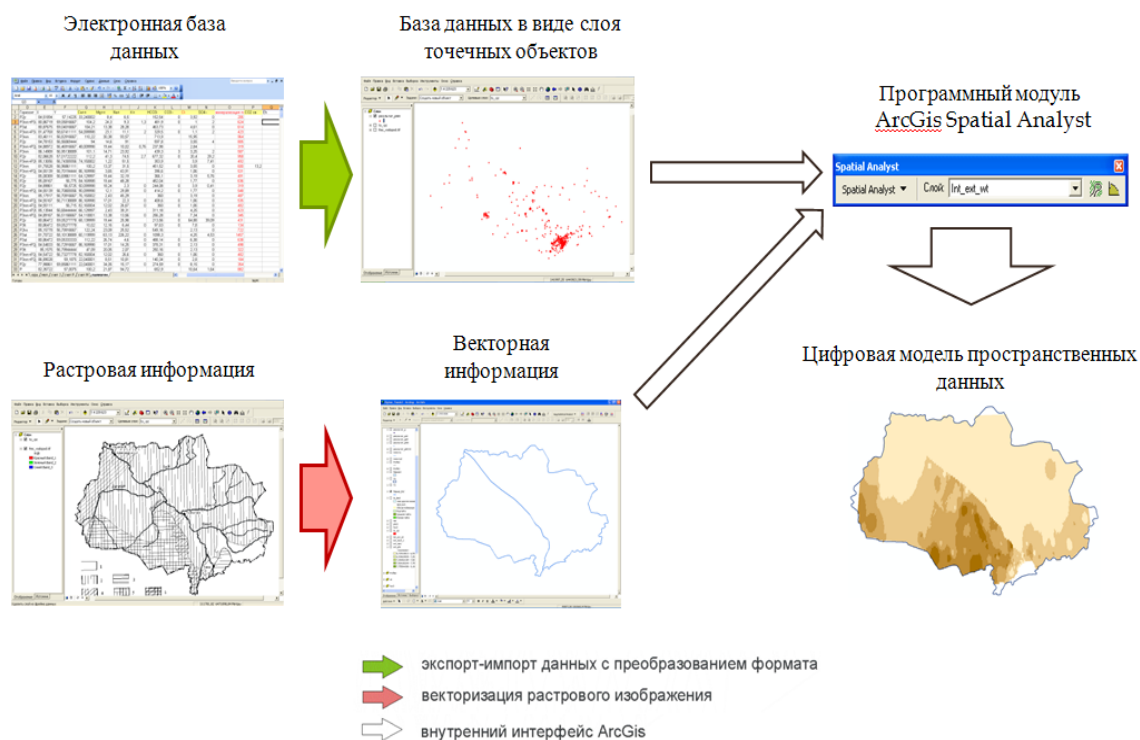
*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия.*

В связи с всевозрастающей техногенной нагрузкой на территорию юго-восточной части Западно-Сибирского артезианского бассейна вопрос о гидрогеохимических особенностях подземных вод палеогеновых отложений, активно использующихся для организации централизованного водоснабжения, приобретает все большую актуальность.

Данные о пространственной гидрогеохимической зональности подземных вод нужны не только для оценки условий организации водоснабжения, но и необходимы для обоснования наиболее эффективных технологий водоподготовки на действующих и проектируемых водозаборах как хозяйственно-питьевого, так и технического водоснабжения.

Работа по обобщению фондовых материалов гидрогеологических исследований, обработка больших объемов разнородной информации, включающей разномасштабные и разновременные карты различного содержания, материалы режимных наблюдений и данные разовых гидрогеохимических опробований – все это требует использования возможностей современных средств вычислительной техники и специализированного программного обеспечения.

Для построения электронных карт разработана технологическая схема обработки фактического материала на уровне единой автоматизированной гидрогеохимической базы данных и электронной картографической основы (рис. 1).



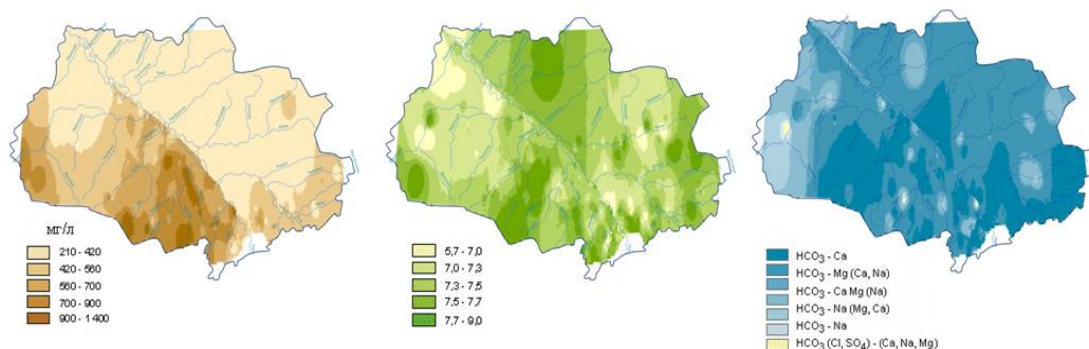
**Рис. 1. Методика обработки исходных данных**

Структура автоматизированной базы данных разработана на основе табличного процессора Excel, где реализованы различные методы статистического анализа фактического материала. Данные, обрабатываемые с использованием встроенных стандартных функций, представляют собой таблицу из  $m$  столбцов в  $n$  строках. Столбцы матрицы данных соответствуют переменным отражающим параметры химического состава, строки – пунктам наблюдения. Результаты обработки базы, содержащие сведения по значениям общей минерализации, рН и типам ионно-солевого состава вод, хранятся в отдельных файлах текстового формата для последующей реализации в ГИС-приложениях в виде географических объектов.



Подготовка электронной картографической основы производилась в ПК ArcGis, где используя базовые приемы обработки картографической информации, актуализировались слои различного содержания (административная граница Томской области, речная сеть и т.д.)

На основе единой автоматизированной гидрогеохимической базы данных и электронной картографической основы с помощью программного модуля ArcGis Spatial Analyst созданы грид-представления трех гидрогеохимических показателей подземных вод (рис. 2).



**Рис. 2. Гидрогеохимические карты подземных вод палеогеновых отложений Томской области: 1) общая минерализация; 2) рН; 3) типы ионно-солевого состава**

Полученные карты показывают, что состав подземных вод палеогеновых отложений подчиняется общей ландшафтно-климатической зональности. В соответствии с ней наиболее минерализованные и щелочные воды формируются в обстановках лесостепи и южной тайги, а наиболее пресные и кислые – в подзоне средней заболоченной тайги. Гидрокарбонатные кальциевые и магниево–кальциевые или натриево–кальциевые по составу они во всех горизонтах имеют минерализацию, закономерно уменьшающуюся от обычных 400-500 мг/дм<sup>3</sup> на юге области до 200-250 мг/дм<sup>3</sup> – в Александровском Приобье. Параллельно уменьшаются значения рН. Построенные автором карты позволяют более обоснованно и точно выделять границы распространения различных химических типов подземных вод, распространенных в палеогеновых отложениях Томской области.

#### Литература

1. Ермашова Н.А. Геохимия подземных вод зоны активного водообмена Томской области в связи с решением вопросов водоснабжения и охраны // Автореферат диссертации канд. геол.-мин. наук. - 1998. – Томск – 44 с.
2. Покровский Д.С., Дутова Е.М., Рогов Г.М., Вологодина И.В., Тайлашев А.С., Лычагин Д.В. Минеральные новообразования на водозаборах Томской области / Под ред. Д.С.Покровского. – Томск: Изд-во НТЛ, 2002. – 200 с.

### КОНСТРУИРОВАНИЕ ЛОКАЛЬНЫХ ЛИТОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ В УСЛОВИЯХ ПЛОТНОЙ ЗАСТРОЙКИ

**А.П. Кулешов**

Научный руководитель доцент А.Г. Купцов

**Российский государственный геологоразведочный университет им. С.Орджоникидзе,  
г. Москва, Россия**

Целью доклада является анализ взаимодействия возводимого многофункционального комплекса в центральной части г. Москвы с окружающей застройкой.

При большом разнообразии инженерно-геологических условий территории г. Москвы во многих случаях строительство новых зданий на площадках с плотной застройкой приводит к деформациям, а иногда и разрушениям расположенных в соседстве существующих зданий. Поэтому при осуществлении точечной застройки необходимо обеспечить надежность существующих зданий на застроенных площадках с различными инженерно-геологическими и гидрогеологическими условиями.

Степень влияния строительства нового здания на расположенные вблизи здания и сооружения в большей мере обуславливается технологией производства работ и качеством строительства.

Методы оценки влияния строительства на расположенные вблизи здания и сооружения ориентированы на строгое соблюдение всех технологических требований производства работ. Технологические отклонения могут привести к значительно большему влиянию строительства на существующую застройку.

При выполнении расчетов оснований существующих зданий и сооружений, подвергаемых влиянию нового строительства, следует учитывать изменения физико-механических свойств грунтов и гидрогеологические условия в процессе соседнего строительства, в том числе с учетом сезонного промерзания и оттаивания грунтов массива. Расчет оснований существующих зданий, подвергаемых влиянию нового строительства, должен выполняться во всех случаях, если они находятся в зоне влияния нового строительства.

Расчет оснований существующих зданий выполняется исходя из двух условий:  $S+S_{ad} \leq S_u^{полн}$ ,  $S_{ad} \leq S_{ad,u}$ , где  $S$  - деформация основания, завершившаяся до начала строительства;  $S_{ad}$  - предельное значение полной деформации;  $S_u^{полн}$  - предельное значение дополнительной деформации основания, вызванная новым строительством,  $S_{ad,u}$  - дополнительная деформация основания, вызванная новым строительством; и для двух основных случаев: 1) возникновения дополнительных эффективных напряжений в грунте за счет подъема УГВ, 2) снижение величин модуля деформации грунта при его деформации.

Для обеспечения сохранности и возможности нормальной эксплуатации объектов, находящихся в зоне влияния нового строительства, необходимо, помимо принятых конструктивных решений, предусмотреть выполнение специальных технологических решений, рассмотрение и учет характеристик проектируемых зданий и возможных конструкций их фундамента, а так же технических характеристик и состояния конструкций существующих зданий.

### ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА РЕКИ МЗЫМТА НА ИНТЕНСИВНОСТЬ РАЗВИТИЯ ЭКЗОГЕННЫХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ЕЕ ДОЛИНЕ

М.В. Кушман

Научный руководитель доцент И.Ю. Григорьева

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, г. Москва, Россия

На сегодняшний день идет интенсивное освоение и развитие туристско-горноклиматического курорта в окрестностях Красной Поляны в связи с планируемой зимней олимпиадой в 2014 г. Это важное международное событие вызвало необходимость строительства большого количества олимпийских инженерных объектов, в том числе совмещенной железной и автомобильной дороги Адлер–Альпика-Сервис. Трасса проектируемой дороги проходит по левому берегу горной р. Мзымты, в долине которой широко развиты экзогенные геологические процессы, такие как оползни, лавины, обвалы, осыпи, карст, эрозия, абразия, суффозия, сели, затопление, подтопление и т.д. Активное техногенное освоение долины р. Мзымты может повлечь их активизацию, что как показывает мировой опыт может привести к катастрофам, серьезному материальному ущербу, а также человеческим жертвам. Основным фактором, обуславливающим интенсивное развитие опасных геологических процессов в пределах рассматриваемой территории, является воздействие поверхностных вод; поэтому в связи с перспективой развития необходимо, на наш взгляд, детальное изучение и оценка влияния гидрологического режима реки на комплекс развитых экзогенных геологических процессов.

Река Мзымта является самой крупной рекой Черноморского побережья в пределах Краснодарского края (рис.1). Исток ее расположен в оз. Кардывач на Западном склоне Главного Кавказского хребта в зоне вечных снегов и ледников, а устье – в Черном море в районе города Адлера.



Рис. 1. Река Мзымта ([www.googlemap.ru](http://www.googlemap.ru))

Долина р. Мзымты в верховье имеет вид узкого глубокого ущелья, загроможденного огромными валунами и глыбами. Ограничивающие долину хребты являются собственно склонами долины; левобережная и правобережная части ее представлены либо слабонаклонными террасами, поросшими травой, либо обрывающимися к руслу реки крутыми уступами (20-30м) (рис. 2). От истока река на протяжении 39 км течет параллельно основному водоразделу до впадения в нее с правого берега р. Лауры, затем резко поворачивает к Черному морю. Русло реки, разветвленное и динамичное, а ложе – валунно-галечное. Общая длина реки составляет 89 км, а площадь водосбора – 885 км<sup>2</sup>. Ширина русла составляет 6-30 м, глубина 0,5-1,5 м, скорость течения 0,4-1,8 м/с. Мзымта имеет пороги с перепадами высотой до 2,5 м и водопады. Межень зимой. Низкая пойма реки шириной 1-20 м

ежегодно затопляется дождевыми паводками. В питании р. Мзымты в относительно равной мере участвуют грунтовые, снеговые и дождевые воды.

Основные притоки р. Мзымты – Пслух (протяженностью 15 км), Лаура (20 км), Бешенка (7,5 км), Монашенка (7,1 км), Чвижепсе (19 км), Кепша (9,0 км). Полевые наблюдения, анализ фондовой и опубликованной литературы позволяют детально проанализировать гидрологический режим р. Мзымты и впоследствии оценить его влияние на интенсивность развития экзогенных геологических процессов в пределах исследуемой территории и выявить ряд закономерностей.

Гидрологический режим реки является ярким свидетельством опасности затопления и подтопления территории в нижнем течении, так как в связи с резкими подъемами уровней при прохождении дождевых паводков и низкими их значениями в межень годовая амплитуда колебания уровня за многолетний период превышает 7,27 м (гидропост Казачий Брод); ее среднегодовой многолетний расход (Q) у п. Красная Поляна равен 97,8 м<sup>3</sup>/с, модули среднегодового стока (MQ) возрастают от Кепши к Мзымте от 48 л/с км<sup>2</sup> до 69-81 л/с км<sup>2</sup>.

В целях избегания ситуаций, при которых происходило затопление сельскохозяйственных пастбищ и подтопление инженерных сооружений, необходимо возвести защитные сооружения, которые будут учитывать в своей конструкции вышеописанные характеристики реки; высота защитных конструкций должна быть выше 7,27 м, материал конструкций должен быть устойчив к той силе потока, которую развивает р. Мзымта.



Рис. 2. Долина реки Мзымты

Для данной территории характерно весеннее половодье, иногда захватывающее летний период, поэтому, зная время прохождения возможных половодий и паводков, можно прогнозировать интенсификацию опасных геологических процессов, таких как оползни, речная эрозия и оврагообразование на всем протяжении реки; именно в этот период, на р. Мзымты сток весенне-летнего половодья может составлять от 68 до 79 % годового; осенний сток – от 9 до 19 %, зимний от 12 до 19%. За период наблюдений среднегодовые расходы воды р. Мзымты у п. Красная Поляна изменялись в пределах от 60,6 м<sup>3</sup>/с (1969 г.) до 154 м<sup>3</sup>/с (1945 г.), а их обеспеченность колебалась от 1 до 99 %. Данные характеристики свидетельствуют о возможных катастрофических половодьях в весенне-летнее время года.

На малых реках с паводочным режимом (Кепша, Монаша, Пехтина и др.) наибольший сток может наблюдаться в любой из сезонов года, за исключением, как правило, зимнего и связан с выпадением дождей, которые в свою очередь вызывают воднокаменные и грязекаменные сели в среднем течении р. Мзымты.

Также было установлено, что интенсивные ливни в непосредственной близости к руслу реки, не вызывая существенного увеличения расходов воды, значительно активизируют на склонах исследуемой долины процессы склоновой эрозии и поступление рыхлого материала в русло реки. Среднегодовой многолетний сток взвешенных наносов (W<sub>г</sub>) р. Мзымты у п. Красная Поляна достигает 700 тыс. тонн. Данные взвешенные наносы в конечном итоге формируют твердый сток, который, в свою очередь, является пляжеобразующим материалом. С одной стороны, твердый сток, отлагаемый вдоль берега моря, естественным образом снижает интенсивность процесса абразии. С другой – взвешенные наносы способствуют речной эрозии. Увеличение количества взвешенных наносов ведет к повышению интенсивности процесса речной эрозии.

Наибольшая доля стока влекомых наносов р. Мзымты проходит в период половодья в мае (30,6 % от годового). Максимальные расходы влекомых наносов приурочены, как правило, к дождевым паводкам; в различные годы их значения могут изменяться на порядок. Анализируя вышеприведенную информацию, можно ожидать, что с апреля по ноябрь процесс речной эрозии за счет большого количества влекомых наносов будет развиваться наиболее интенсивно. Кроме того, из-за большого модуля стока на этих реках возможно повторение ситуации, названной «Усойский завал». На малых реках с эпизодически возникающими водотоками в движение приходят и более крупные частицы, вплоть до валунов диаметром свыше 500 мм. Данный факт необходимо учитывать при проектировании опор мостов, эстакад, а также конструкций противоэрозионных сооружений.

Выявление количественной взаимосвязи между основными параметрами гидрологического режима и показателями интенсивности развития ряда экзогенных геологических процессов позволит детально обосновать конструкции защитных сооружений проектируемой дороги Адлер–Альпика–Сервис.

## ИЗМЕНЕНИЕ УРОВЕННОГО РЕЖИМА ПОДЗЕМНЫХ ВОД ПОД ВЛИЯНИЕМ ЭКСПЛУАТАЦИИ ВОДОЗАБОРА ГОРОДА УРАЯ

А.В. Лохман, О.А. Боровкова

Научный руководитель доцент И.Н. Безуглая-Анненкова

ООО Научно-исследовательская фирма «РосНедра», г. Тюмень, Россия

Главной задачей изучения эксплуатации водозаборов подземных вод является выявление изменений основных показателей и, в особенности, уровней воды, снижения производительности, ухудшения качества воды.

Эксплуатация подземных вод нарушает, прежде всего, режим и баланс подземных вод. При эксплуатации водозаборных сооружений в течение длительного времени это выражается в изменении уровней подземных вод, их химического состава, снижении напоров, изменении радиусов влияния и т.д.

Изучение режима, создающегося под влиянием искусственной откачки, необходимо, для правильной эксплуатации водозаборных сооружений. Наблюдения за подземными водами при их эксплуатации особенно важны в I поясе зоны санитарной охраны, которая включает участок водозабора со всеми сооружениями и оборудованием.

С понижением уровней подземных вод может быть связано уменьшение производительности водозабора. Снижение уровней под влиянием эксплуатации в артезианских водах достигает десятков и сотен метров, в грунтовых водах оно значительно меньше – до 20м.

Очень важным является прогноз изменения качества подземных вод, который позволяет обосновать меры борьбы с загрязнением вод в районе водозабора и в зоне питания подземных вод.

Радиус влияния является величиной переменной, зависящей от режима подземных вод и, как следствие, от времени.

Наблюдения за уровнем и качеством подземных вод с анализом изменения условий их формирования, а также с учетом анализа показателей эксплуатации водозабора и санитарных условий позволяют сделать вывод о качестве работы этого водозабора, стабильности или изменения производительности и качества воды, подаваемой водозабором, а также о его техническом состоянии.

В данной работе мы заостряем внимание на изменении урвненного режима на территории Урайского городского водозабора под влиянием водоотбора.

Урайский городской водозабор хозяйственно-питьевого и производственного назначения эксплуатируется с 1968 г. Добыча воды за последние 5 лет изменялась в незначительных пределах (от 4927,238 тыс.м<sup>3</sup> до 3809,177 тыс.м<sup>3</sup>). В настоящее время водозабор работает стабильно с величиной водопотребления в 13000-13500 м<sup>3</sup>/сутки (4927,238 тыс.м<sup>3</sup>).

Авторами была произведена обработка наблюдений за режимом подземных вод при эксплуатации водозабора, а также систематизированы полученные данные.

Ниже представлены графики изменения уровней подземных вод по некоторым рабочим скважинам на водозаборе города Урая за последние 8 лет по отношению к их начальному статическому положению (рис. 1,2,3).

Изучение естественного уровня подземных вод имеет существенное значение для сопоставления его с уровнем, искусственно измененным в процессе эксплуатации.

При работе водозабора вследствие постоянного водоотбора вокруг скважин начинает формироваться воронкообразное углубление – воронка депрессии. Воронка депрессии развивается постепенно, по мере постепенного водоотбора. Наиболее интенсивное понижение происходит в начальный период. Далее снижение уровня постепенно замедляется и может стабилизироваться.

Воды атлым-новомихайловского водоносного горизонта, эксплуатируемые водозабором города являются напорными. В напорных водах воронка депрессии формируется за счет снижения напора, при этом осушения водоносного пласта, как в случае с безнапорными водами, не происходит. Чем больше откачивается воды, тем больше по своим размерам воронка депрессии.

Динамические уровни по водозаборным скважинам на изучаемой территории изменяются от 29,3 до 47 м. Статические уровни в настоящее время колеблются в пределах от 21 м до 23 м. В результате проводимых режимных наблюдений было установлено, что размер воронки депрессии по водозабору в целом за последние 15-20 лет не увеличивается, что объясняется хорошими фильтрационными свойствами и высокой степенью водообильности запасов за счет вышележащих водоносных горизонтов, взаимосвязью с поверхностными водами и атмосферными осадками.

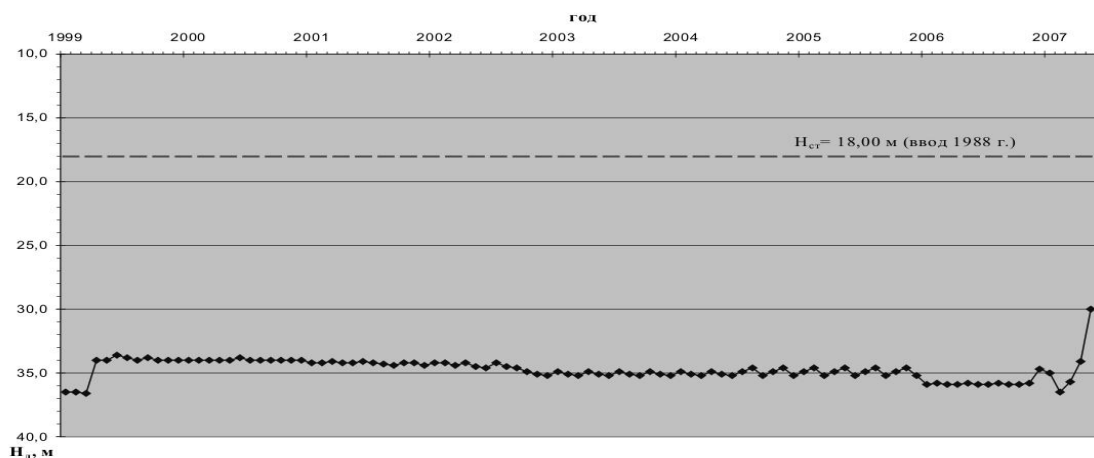


Рис. 1. Изменение динамического уровня в скважине № 53 по годам

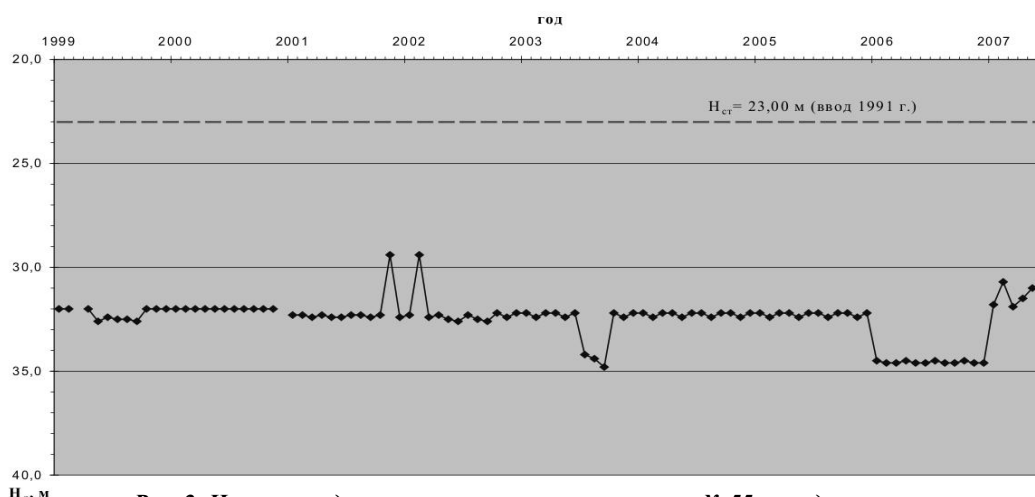


Рис. 2. Изменение динамического уровня в скважине № 55 по годам

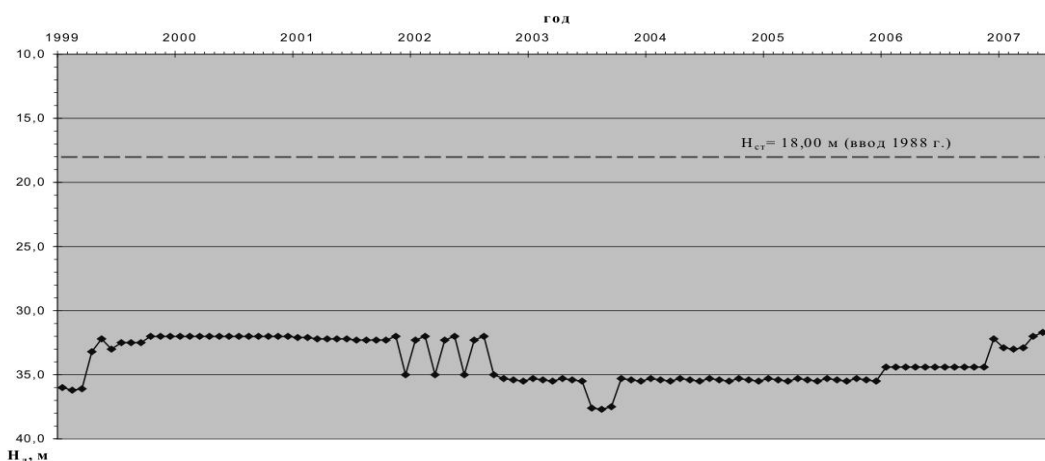


Рис. 3. Изменение динамического уровня в скважине № 75 по годам

Уровненный режим пресных подземных вод атлым-новомихайловского водоносного горизонта можно считать вполне установившимся.

При стабильном водоотборе в последующие 20-25 лет снижение уровня будет происходить в рамках допустимых величин [1].

#### Литература

1. Безуглая-Анненкова И.Н., Безуглый А.В., Семенова Т.В. Переоценка эксплуатационных запасов подземных вод на территории водозабора города Урая для хозяйственно-питьевых целей. – Тюмень: РосНедра, 2007. – 202 с.

### О КАЧЕСТВЕ ДРЕНАЖНЫХ ВОД БЕРЕЗОВСКОГО РУДНИКА НА РУДНОМ АЛТАЕ

Л.С. Манучарян

Научный руководитель профессор М.Б. Букаты

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Рудный Алтай характеризуется обилием водных ресурсов высокого качества. Интенсивная добыча и переработка руд цветных металлов отрицательно влияет на качество воды. На действующих рудниках дренажные воды перед сбросом в водоемы подвергаются очистке. По иному обстоит дело при прекращении деятельности рудника. Неустраненные последствия горнодобычных работ, главное из которых – искусственная пустотность ранее практически монолитного массива горных пород (капитальные и подготовительные горные выработки, очистные пространства, зоны сдвижения, сеть буровых скважин, повышенная трещиноватость от буровзрывных работ), принципиально в худшую сторону изменяют гидрогеохимическую обстановку конкретного участка земной коры, ранее характеризовавшегося благоприятными геоэкологическими условиями.

Вторичная пустотность обуславливает высокую водопроницаемость горного массива, нивелирование уровня подземных вод по сравнению с ненарушенными естественными условиями. Это приводит к усилению

дренирования одних (верхних) и подпору, подтоплению других (нижних по потоку) участков. Зоны сдвижения пород над выработанными пространствами, провальные воронки обеспечивают прямую, практически мгновенную доступность горных выработок для поверхностных вод.

Полезные рудные компоненты связаны с сульфидами, доступность которых процессам окисления и последующего выщелачивания продуктов окисления подземными (дренажными) водами определяет интенсивность и массу выносимых вредных токсичных веществ. В разные периоды существования рудного месторождения и рудника гидродинамические и гидрохимические ситуации существенно различаются. Рассмотрим эти вопросы на примере Березовского и Ново-Березовского рудников.

Месторождения приурочены к рудным зонам северо-западного простирания, удаленным друг от друга на 2 км, разделены поверхностным водоразделом с отметками до 460 м. Рудовмещающие сланцы, алевролиты, порфириты, туфы практически инертны к химическому выщелачиванию. С поверхности на значительных площадях залегают слабодопроницаемые покровные лессовидные суглинки мощностью до 50 м и под ними – неогеновые глины.

В рудах основными являются медь, цинк, свинец, сера общая, попутными – кадмий и висмут. Это определяет состав вредных веществ в дренажных водах. Рудные тела, содержащие сульфиды металлов, крутопадающие. Поэтому горные выработки развивались главным образом на глубину. Проекция их на горизонтальную плоскость («большой колодезь») оставалась практически постоянной. Трещиноватость выветривания коренных пород развита до глубины 50-70 м. Тектоническая трещиноватость имеет ограниченное распространение до глубин 150-200 м, несмотря на приуроченность месторождений к мощнейшей тектонической зоне – Иртышской зоне смятия. Рудные тела Березовского месторождения в долине ручья залегают близко к поверхности и в естественных условиях проявлялись гидрохимической аномалией – родниковый сток из рудной зоны в ручей Березовский составлял около  $5 \text{ м}^3/\text{ч}$  ( $1,5 \text{ дм}^3/\text{с}$ ) с минерализацией воды  $1,2-1,8 \text{ г}/\text{дм}^3$ , содержанием сульфатов до  $700 \text{ мг}/\text{дм}^3$ , цинка до  $1,2 \text{ мг}/\text{дм}^3$ . Рудные тела на Ново-Березовском месторождении залегают с глубины 50-70 м от эрозионной поверхности, за счет них гидрогеохимическая аномалия не сформировалась (не проявилась).

До октября 1990 г. вскрыты и отработаны руды на Ново-Березовском месторождении на абсолютных отметках 270 м (интервал 250 м), на Березовском на отметках 344 минус 154 м (интервал 498 м). Над выработанным пространством Березовского месторождения в 1954-58 г.г. развилась зона сдвижения пород шириной до 80 м, длиной 1100 м, в том числе с захватом долины ручья Березовский на протяжении 400 м, с воронками обрушения, которые периодически из соображений безопасности засыпали пустыми скальными породами.

Дренажные воды Ново-Березовского рудника перепускались на Березовский рудник по соединительно-му квершлагу, пройденному на отметках 170-160 м. Квершлаг длиной 2100 м, сухой, вблизи Ново-Березовского месторождения из подсеченных разведочных скважин приток до  $10 \text{ м}^3/\text{ч}$ . Рассмотрим состояние качества дренажных вод на выходе из Березовского рудника с 1984 (предликвидационный этап) по май 2008 г. Этот интервал времени условно разбивается на три периода, когда дренажные воды формировались в принципиально различных условиях.

**Первый период**, до октября 1990 г., когда производилась отработка руды, водоотлив осуществлялся главной насосной Березовского рудника на отметке минус 140 м, в том числе откачивалась подаваемая с поверхности для технических целей пресная вода. Водоприток формировался за счет трещинных подземных вод верхней части разреза, поглощения поверхностных вод в зоне сдвижения, глубже 50-70 м – из трещин и стволов подсеченных выработками геологоразведочных скважин, пробуренных с поверхности. Во вскрытом массиве пород протекали процессы окисления сульфидов, но вынос растворимых продуктов окисления был ограничен смывом с ограниченных площадей контакта с текущей водой. Средние годовые водоотливы составляли  $113-166 \text{ м}^3/\text{ч}$ , средний за период  $147,3 \text{ м}^3/\text{ч}$ . Средние годовые содержания в откачиваемой воде,  $\text{мг}/\text{дм}^3$ : меди –  $0,18-0,65$  (среднее  $0,26$ ); свинца –  $0,08-0,13$  (среднее  $0,12$ ); цинка –  $7,31-29,8$  (среднее  $17,3$ ); кадмия –  $0,012$ . Вынос цинка изменялся от 9147 до 42242 кг в год, средний за период – 22298 кг.

**Второй период**, октябрь 1990 – ноябрь 1996 г.г., добыча руды и подача с поверхности технической воды прекращены, водоотлив осуществлялся насосной главной водоотлива Березовского рудника на отметке 150 м, выработки обоих рудников ниже этой отметки затоплены (мокрая консервация).

Водоприток формировался аналогично первому периоду. Смоченная поверхность за счет затопления нижней части рудников увеличилась, смыв продуктов окисления также увеличился, разбавление дренажных вод технической водой прекратилось. Средние годовые водоотливы составили  $87-207$  (средний  $151$ )  $\text{м}^3/\text{ч}$ . Содержание в  $\text{мг}/\text{дм}^3$  меди  $0,04-0,31$  (среднее  $0,14$ ); цинка  $22,5-43,8$  (среднее  $29,5$ ); кадмия  $0,03-0,15$  (среднее  $0,04$ )  $\text{мг}/\text{дм}^3$ . Годовой вынос цинка  $22050-41840$  (средний  $38977$ ) кг.

**Третий период**, ноябрь 1996 (остановка водоотлива) – ноябрь 1997 (начало самоизлива через шахту «Капитальная») из штольни на отметке  $334,14 \text{ м}$  – май 2008 г. (последний отбор дренажной воды).

Водопритоки формируются аналогично с предыдущими периодами, но в условиях относительно менее интенсивного дренирования ввиду подпора при затоплении ранее сформировавшихся динамических уровней подземных вод и пород в зоне сдвижения. Минимальные расходы около  $50 \text{ м}^3/\text{ч}$  характерны в зимнюю межень (ноябрь 1997 г.), максимальные ( $560 \text{ м}^3/\text{ч}$ ) – при снеготаянии. Специальными расчетами норма водопритока при существующей ситуации определена  $140 \text{ м}^3/\text{ч}$ .

На начальном этапе после затопления около трех лет дренажные воды наиболее загрязнены (происходит смыв ранее накопившихся растворимых продуктов окисления). Мгновенные содержания в  $\text{мг}/\text{м}^3$  меди  $0,018-0,39$  (среднее  $0,12$ ); свинца до  $0,08$  (среднее  $0,043$ ); цинка  $38,8-250$  (среднее  $139,7$ ); кадмия  $0,084-0,77$  (среднее  $0,36$ ); сульфатов  $837-2814$  (среднее  $1890$ ); сухой остаток  $2080-4544$  (среднее  $3304$ ). Средний годовой вынос цинка достигает  $171132$  кг. Далее процессы окисления и выщелачивания затухают, так как интенсивность водообмена

замедляется (по расчетам полный водообмен происходит в течение около 100 лет), растворенный кислород привносится в ограниченном количестве.

Представление о затухании окисления сульфидов и выноса продуктов окисления с глубины получено по пробам, отобраным 03.06.1998 г. в затопленном стволе шахты «Ново-Березовская» с глубин 170 и 210 м. Соответственно на этих глубинах анализами установлены содержания, мг/дм<sup>3</sup>: сухой остаток 2500 и 932, растворенный кислород 11,63-3,60; сульфаты 1458-334; общая жесткость 29-10; железо общее 0,35-0,02; медь 0,019-0,019; цинк 44,23-1,7; кадмий 0,020-0,005; свинец 0,017-0,013; марганец 10-0,27. Результатом затухания процессов является снижение содержания вредных веществ в дренажной воде и объема выносимого цинка до значений, характерных первому периоду – при интенсивной добыче руды (содержания меди 0,002-0,06; среднее 0,028; свинца 0,004-0,073; среднее 0,025; цинка 2,1-16,95; среднее 7,57; кадмия 0,002-0,23; среднее 0,073; годовой вынос цинка 9273 кг), то есть «возродился» рудник без очистки шахтных стоков. Водоприток складывается из поступления по соединительному квершлагу от Ново-Березовского месторождения 50 м<sup>3</sup>/ч, из геологоразведочных скважин 30 м<sup>3</sup>/ч и поступления на собственно Березовском месторождении 60 м<sup>3</sup>/ч.

Геозокологическая ситуация к 2009 г. в районе Березовского рудника с запределным загрязнением водных ресурсов сложилась в результате «ликвидации» рудника по проекту бывшего ГПИ «Казгипроцветмет» (демонтаж и выдача на поверхность оборудования и материалов без простейших водоохраных мероприятий, обособленных специальными гидрогеологическими исследованиями). Своевременная заглушка обводняющих геологоразведочных скважин и постановка водонепроницаемой перемычки в соединительном квершлаге позволили бы уменьшить водоприток на 30 и 50 м<sup>3</sup>/ч соответственно. Постановка водонепроницаемой перемычки в створе шахты «Капитальная» позволила бы уменьшить излив дренажных вод с 60 до 20 м<sup>3</sup>/ч. Оставшееся загрязнение водных ресурсов было бы соизмеримо (несколько больше) с природным загрязнением в виде гидрогеологической аномалии до вскрытия месторождения. На Рудном Алтае подобные ситуации могут сложиться на многочисленных обрабатываемых месторождениях.

*Научно-практические выводы и рекомендации.*

1. Ликвидируемые рудники являются крупными, чрезвычайно опасными источниками загрязнения водных ресурсов – основы жизни. Они заслуживают самого пристального внимания.

2. Ликвидация рудников должна выполняться, в том числе с реализацией водоохраных мероприятий, разрабатываемых на основе глубокого и всестороннего анализа существующей и прогнозной геозокологических ситуаций.

3. Мокрая консервация рудников эффективна в части минимизации загрязнения водных ресурсов при создании условий весьма замедленного водообмена подземных вод во вскрытом рудником массиве пород.

4. Своевременное «отключение» отдельных источников формирования дренажных вод при ликвидации рудника – единственный надежный путь защиты водных ресурсов от загрязнения.

#### Литература

1. Кузнецов А.П. Отчет о гидрогеологических работах, проведенных в 1945-1946 г.г.
2. Рабочий проект консервации Березовского и Ново-Березовского рудников Иртышского полиметаллического комбината / ГПИ «Казгипроцветмет». — Усть-Каменогорск, 1992.
3. Отчет Оценка воздействия на окружающую среду (подземные воды и экзогеопроецессы) ликвидации Березовского рудника и рекомендации по уменьшению отрицательных последствий (геозокологические исследования) Рук. Бебянин В.И. и др. отчет, 1998.
4. Первичные материалы бывшего ТОО «Иртыш» по шахтным водам Березовского рудника.

### ЭКОЛОГО-ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА АЛБАЗИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

**В.А. Олейник**

Научный руководитель профессор Е.М. Дутова

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

Одним из лидеров золотодобывающих предприятий на Дальнем Востоке РФ сегодня является компания ОАО «Полиметалл». Наиболее перспективный участок работ в Хабаровском крае с запасами и ресурсами порядка 100 тонн золота – это Албазинское золоторудное месторождение. Вопрос экологии месторождений для компании ОАО «Полиметалл» приобретает все большую значимость. Полное соответствие производственной деятельности и ее воздействия на окружающую среду государственным и отраслевым нормативам российского законодательства и выполнение директив Всемирного Банка, а именно руководства о защите окружающей среды – вот к чему стремится компания ОАО «Полиметалл». Состояние природных вод на территории работ компании – это яркий индикатор целостного экологического состояния.

Албазинское месторождение рудного золота располагается в районе им. Полины Осипенко Хабаровского края. Освоение месторождения имеет вековую историю. Первые упоминания о добыче россыпного золота датируются 1870 годами. Золотоносность коренных пород Албазинского месторождения впервые установлена в 1955 году в процессе поисковых работ. Детальные поисковые работы проводились в 1958-1961 г.г. В 1989-1993 г.г. Нижне-Амурской экспедицией проведены поисково-оценочные работы. С 2002 г. работы ведет ОАО «Полиметалл». Гидрогеологическая изученность района месторождения слабая. В 2001 г. в бассейне ручья Ошибочно-го Институтом Водных и Экологических Проблем ДВО РАН были проведены экологические исследования. В

2001-2003 г.г. непосредственно на намечаемых промплощадках и в зоне карьера ОАО «ДальТИСИЗ» были проведены инженерно-геологические и гидрогеологические работы. В 2007-2008 г.г. ООО ППК «Амурбурвод» произведена разведка подземных вод в долине ручья Ошибочный для водоснабжения проектируемого горно-обогатительного комбината [2].

Территория работ принадлежит бассейну ручья Ошибочный – правого притока реки Сомня (Амгуни). Рельеф месторождения низкогорный, сильно расчлененный. Бассейн ручья полностью расположен в лесной зоне. Его длина 13,8 км, площадь водосбора составляет 47,1 км<sup>2</sup>. В зимний период он промерзает полностью. Минерализация поверхностных вод летом составляет 15-35 мг/л, а в зимний сезон – 50-110 мг/л. Среди анионов доминирует гидрокарбонат-ион, а в катионном составе преобладает кальций. Жесткость – 0,2-1,2 мг-экв/л (вода очень мягкая), pH от 3,0 до 6,8 (кислые), содержание углекислоты в летнее время колеблется от 2 до 20 мг/л, а зимой – в пределах 15-60 мг/л, концентрации некоторых элементов превышают предельно допустимые значения для водных объектов рыбохозяйственного водопользования (железо до 1,5 ПДК, медь и цинк до 3 ПДК).

В геологическом строении района принимает участие разнообразный комплекс осадочных и изверженных пород. Наибольшее распространение имеют осадочные терригенные отложения юрского возраста. На них с угловым несогласием залегают поздне меловые вулканогенные образования. Некоторая часть территории района занята интрузивными породами. Албазинская рудоносная структура прослежена на расстояние около 5 км в полосе шириной до 500 м. В состав структуры входят несколько рудоносных зон и рудопоявлений мощностью от 20 до 100 м. Вмещающими породами для даек служат песчаниковая и кремнистая толщи.

Характеризуемый район расположен в пределах Сихотэ-Алинской гидрогеологической складчатой области в Нижнеамурской системе гидрогеологических массивов, артезианских и вулканогенных бассейнов [1]. В гидрогеологическом разрезе района Албазинского месторождения выделяются водоносный горизонт четвертичных аллювиальных отложений и водоносная зона трещиноватости терригенно-осадочных, вулканогенных и интрузивных пород. Водоносный горизонт четвертичных аллювиальных отложений распространен в виде узких полос шириной от 10 до 300 м вдоль рек и ручьев, занимая долины этих водотоков. Водоносными являются плохо отсортированные валунно-галечные отложения с суглинистым и супесчаным заполнителем. Мощность этих отложений не превышает 5-12 м. Глубина залегания уровня подземных вод составляет 1-3 м. Подземные воды водоносного горизонта четвертичных аллювиальных отложений очень пресные, их минерализация не превышает 0,09 г/л. По составу воды гидрокарбонатные магниево-кальциевые. Температура их равна 1,5°С.

Водоносная зона трещиноватости юрско-меловых терригенно-осадочных и интрузивных пород распространена повсеместно в районе месторождения, слагая междуречные и водораздельные пространства и подстилая водоносный горизонт четвертичных аллювиальных отложений. Водовмещающими являются трещиноватые песчаники, алевролиты, диориты, габбро, диоритовые порфириды, андезиты с трещинными водами зоны экзогенной трещиноватости и трещинно-жильными водами. Подземные воды водоносной зоны трещиноватости юрско-меловых отложений очень пресные, их минерализация не превышает 0,15 г/л. По составу воды гидрокарбонатные магниево-кальциевые. Вблизи рудных тел Албазинского месторождения подземные воды по составу сульфатно-гидрокарбонатные натриево-кальциевые. Температура подземных вод, замеренная при откачках из скважин, равна 5-6°С.

На данном этапе разработки месторождения ведется строительство горно-обогатительного предприятия, в состав которого войдут карьер, промплощадка, золотоизвлекательная фабрика, объекты вспомогательного назначения, вахтовый поселок, хвостохранилище, базисный склад химреагентов. Расположение и оборудование данных объектов направлено на минимизацию возможных воздействий на окружающую среду.

Вода используется для хозяйственно-питьевых и технических нужд. По результатам разведки подземных вод для водоснабжения предприятия строится водозабор. В качестве технических вод используется вода из поверхностных водных объектов, а также скважин, расположенных вблизи промплощадок. Для хозяйственно-питьевых нужд – подземные воды скважин, удаленных от производственной и жилой зоны на расстоянии границы третьего санитарно-защитного пояса. Подземные и поверхностные воды характеризуются как слабо минерализованные. Минерализация подземных вод не превышает 0,12 г/л, а поверхностных – 0,06 г/л. По химическому составу воды гидрокарбонатные натриево-кальциевые. Качество подземных вод соответствует требованиям Сан-ПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем хозяйственно – питьевого водоснабжения. Контроль качества». Запасы подземных вод на участке Ошибочный, оцененные гидравлическим способом, приняты в объеме 368 м<sup>3</sup>/сут. Существенного влияния на окружающую среду от эксплуатации водозабора на участке Ошибочный не ожидается, так как запасы подсчитаны в пределах величин естественных ресурсов и восполняемых запасов подземных вод.

Суровые климатические условия и сейсмическая нестабильность района (интенсивность до 7 баллов) могут привести к аварийным ситуациям на предприятии, которые отрицательно повлияют на окружающую среду и, прежде всего, на природные воды. Расположение территории в континентальном районе Дальнего Востока приводит к увеличению концентрации загрязняющих веществ на ограниченных территориях, что в случае аварийной ситуации приведет к более сильному загрязнению вод в пределах небольших пространств [3]. Таким образом, дальнейшая оценка возможного изменения экологической обстановки природных вод будет являться важным компонентом при определении экологических рисков предприятия.



## Литература

1. Гидрогеология СССР. Том 26. М.: Недра, 1972. – 246 с.
2. Кулаков В.В. Отчет «Разведка подземных вод в долине руч. Ошибочный для водоснабжения проектируемого горно-обогатительного комбината на Албазинском золоторудном месторождении с подсчетом запасов по состоянию на 1.11.2008 г.» в 2-х книгах. Амурбурвод, 2008.
3. Региональное природопользование: методы изучения, оценки и управления / Под ред. П.Я. Бакланова, В.П. Каракина. – М.: Логос, 2003. – 160 с.

### ПЕРСПЕКТИВЫ ВОДОСНАБЖЕНИЯ НЕФТЕПРОМЫСЛОВЫХ ОБЪЕКТОВ ТЕРСКО-КАМОВСКОГО ЛИЦЕНЗИОННОГО УЧАСТКА

**А.С. Паздникова**

Научный руководитель профессор М.Б. Букаты

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

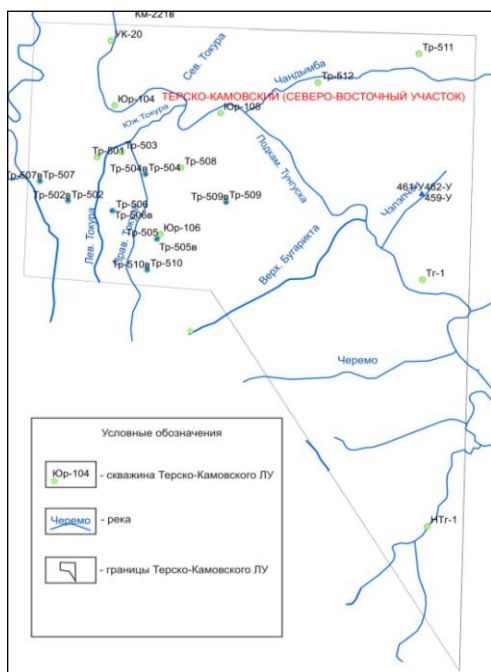
В Лено-Тунгусской нефтегазоносной провинции Сибирской платформы открыто более 30 крупных и крупнейших месторождений; с этой территорией связано развитие нефтегазового комплекса России. В связи с необходимостью обеспечения промыслов хозяйственно-питьевыми и техническими водами остро стоит проблема водных ресурсов, а также из-за относительно слабого развития коллекторов вследствие повышенной литификации вмещающих горных пород, связанных с их древним возрастом.

Водоснабжение Терско-Камовского лицензионного участка (рис. 1) может базироваться на применении как поверхностных, так и подземных вод.

Поверхностные воды участка пресные, поэтому лучше не использовать их для поддержания пластового давления. Эти воды вполне пригодны для хозяйственно-питьевого и технического водоснабжения. При планировании забора воды следует учесть неравномерность распределения по площади водных объектов. По качеству воды пригодны для питья без специальной подготовки (кроме фильтрования и отстаивания) [1]. Но после начала разработки месторождения возможно загрязнение поверхностных вод, поэтому следует рассмотреть обеспечение нефтепромысла достаточным количеством подземных вод.

Палеоген-четвертичные отложения песчано-глинистого состава служат транзитной зоной питания нижележащих водоносных комплексов. верхнепалеозойско-триасовый и ордовикский трещиноватые комплексы частично или полностью промороженные, встречаются на водоразделах, поэтому не могут рассматриваться в качестве высокоперспективных для водоснабжения. Верхнеэвенкийский подкомплекс надсолевого водоносного комплекса, карбонатно-терригенные отложения которого обладают наиболее высокими фильтрационными характеристиками, вмещает часть запасов пресных вод. Среднеэвенкийский и нижнеэвенкийский подкомплексы включают по два водоносных горизонта, каждый из которых обладает обильной водностью. В составе оленчминского подкомплекса присутствует более водобильная зона трещинно-пластовых и трещинно-карстовых вод.

Соленосная формация характеризуется застойным гидродинамическим режимом, высокой минерализацией и метаморфизацией химического состава рассолов. Ее разрез практически не содержит коллекторов, за исключением нескольких слабопроницаемых горизонтов в различной степени глинизированных и сульфатизированных известняков и доломитов нижнелитвинцевского, булайского, верхнебельского, нижнебельского и осинского.



**Рис. 1. Схема расположения  
Терско-Камовского лицензионного участка**

ского.

Из тэтэрского горизонта подсолевой формации отмечались самоизливы сверхкрепких подземных рассолов. Верхнерифейские и вендские залежи характеризуются выраженным упруговодонапорным режимом, причем коллекторские свойства нефтегазоносных отложений возрастают. Геологические запасы вод в вендских и рифейских породах в объемном выражении сравнимы с запасами залежей нефти и газа [1].

При рассмотрении возможностей применения природных вод необходимо учитывать, для каких целей используется вода. К примеру, в системах заводнения пласта предпочтительней использование высокоминерализованных пластовых вод или многократное использование попутных нефтяных вод, которые обладают хорошей химической совместимостью с пластовыми водами.

Эти воды не содержат механических примесей, обладают достаточной соленостью, вследствие чего препятствуют развитию микроорганизмов и не оказывают воздействия на глинистые компоненты. Если же воды окажутся несовместимыми, то при контакте закачиваемой воды с подземной могут происходить процессы выпадения осадков, что приводит к заиливанию, цементации пор и пустот в породе, разбуханию глинистых компонентов пород [2].

В настоящей работе рассмотрена верхняя часть разреза, которая представляет особый интерес, так как гидрогеологические условия, которые контролируют распространение и качество подземных вод, остаются пока слабоизученными.

По имеющимся данным проведен анализ дебитов скважин, пробуренных для водоснабжения; в среднем они составляют 100-300 м<sup>3</sup>/сут (рис. 2). Из рисунка видно, что большинство скважин характеризуется обильной водностью. Скважины вскрывают водоносные горизонты пролетарской и эвенкийской свит, которые включают в себя водоносные комплексы, характеризующиеся наличием отложений, обладающих наиболее высокими фильтрационными свойствами. Важно выяснить, какой подкомплекс обладает наибольшей водообильностью, что позволит рассматривать его как источник водоснабжения.

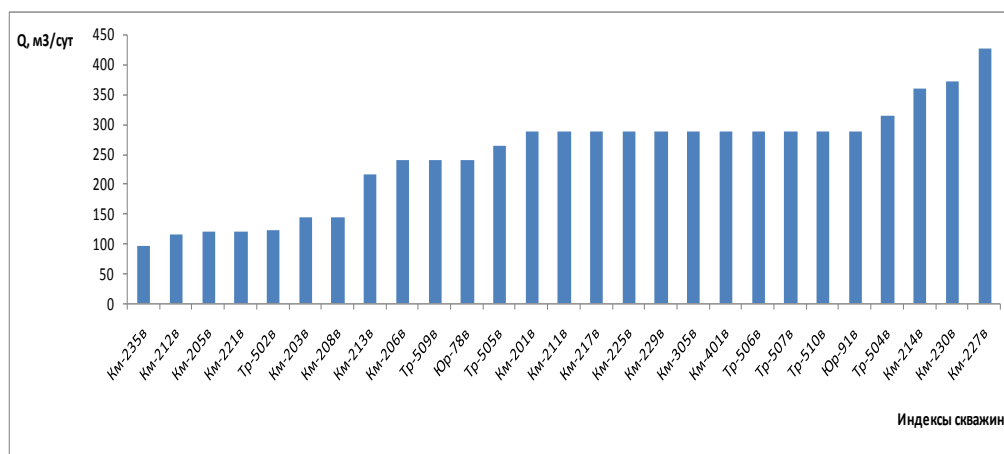


Рис. 2. Дебиты скважин, пробуренных для водоснабжения

Воды пресные, в основном гидрокарбонатные смешанного катионного состава [1], поэтому их можно использовать для хозяйственно-питьевого и технического водоснабжения.

В соответствии с распространением и перспективностью четко выражена разница в количестве скважин, вскрывающих пролетарский, верхне-среднеэвенкийский и средне-нижнеэвенкийский подкомплексы. Большинство скважин принадлежат карбонатно-терригенным отложениям верхнеэвенкийского подкомплекса надсолевого водоносного комплекса, которые заключают в себе значительные запасы подземных вод. Мощность горизонта составляет 10-30 м, дебиты скважин – 150-300 м<sup>3</sup>/сут (рис. 3).

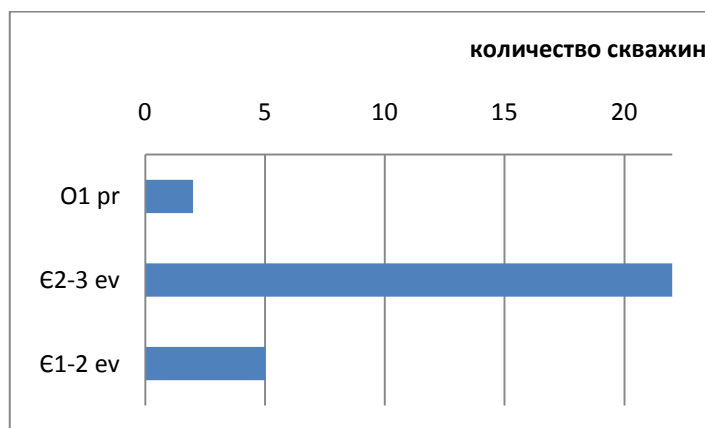


Рис. 3. Распределение эксплуатационных скважин разных стратиграфических подразделений

Таким образом, исходя из имеющихся характеристик, можно сделать вывод о перспективности водоснабжения Терско-Камовского лицензионного участка за счет подземных вод. Наибольший интерес представляют воды, которые можно использовать в качестве агентов заводнения, так как потребность в водах для хозяйст-

венно-питьевого и технического водоснабжения значительно ниже и для этих целей установлена достаточная обеспеченность пресными водами.

Что касается поверхностных вод, то нефтяной промысел, планируемый на Терско-Камовском лицензионном участке, в достаточной мере обеспечен запасами. Запасы подземных вод рассматриваемой верхней части разреза довольно значительны, но не пригодны для поддержания пластового давления. С глубиной минерализация возрастает, значит для заводнения можно рассмотреть воды нижележащих пластов, а именно солоноватые и соленые, реже рассольные воды оленчиминского подкомплекса, надсолевые рассолы верхнеангарско-литвинцевской соляной зоны, высоко минерализованные и метаморфизированные рассолы верхнебельского, нижнебельского и осинского горизонтов.

#### Литература

1. Перспективы использования природных вод разных химических типов при разработке месторождений нефти и газа в условиях Сибирской платформы (на примере Юрубчено-Тохомского месторождения) / М.Б. Букаты, И.И. Юрчик, В.А. Зуев и др. // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. – 2005. – № 7. – С. 37 – 49.
2. Ибрагимов Г.З., Хисамутдинов Н.И., Телин А.Г., Потапов А.Н. Разработка нефтяных месторождений. – М.: Недра, 1998. – 312 с.
3. Каналин В.Г., Ованесов М.Г., Шугрин В.П. Нефтегазопромысловая геология и гидрогеология. – М.: Недра, 1985. – 248с.

### АНАЛИЗ ДАННЫХ ПОЛУЧЕННЫХ НА СТАЦИОНАРНОМ УЧАСТКЕ «НОВО-РАЗВОДНАЯ» ИРКУТСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

В.А. Пеллинен

*Институт земной коры СО РАН, г. Иркутск, Россия*

На динамику абразионно-аккумулятивных и сопутствующих им процессов в береговой зоне водохранилища оказывают две группы факторов: внешние (климат, сработка уровня, и др.) и внутренние (гранулометрический, химико-минералогический составы, плотности, пластичность и т. п. физико-механические свойства). Важной задачей в изучении грунтов, подверженных воздействию абразионно-аккумулятивных процессов является установление взаимосвязей между отдельными свойствами грунтовой толщи [1].

На Иркутском водохранилище выявлено несколько генетических типов абразионного берега, изучены направления ветров, проанализирован уровеньный режим, дан прогноз отступления берега по всему водохранилищу на 10 и 25 лет [2].

По морфологическим особенностям на акватории Иркутского водохранилища выделяют три района: «Истоковый», «Средний» и «Приплотинный» [2]. В наиболее большом районе «Приплотинный» (площадь водного зеркала 81,6 км<sup>2</sup>) был организован стационар по правому берегу, в мысовой части, недалеко от поселка «Ново-Разводная».

Целью работы является анализ данных, полученных в результате исследований на стационарном участке «Ново-Разводная» за один сезон стояния открытой воды.

Участок расположен в районе распространения субаэриально-флювиальной формации кайнозоя, занимающей незаполенные участки ангарских террас и днищ мелких притоков, сложенных 5-10 метровыми толщами рыхлых аллювиальных и делювиальных отложений. Широкое распространение лессовидных грунтов в значительной степени осложняют условия освоения. Это хорошо видно на участках строительства коттеджей в правобережной части водохранилища. По степени сложности инженерно-геологических особенностей стационар входит в район с осложненными условиями [Тржцинский, 1998].

Для отслеживания динамики абразионного процесса был организован стационар с тремя профилями перпендикулярно склону. Общая протяженность береговой линии в части стационара 70 м; это наиболее прямой участок данного района. Протяженность всей мысовой части берега составляет 450 м. Первый профиль находится в северо-западной части стационара, высота уступа над урезом составила 5,64 м; у подножья уступа наблюдается осыпь высотой 3,7 м и шириной в основании 5,24 м; уклоны осыпи в среднем 47°. На расстоянии 1,96 м от осыпи расположено параллельно склону бревно диаметром 0,75 м и длиной 4,5 м. При визуальном наблюдении в течение дня, было установлено, что оно препятствует размыву берега. Второй профиль находится в 50 метрах от первого на юго-востоке; общая высота уступа над урезом составила 7,58 м; у подножья склона так же наблюдается осыпь высотой 5,28 м и шириной в основании 3,05 м со средним уклоном 41°. Третий и последний профиль находится так же на юго-востоке в 30 метрах от второго профиля. Высота уступа над урезом составила 9,67 м, у подножья уступа наблюдается осыпь высотой 1,28 м и шириной в основании 2,12 м; уклон осыпи незначительный – от 13° до 21°. Стоит отметить что по всей протяженности береговой линии на участке у подножья уступа прослеживается осыпь. Её общий объем достигает 576,56 м<sup>3</sup>, в среднем 57,6 м<sup>3</sup> с погонного метра берега. По данным наблюдений за период с 11.09.09 по 2.11.09 повторное измерение профилей показало, что у второго и третьего профиля была частично размыва осыпь. В результате образовался вторичный уступ высотой у второго 0,62 и 0,42 у третьего профиля. Первый же профиль остался без изменений. В среднем отступление берега по стационару составило 9,3 см, объем переработочного грунта равен 80,7 м<sup>3</sup> это 4,5% от начального объема стационара. Это следствие таких основных факторов как уровеньный режим, расположение

участка к господствующему ветру, литология. Ниже приведена характеристика каждого из этих факторов применительно к участку.

Иркутское водохранилище является водоемом сезонного регулирования, а совместно с оз. Байкал – многолетнего. В среднем сезонная сработка составляет 3 метра, суммарная амплитуда колебания, включающая в себя сезонную и многолетнюю, 4,6 м. При этом рост амплитуды происходит в основном за счет понижения отметок в периоды ежегодного минимального положения уровня, отмечаемого в апреле-мае. В годовом ходе уровня отмечается один минимум (ранней весной), затем идет постепенное повышение, и наибольшие отметки достигаются в августе, октябре (именно в эти месяцы автором проводились наблюдения по стационару), после этого идет его снижение до минимальных значений. [Овчинников 2000].

Участок располагается перпендикулярно господствующему на водохранилище северо-западному ветру, но волнение может продолжаться даже в период штиля; что вызвано непосредственной близостью лодочной станции с довольно большим количеством катеров, лодок, яхт в период навигации.

По генетическому признаку на Иркутском водохранилище выделяются неразмываемые, абразионные, аккумулятивные, эрозионные и биогенные берега [2]. По морфологии и характеру сопутствующих процессов берег в районе стационара принадлежит абразионно-обвально-осыпному типу.

Геологическое строение разреза довольно однородное: от 0 до 0,23 м почвенно-растительный слой, дальше идет до самого уреза мощная зона высокопластичных супесей. Проведенное опробование их на стационаре показало, что по данным стандартного гранулометрического анализа содержание глинистой фракции составило 3,8%. Дисперсная подготовка образца помогла выявить действительное содержание глинистого вещества – 40,2%. Отмечается высокое содержание пылеватых фракций (51,9%) что означает наличие облессованности пород. Установлено повышенное присутствие карбонатов (17,13-20,51%) преимущественно магниевых солей (10,7%), тип засоления грунта хлоридно-сульфатный. Ёмкость катионного обмена находится в пределах 9,3-11,7 мг-экв на 100 г вещества. Гидрофильность низкая (гигроскопическая влажность составляет всего 3,69%), средняя по разрезу природная влажность составила 16%, влажность набухания 33,2% при относительном набухании 5,7%. Число пластичности находится в пределах 8,6-8,8%, что соответствует легким пылеватым суглинкам, по показателю текучести они относятся к полутвёрдым.

В заключении следует отметить, что на стационаре наблюдается отседание блоков грунта по трещинам бокового отпора в виде «столбов», что свидетельствует о наличии облессованных пород. Первый профиль показал, что даже небольшое укрепление берега в виде параллельного склону барьера высотой выше уровня водохранилища, в период высокого уровня на 1 м, может послужить затуханию абразионного процесса на этом участке.

Размывы берегов по водохранилищу, сложенным лёссовидными суглинками и супесями, составили за весь период эксплуатации 20-80 м. Максимальное отступление бровки берегового откоса отмечается на многочисленных мысах, подверженных воздействию волн северо-западного и юго-восточного направлений, что характерно для правобережной части водохранилища. Разрушение уступов идет в виде обвалов и в весенние периоды, при оттаивании грунта, срывов. Размыв таких берегов, к которым относится стационар, 0,4-3,5 м в год, а максимальная величина достигает 4,6 метра в год [2].

#### Литература

1. Лысенко М.П. Состав и физико-механические свойства грунтов. – М, 1972. – 320 с.
2. Овчинников Г.И., Тржцинский Ю.Б., Жентала М., Жентала А.М. Абразионно-аккумулятивные процессы в береговой зоне водохранилищ на примере южного Приангарья и Силезской возвышенности. – Сосновец – Иркутск, 2002. – 102 с.

### ОСОБЕННОСТИ ВОДОСНАБЖЕНИЯ РЯДА КРУПНЫХ ГОРОДОВ ЕВРОПЫ

**В.Д. Покровский**

Научный руководитель профессор Е.М.Дутова

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

В 2009 году во время обучения по программе академических обменов в г. Прага удалось посетить ряд крупных городов Европы и познакомиться с их водоснабжением. Анализ литературы [1,2] позволил определить основные тенденции развития водоснабжения, такие, как сокращение поверхностного водоснабжения (табл.1.) и увеличения подземного, усложнение и переход на «естественные» системы очистки. Строительство водозаборных сооружений под непосредственным влиянием жилой застройки, использование систем обратной закачки в водоносные пласты. В Праге из-за сложного геологического строения представляющего собой скальные породы централизованное водоснабжение грунтовыми водами невозможно, подземные воды используются в основном для орошения сельскохозяйственных культур на индивидуальных дачных участках. Прагу снабжают 3 водозабора: Зеливка, Караны, Подоли. Водозабор Зеливка удовлетворяет 75% от потребления населения. Подача воды с водозабора осуществляется по системе водоводов и подземному туннелю на расстояние более 70 км от города, в комплексе с плотиной высота 58 м, длина 620 м и вместимостью водохранилища 264 млн. м<sup>3</sup>. Такое далекое местонахождение обусловлено необходимостью сохранения экологичности источника водоснабжения. Караны поставляют 24% от общего объема воды и Подоли 1%. Источником в Каранах являются речные воды, Подоли подземные. Берлин 35 км в ширину и 45 в длину, в нем проживает 3,4 млн. жителей, 15 водопроводных станций, в среднем на душу населения приходится 150 литров воды в день, что намного меньше, чем в Томске. Водоснабжение Берлина подземное, скважины находятся в черте города, всего пробурено 1200 скважин с глубиной от 26

до 170 метров. Вода хлорируется лишь на 2-х станциях, на остальных же только методом аэрации удаляются примеси железа и марганца. Существует 4 санитарных зоны от 2,5 км до 10-20 метров. Берлинское водное хозяйство полностью автоматизировано, обслуживающий персонал – это всего 7 человек [3].

Таблица

Доля поверхностного\подземного водоснабжения в крупных городах Европы

город	Население (млн.чел)		Поверхностные воды (%)		Подземные воды (%)	
	70-е г.	2000-е г.	70-е г.	2000-е г.	70-е г.	2000-е г.
Антверпен	1.0	1.1	100	82	0	18
Барселона	3.15	3.3	91	83	9	17
Берлин		5.6	65	58	35	42
Брюссель	2.1	2.3	91	35	9	65
Вена	1.6	1.7	1.5	5	98.5	95
Гамбург	1.95	3.6	0	0	100	100
Копенгаген	0.85	1.0	16	16	84	84
Лиссабон	2.0	2.1	45	45	55	55
Лондон	5.99	6.7	87	86	13	14
Мадрид	3.99	4.1	97	91	3	9
Мюнхен	1.36	1.6	0	0	100	100
Париж	2.1	7.1	40	60	60	40
Роттердам	1.3	1.4	100	90	0	10
Цюрих	0.4	0.5	78	70	22	30

Цюрих располагается по обоим берегам северной оконечности Цюрихского озера и вытекающей из него р.Лиммат. Из общего объема подаваемой воды 52% приходится на хозяйственно-питьевые нужды населения, 26% - на нужды промышленности, 12% - на нужды прочих абонентов, 10% - составляют неучтенные расходы и утечки воды. Центральное водоснабжение было организовано с XV века за счет родниковых вод с окрестных гор [4]. Наибольший интерес представляет собой водозаборная станция Хардгоф, которая находится на левом берегу р.Лиммат, очистка происходит в 2 этапа: подвергается хлорированию, затем проходит через угольные фильтры и закачивается в водоносный пласт, который отсекается от влияния жилой застройки и загрязнённых речных вод обратной закачкой в скважины очищенной воды, т.е. создается разность напоров по уменьшению в сторону реки и в стороны жилой застройки. Данная система требует больших затрат и капиталовложений, но при этом позволяет получать чистую, «естественную» воду, что несомненно положительно сказывается на здоровье горожан.

#### Литература

1. Шевелев Ф.А., Орлов Г.А. Водоснабжение больших городов зарубежных стран.-М.:Стройиздат, 1987.-351 с.
2. Подземные воды Мира: ресурсы, использование, прогнозы / под ред.И.С. Зекцера; Ин-т вод. Проблем РАН.-М.:Наука, 2007.-438 с.
3. <http://www.nestor.minsk.by/sn/1997/31/sn3112.htm>
4. [www.Vzurih.ru](http://www.Vzurih.ru)

### СХЕМАТИЗАЦИЯ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ МИКРОРАЙОНА ЧЕРЕМОШНИКИ ДЛЯ ГИДРОГЕОДИНАМИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

В.Д. Покровский

Научный руководитель доцент К.И.Кузеванов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Микрорайон Черемошники занимает территорию правобережной высокой поймы (первой надпойменной террасы) р. Томи. Плоская, гипсометрически низко расположенная, осложненная многочисленными старичными озерами поверхность террасы, ранее, в естественных условиях, заболоченная и периодически затопляемая паводковыми водами, в настоящее время застроена. При освоении территории изменены ее ранее существовавшие рельеф, геологические, гидрогеологические условия и водный баланс. В результате широкого развития процессов подтопления создалась чрезвычайно неблагоприятная обстановка для эксплуатации не только отдельных зданий и сооружений, но и территории в целом [1].

В геоморфологическом отношении территория микрорайона приурочена к высокой пойме р. Томи, тыловой частью примыкающей на востоке к окраинной части эрозионного склона Томь-Яйского водораздела. Фор-

мирование рельефа обусловлено эрозионно-аккумулятивными процессами рек, ограничивающих территорию с севера (р. Киргизка), юга (р. Ушайка) и запада (р. Томь). Поверхность поймы относительно ровная, абсолютные отметки поверхности земли изменяются от 70 и до 82 м.

Геологический разрез исследованного участка (сверху вниз) представлен техногенными насыпными грунтами, имеющими повсеместное распространение с поверхности до различной глубины, под которыми залегают покровные отложения, представленные суглинками, супесями, песками пылеватыми и мелкозернистыми от маловлажных до водонасыщенных, гравелистыми песками и гравийно-галечниковыми грунтами. Ниже в южной части территории залегают глинистые коры выветривания, а в северной части – песчано-глинистые (преимущественно глинистые) отложения палеогенового возраста.

В соответствии с особенностями залегания водовмещающих горных пород и общими условиями питания и разгрузки подземных вод в пределах рассматриваемой территории выделяются водоносные комплексы четвертичных отложений, палеогеновых отложений и палеозойских образований.

Водоносный комплекс четвертичных отложений представлен горизонтами верховодки и водоносным горизонтом гравийно-галечниковых и песчаных аллювиальных отложений низких террас.

Верховодка имеет очень широкое, практически повсеместное, распространение, на низких террасах р.Томи наблюдается вдоль их закраин севернее устья р.Ушайки, занимает обширные площади от района ул. Дальне-Ключевской и далее на север переходит в заболоченные территории, переувлажнение которых сформировано стоком р.Киргизки. Широкому распространению верховодки способствуют: плоский рельеф поверхности террас, в тыловых частях часто имеющих обратные уклоны, наличие многочисленных местных западин, зарегулированность поверхностного стока, а также планировочные работы, в процессе которых сформированы горизонты насыпных грунтов, имеющих рыхлое сложение.

Нами была сделана информационно-поисковая система позволяющая оценить подтопленность в любой точке города Томска [2]. В дальнейшем планируем создать гидродинамическую модель для прогнозирования изменения подтопляемости территории с изменением объемов инфильтрационного питания. Первоочередным объектом был выбран мкр.Черемошники, как наиболее подверженный процессам подтопления. Для создания модели необходимо схематизировать область фильтрации, что предусматривает необходимость задания «условий однозначности решения», включающих:

- геометрические параметры области фильтрации (мощность водоносного горизонта, положение водопоров, расстояния и пр.);
- расчетные фильтрационные параметры (коэффициенты фильтрации, пьезопроводности и уровнепроводности);
- граничные условия ;
- начальные условия (положения уровней и напоры в начальный момент времени)

Граничными условиями области фильтрации являются граница I рода – русло р.Томи, II рода – тыловая часть террасы, боковые границы – непроницаемые границы II рода по линиям тока. Геологическая модель имеет трёхслойное строение водовмещающей толщи: покровные суглинки, супеси, гравийно-галечные отложения. Основание разреза представлено водоупорным слоем подстилающих суглинков. Граничные условия и геологическая модель были заданы в ПК ArcGis, затем для дальнейшего моделирования были импортированы в ПК GMS (Groundwater Modeling System), где и будет проходить дальнейшее наполнение модели информацией [3]. С помощью многолетних метеоданных, взятых с <http://www.gismeteo.ru>, для прогнозирования изменения подтопляемости будут учитываться среднестатистические колебания температуры, объемы осадков за каждый день года. Для диагностирования, отладки и корректировки модели мы будем использовать картографические материалы по проведенным ранее исследованиям начиная с 1932 г. (карта гидроизгоипс по материалам М.И.Кучина) и заканчивая геофизическими исследованиями (микросейсмика и электроразведка) проведенными в 2008 году.

#### Литература

1. Сулакшина Г.А., Рождественская Л.А., Покровский Д.С. и др. Инженерно-геологические условия территории г.Томска и их изменения в связи с хозяйственным освоением. – Томск, 1981 – 238 с.
2. Покровский В.Д. Оценка характера и степени техногенного подтопления архитектурных памятников города Томска. Материалы Всероссийской петрографической конференции «Петрология магматических и метаморфических комплексов». Выпуск 6. – г.Томск, 2007 г. – С.210-212
3. Кузеванов К.И. Моделирование геофильтрации средствами программного комплекса GMS (Groundwater Modeling System). – Томск: изд-во ТПУ, 2006 – 90 с.

### ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ СТРОИТЕЛЬНОЙ ПЛОЩАДКИ ЖИЛОГО ЗДАНИЯ РАЙОНА “ЗАИСТОК” (Г.ТОМСК)

**И.С. Пономарева**

Научный руководитель доцент П.П. Ипатов

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

В строительной практике перед проектированием и строительством сооружения, для его успешного возведения и эксплуатации, производят инженерно-геологические исследования участка строительства. Затем, зная количественные показатели физико-механических свойств грунтов основания будущего сооружения, производят расчеты прочности грунтов.

Площадка проектируемого жилого здания расположена на западной окраине г. Томска, на ул. Московский тракт. В геоморфологическом отношении она находится на поверхности первой надпойменной террасы р. Томи.

Геологическое строение района работ в целом имеет двухъярусное строение. Верхний структурный этаж представлен аллювиальными отложениями террасового комплекса (суглинки, супеси) мощностью до 6 м с гравийно-галечниковыми грунтами в основании. Нижний структурный этаж складывается алевролитами лагерно-садской свиты нижнего карбона, верхняя часть которых разрушена и превращена в структурный элювий.

С дневной поверхности вышеперечисленные отложения перекрыты насыпным грунтом мощностью от 0,6 м до 6,3 м.

В пределах площадки жилого дома мощность аллювия не превышает 2,5 м, а гравийно-галечниковые отложения вообще отсутствуют, так как площадка приурочена к окраине террасы. Мощность коры выветривания алевролитов от 0,3 до 1,1 м.

Плотность грунтов от 1,78 до 2,01 г/см<sup>3</sup>. Число пластичности изменяется незакономерно, в пределах 4-12. Показатель текучести около 0,12-0,45.

Влажность на пределе текучести порядка 20-33%, на пределе раскатывания – 16-22%. Природная влажность в среднем 18-26%. Коэффициент пористости изменяется от 0,11 до 0,82 д.ед.

В пределах площадки жилого дома геологические и инженерно-геологические процессы отсутствуют.

В гидрогеологическом отношении район характеризуется наличием двух водоносных горизонтов. Первый приурочен к насыпным грунтам и встречен на глубинах 1,2 и 1,4 м. Горизонт безнапорный, имеет ограниченное распространение по площади, находясь за пределами площадки жилого дома.

Второй горизонт пластово-трещинных вод приурочен к коренным породам и встречен на глубинах 6,1 и 1,4 м.

Воды обоих водоносных горизонтов неагрессивны по отношению к бетону нормальной проницаемости и являются среднеагрессивными к металлоконструкциям. По химическому составу воды гидрокарбонатно-сульфатные кальциево-натриевые.

Задача проектирования и устройства оснований и фундаментов осложняется необходимостью учета различных факторов, которые могут оказать решающее влияние при возведении и эксплуатации фундаментных конструкций зданий и сооружений. Это требует комплексного подхода к оценке характера работы грунтов основания и выбора рационального типа фундамента на базе совместного рассмотрения следующих условий: 1) характера возводимого здания и сооружения, а также чувствительности его конструкций к неравномерным осадкам; 2) особенностей инженерно-геологических, гидрогеологических и климатических условий строительной площадки; 3) способов выполнения работ по устройству оснований и фундаментов с целью сохранения природной структуры грунтов [1].

Выбор рационального окончательного конструктивного варианта осуществляется на основании технико-экономического сравнения нескольких вариантов фундаментов. Такое сравнение осуществляют для нескольких фундаментов здания, находящихся в наиболее сложных условиях (наибольшее нагружение, неблагоприятные условия работы основания и др.).

При проектировании оснований и фундаментов требуется выполнить проверку условия  $P < R$  (где  $P$  – реальная нагрузка от сооружения,  $R$  – расчетная нагрузка), при этом отношение  $P/R$  должно изменяться в пределах 1-10%. Если окажется, что это условие не выполняется, приходится прибегать к иному конструктивному решению, варьируя, как правило, глубиной заложения или размерами подошвы фундамента и проводить повторные расчеты.

Последовательность проектирования основания и фундаментов можно представить с помощью блок-схемы алгоритма оценки прочности грунта.

Исходные данные: грунт с поверхности представлен современными техногенными отложениями, насыпным грунтом, далее располагается супесь пластичной консистенции ( $C=0,0233$  МПа,  $\varphi=21^\circ$ ,  $\rho=0,019$  кг/м<sup>3</sup>). Нагрузка, действующая на фундамент, составляет 0,442 МПа. Глубина заложения фундамента 2,7 м. Размеры подошвы составляют: ширина  $b=7$  м, длина  $L=30,2$  м.

С помощью программы "Основания и фундаменты" была рассчитана оптимальная ширина фундамента, которая находится в пределах от 2,5 м ( $P_{cp}=R$ ) до 8,5 м ( $R/P_{cp}$ ). Меньше 2,5 м – ширина недостаточная для устойчивости основания. Больше 8,5 м ширина завышена, то есть фундамент запроектирован не экономично, в результате чего происходит перерасход материалов. Основания и фундаменты зданий и сооружений должны быть надежными и экономичными. Чрезмерное повышение надежности фундаментов ведет к увеличению их размеров, а следовательно, и расхода материалов, то есть вызывает ухудшение экономичности, выражающейся в основном в удорожании и увеличении объемов строительных работ. В данном случае выполняется условие  $P < R$ ,  $0,442$  МПа  $<$   $0,495$  МПа.

#### Литература

1. Берлинов М. В. Основания и фундамент.: Учебник для строит. спец. вузов. – 3-е изд., стер. – М.: Высш. шк., 1999. – 319 с.: ил.

**ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ОСТРОВА «ИГАРСКИЙ» В СВЯЗИ С РЕКОНСТРУКЦИЕЙ ВЗЛЕТНО-ПОСАДОЧНОЙ ПОЛОСЫ (ИВПП)****И.Б. Рахматуллаев**

Научный руководитель доцент П.П. Ипатов

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

Целью работ на территории действующего аэропорта «Игарка», в северо-западной части Туруханского района Красноярского края, (г. Игарка), был проведен инженерно-геологический исследования. Работы проводились в связи с федеральной целевой программой «Модернизация транспортной системы России (2002-2010 г.г.)», подпрограммой «Гражданская авиация», с 15 июня по 15 августа 2009 г.

Ставились такие задачи как: проведение инженерно-геологического рекогносцировочного обследования участка, включающего в себя территорию действующего аэропорта, искусственная взлетно-посадочная полоса (ИВПП) и прилегающей территории, а так же буровые работы, опробование и лабораторные исследования.

Маршрутные исследования проводились для получения общего представления о данном участке. В ходе работы производилась визуальная оценка рельефа местности, кроме того, выявлялись признаки проявления опасных геологических и инженерно-геологических явлений, делался предварительный вывод о категории сложности участков. И, исходя из него, определялись и намечались места заложения разведочных выработок. Записи и абрисы, выполняемые при инженерно-геологической рекогносцировке, оформлялись в журнале выработок. Выполнялось фотографирование участков обследования.

В результате был обследован участок, который составил 4 км при ширине полосы 600 м.

В геоморфологическом отношении изучаемый участок располагается на одном геоморфологическом элементе – острове Игарский, правый берег реки Енисей. Участок, представляющий собой ИВПП с примыкающими к ней зданиями аэропорта, имеет равнинный рельеф. Часть поверхности засыпана гравийно-галечниковой насыпью. Растительность развита по обеим сторонам ИВПП и представлена березами, лиственницами, а так же кустарником.

Специфическими грунтами на исследуемом участке являются техногенные (насыпные). Техногенные формы рельефа представлены насыпями. В результате отсыпки площадок, особенно на склонах, нарушается естественный дренаж поверхностных вод, образуются участки застоя, что ведет к заболачиванию территории.

На основании выполненной инженерно-геологической рекогносцировки определено, что участок обследования по совокупности характеристик компонентов геологической среды относится ко II категории сложности инженерно-геологических условий согласно СП 11-105-97, ч.1 [5].

Проходка выработок проводилась буровой установкой ОРБ-1 диаметром 110 мм, глубиной до 6,0 м с целью:

- 1 – уточнения геологического разреза, условий залегания грунтов и подземных вод;
- 2 – определения глубины залегания уровня грунтовых вод;
- 3 – отбора образцов грунта для определения их состава, состояния и свойств.

Выбор способа бурения, глубины и количества выработок, обусловлены намеченной глубиной изучения геологической среды, инженерно-геологическими условиями участка, степенью его изученности и типом реконструируемых сооружений в соответствии СП 11-105-97, ч.1 [5].

Была выполнена проходка 16 инженерно-геологических выработок на площадке реконструкции аэропорта «Игарка». Общий объем буровых работ составил 96 погонных метров.

Инженерно-геологическое опробование и лабораторные исследования грунтов выполнялись с целью определения их состава, состояния, физико-механических характеристик для выделения классов, типов, видов и разновидностей в соответствии с ГОСТ 25100-95 [4]; определения их нормативных и расчетных характеристик, выделения инженерно-геологических элементов.

При проходке скважин выполнялся отбор проб для последующего определения следующих характеристик грунтов: естественной влажности, пределов пластичности глинистых грунтов, плотности грунта, а так же гранулометрического состава песчаных и глинистых грунтов. Отбор проб грунта на виды и состав лабораторных определений выполнен в соответствии с СП 11-105-97, ч.1 [5]. Бюксы гидроизолированы изоляционной лентой. Все пробы сопровождаются этикетками, на которых указывается вид определения, для которого отбирался образец, глубина отбора, полевое определение грунта, дата отбора, фамилия лица, производящего отбор.

Согласно СП 11-105-97, ч.1 [5], опробование произведено из расчета – обеспечение по каждому предварительно выделенному инженерно-геологическому элементу (ИГЭ) не менее десяти частных значений характеристик состава и состояния грунтов. Все направляемые на лабораторные испытания пробы грунта вписывались в ведомость, где указывалось количество образцов, наименование и номер выработок, из которых произведено опробование, глубина отбора, полевое наименование грунта (генезис) и предполагаемые лабораторные определения.

Предварительная обработка материалов производилась в полевых условиях. В ходе работы проверялись качество и полнота оформления полевых материалов, составлялись рабочие колонки в журнале выработок. На рабочие колонки наносились места отбора проб грунта для оценки полноты и качества опробования. Производилось предварительное выделение ИГЭ.

Лабораторные исследования проводились на стандартном оборудовании и в соответствии с требованиями действующих стандартов:

- естественная влажность определялась методом высушивания до постоянной массы, ГОСТ 5180-84 [4];



- пределы пластичности глинистых грунтов – пенетрационным конусом и раскатыванием грунтовой пасты в жгуты, ГОСТ 5180-84 [4];
- плотность грунта методом режущего кольца, ГОСТ 5180-84 [4];
- гранулометрический состав песчаных грунтов ситовым методом, ГОСТ 12536-79 [6];
- гранулометрический состав глинистых грунтов ареометрическим методом, ГОСТ 12536-79 [6].

Отбор, консервация, транспортировка и хранение образцов производились в соответствии с ГОСТ 12071–2000 [5].

Наименование грунтов по данным лабораторных испытаний определено согласно ГОСТ 25100-95 [8].

Исходя из геолого-литологического строения и физико-механических характеристик грунтов, на изученной территории до глубины 6,0 м выделено пять инженерно-геологических элементов (ИГЭ):

- ИГЭ-1 – супесь (alQIV) от серого до коричневого цвета, пластичная, песчанистая.
- ИГЭ-2 – песок (aQIV) от серого до коричневого цвета, мелкий, средней степени водонасыщения, плотный.
- ИГЭ-3 – суглинок (alQIV) от серого до коричневого цвета, мягкопластичный, от легкого пылеватого до тяжелого пылеватого
- ИГЭ-4 – супесь (alQIV) от серого до коричневого цвета, твердая, песчанистая;
- ИГЭ-5 – песок (alQIV) коричневого цвета, средней крупности, средней степени водонасыщения, средней плотности.

Выделение инженерно-геологических элементов произведено на основании данных лабораторных определений и получении классификационных характеристик грунтов. На основании ГОСТ 25100-95 [4] по классификации и выделению грунтов в отдельные ИГЭ грунты относятся к классу дисперсных, подгруппе осадочных. Глинистые грунты выделены по числу пластичности, гранулометрическому составу, показателю текучести и генезису.

#### Литература

1. ГОСТ 5180-84 Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик.
2. ГОСТ 12071-2000 Грунты. Отбор, упаковка, транспортирование и хранение образцов.
3. ГОСТ 12536-79 Грунты. Методы лабораторного определения гранулометрического (зернового) и микроагрегатного состава.
4. ГОСТ 25100-95 Грунты. Классификация.
5. СП 11-105-97 Инженерно-геологические изыскания для строительства. Часть I. Общие правила производства работ.

### ОСОБЕННОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЙОДО-БРОМНЫХ ВОД В ЦЕНТРАЛЬНЫХ РАЙОНАХ ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ ПЛИТЫ

Е.С. Сидкина

Научный руководитель профессор М.Б. Букаты

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

Бром и йод принадлежат к числу элементов, встречающихся в земной коре в рассеянном состоянии и большей частью в незначительных количествах. Пресные воды отличаются, как правило, низкими количествами брома, не превышающими долей мг/л. Сравнительно много брома в водах минеральных источников и в водах некоторых солёных озёр. Максимальные количества брома обнаружены в седиментогенных рассолах нефтяных месторождений и в морских эвапоритовых бассейнах, например в рассолах Мертвого моря [3].

При повышении минерализации воды концентрация ионов брома растёт. В процессе галогенеза при наступлении галитовой стадии седиментации происходит разделение ионов хлора и брома. Ионы хлора переходят в твёрдую фазу, а ионы брома преимущественно остаются в водной фазе, что объясняется более высокой растворимостью бромидов по сравнению с хлоридами. В естественных условиях бром скапливается в больших содержаниях в остаточной рапе после садки солей. Содержание йода в подземных водах меньше, чем брома. В пресных подземных водах его концентрация выражается в сотых и тысячных долях миллиграмма на литр. В морской воде йода – 0,05 мг/л. В рапе соляных озёр йод, как правило, отсутствует. Аналогично бром, йод в большом количестве скапливается в водах нефтяных месторождений.

Основные закономерности распространения йода в подземных водах заключаются в следующем. Среднее кларковое содержание его в подземных водах составляет 18,23 мг/л. С увеличением возраста гидрогеологических бассейнов содержание йода в подземных водах уменьшается. Соответственно уменьшается содержание йода в подземных водах различных стратиграфических комплексов (в мг/л): кайнозой 33,11, мезозой 18,44, палеозой 19,48 и докембрия 7,61 [1].

После распада СССР Россия лишилась основных производств йода и брома, в связи с чем проблема поисков, разведки и эксплуатации таких вод приобретает особое значение.

Одним из наиболее перспективных районов распространения йодо-бромных вод является Западная Сибирь. В центральной части Западно-Сибирской плиты в отложениях апт-альб-сеноманского и неокомского комплексов залегают подземные воды с повышенными концентрациями йода и брома. Зоны повышенного содержания йода, брома в подземных водах и их минерализации прослеживаются в двух направлениях, приуроченных к Сургутскому и Красноленинскому сводам, с большими значениями на Сургутском своде. Апт-альб-

сеноманский комплекс на рассматриваемой территории характеризуется сильно-соленоватыми и солёными водами с минерализацией до 29,34 мг/л. По химическому составу воды комплекса хлоридные натриевые, с очень малым содержанием сульфатов. Температура на отдельных участках достигает +80 °С [2].

Максимальное содержание йода зафиксировано в Сургутском районе – 25,41 мг/л, в Красноленинском – 20,35 мг/л. Средняя концентрация йода в водах составляет 9,76 мг/л, брома 36,39 мг/л (рис. 1).

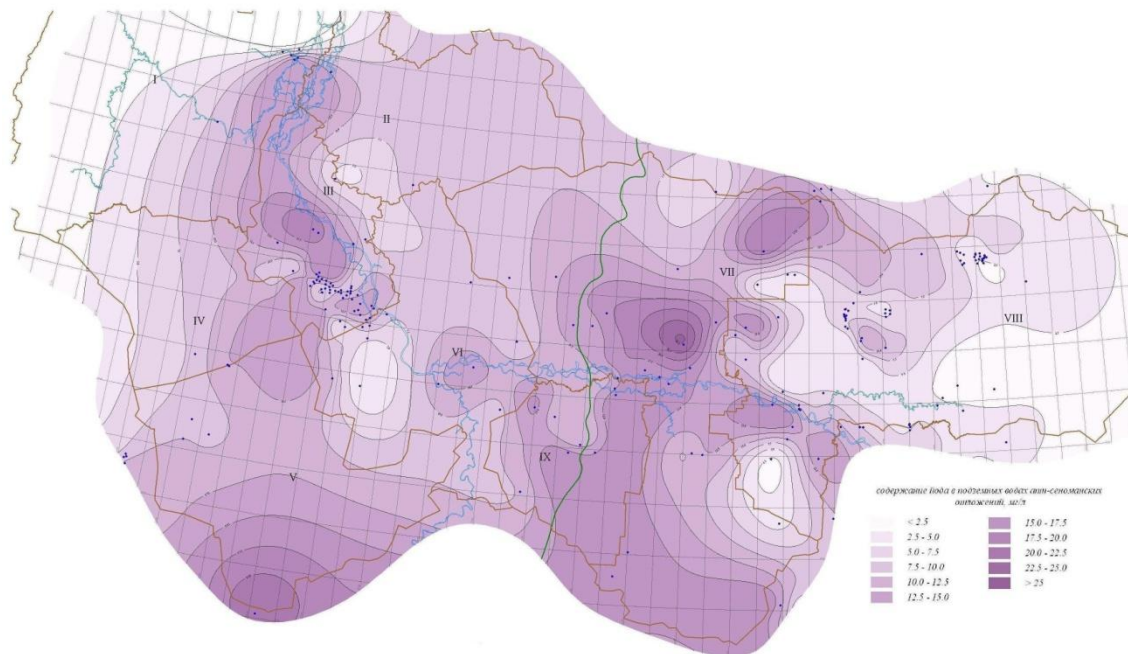


Рис. 1 Карта содержания йода в подземных водах апт-альб-сеноманских отложений

На гидрогеохимических картах области с концентрацией йода более 10 мг/л имеют выдержанный характер распространения; зона с содержанием йода более 15 мг/л характеризуется меньшей площадью, а наиболее выгодные с экономических позиций участки с концентрацией йода выше 20 мг/л единичны и имеют локальный характер.

В изменении содержания брома и йода в подземных водах неокотских отложений по простиранию характерны те же закономерности, что и для апт-сеноманских отложений – область повышенного содержания, имеющая субмеридиональное направление, приурочена к Сургутскому своду. Воды с повышенным содержанием брома располагаются восточнее. На западе, для области распространения преимущественно глинистых отложений фроловской свиты, данные практически отсутствуют. Максимальные значения йода достигают 31-32 мг/л (Сургутский район), при среднем содержании в 9,01 мг/л. Средняя концентрация брома в водах по отдельным районам составляет около 50 мг/л (Александровский, Вартовский, Варьеганский, Вэнгапуровский и Карабашский районы), в среднем концентрация брома составляет 38,17 мг/л.

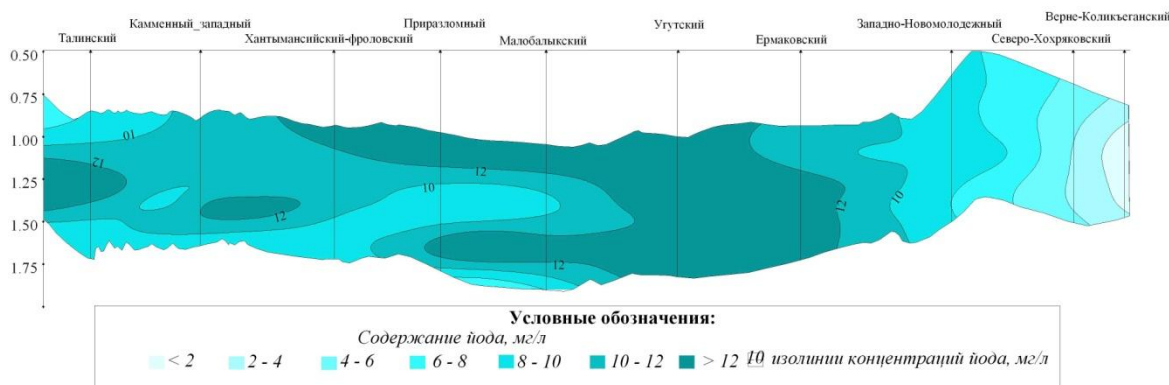
Для лучшего рассмотрения проблемы распространения йодо-бромных вод построен региональный гидрогеохимический разрез апт-альб-сеноманского комплекса (рис. 2). Линия разреза проходит через центральную часть Ханты-Мансийского автономного округа с запада на восток. Общая протяженность разреза около 1000 км. В вертикальном отношении он ограничен кровлей и подошвой сеноманского комплекса. Мощность комплекса достигает 800-850 м.

При построении разреза использовано 80 анализов. Максимальное значение содержания йода составляет 21,85 мг/л, минимальное – 0,85 мг/л. Содержание йода показано цветом. Насыщенный цвет соответствует более высоким концентрациям, светлый – наименьшим. На разрезе видно, что высокие концентрации йода в воде наблюдаются в центральной наиболее погруженной части сеноманского комплекса.

В западных районах отмечается снижение содержания йода в водах до 6 мг/л. Наименьшие концентрации приурочены к восточной части комплекса. Здесь содержания падают до 0,85 мг/л.

Приуроченность вод с наибольшей концентрацией йода к центральной части рассматриваемого района можно объяснить тем, что здесь залегают глинистые породы ханты-мансийской свиты, которые характеризуются низкими значениями песчаности (10-20%). А как известно, высокие содержания йода в водах приурочены, прежде всего, к глинистым отложениям. В восточном направлении при замещении пород ханты-мансийской свиты песчанистыми отложениями покурской свиты песчаность увеличивается, а, соответственно, падает и содержание йода в воде. Видно разделение разреза на две части: в западной части наблюдается слоистость (изолинии располагаются по латерали), в восточной – расположение изолиний вертикальное с уменьшением значе-

ний концентрации йода на восток. Такую обстановку следует связывать с переходом в восточной части уватской, ханты-мансийской и викуловской свиты в покурскую, которая имеет более высокие значения песчаности.



**Рис. 2. Гидрогеохимический разрез апт-альб-сеноманского комплекса**

Одним из ключевых вопросов геохимии йода является его концентрирование в подземных водах. Принципиальная схема формирования йодных подземных вод Западной Сибири может быть представлена в следующем виде:

- 1) сингенетическая стадия, на которой происходит концентрирование йода из морской воды растительными и животными организмами и сорбция его глинистыми частицами ила;
- 2) диагенетическая стадия, заключается в дифференциации элементов в системе «поровые растворы – породы»;
- 3) эпигенетическая стадия, на которой происходит переход йода из породы в подземные воды; активизации этого процесса способствует наличие в водах органических веществ (фульвокислоты), повышенные температуры и другое [1].

Высокое содержание йода в подземных водах Западно-Сибирской плиты обусловлено наличием органического вещества и тонкодисперсных пород в недрах.

Концентрации йода и брома в подземных водах рассматриваемой территории рентабельны для их добычи. Организация йодо-бромного производства могла бы в определенной степени решить проблему повышения уровня добычи йода в стране.

#### Литература:

1. Крайнов С.Р., Швец В.М. Основы геохимии подземных вод. – М.: Недра, 1980. – 285 с.
2. Матусевич В.М., Рыльков А.В., Ушатинский И.Н. Геофлюидальные системы и проблемы нефтегазоносности Западно-Сибирского мегабассейна. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2005. – 225 с.
3. Посохов Е.В. Общая гидрогеохимия. Л., «Недра», 1975. – 208 с.

### ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЙОДО-БРОМНЫХ ВОД ХАНТЫ-МАНСИЙСКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА

**Е.С. Сидкина**

Научный руководитель профессор М.Б. Букаты

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

В настоящее время в России объем потребления йода превышает его производство. Организация йодо-бромного производства на основе подземных вод и созданной для добычи нефти инфраструктуры в Ханты-Мансийском автономном округе (ХМАО) может в определенной степени решить проблемы трудоузанности населения, продления срока службы работы промыслов и повышения уровня добычи йода в стране. Большое количество нефтяных и газовых промыслов ХМАО имеют срок эксплуатации 30-40 лет и в зависимости от выработки запасов могут снижать объемы основной деятельности. В системе нефтепромыслов существует значительный фонд скважин, в том числе бездействующих. Прежде всего это относится к части водозаборных скважин, обеспечивающих систему ППД за счет апт-сеноманских вод. Воды апт-альб-сеноманского комплекса содержат йод и бром в промышленных концентрациях и могут быть использованы для извлечения из них этих элементов. При закачке вод с целью ППД в нижележащие горизонты полезные компоненты рассеиваются и становятся недоступными для извлечения, что свидетельствует о неправильном использовании природных ресурсов.

Ведущими мировыми экспортерами кристаллического йода являются три страны: Япония – около 45% от объема мирового экспорта, Чили – около 35% и США – около 10%. Основные импортеры – страны Западной Европы (около 55% от объема импорта), в т.ч. Великобритания – 10-12%, Германия – 10%, Франция – 8-9%, Италия – 8-9%, и США – около 30-35%.

Основными отраслями применения йода в России являются нефтехимическое и химическое производства, медицина, металлургия, сельское хозяйство. На территории России имеется 2 предприятия, добывающих йодосодержащие воды и выпускающие йод: ГУП «Троицкий йодный завод» (Краснодарский край) и ОАО «Йодобром» (г. Пермь). Перспективным районом для добычи йода считается Черкашинский участок Тюменского месторождения, которое расположено в 30 км к северо-востоку от г. Тобольска. Содержание йода в водах составляет 26-30 мг/л, разведанные запасы йода оцениваются в 2 тыс. т, потенциальные ресурсы – значительно выше.

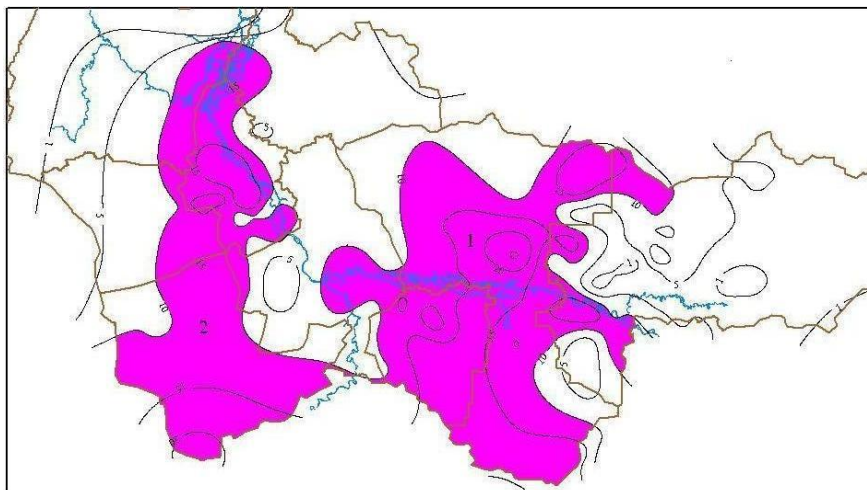
На территории ХМАО в отложениях апт-альб-сеноманского и неокомского комплексов залегают подземные воды с повышенными концентрациями йода и брома. В этой связи здесь важно выявить наиболее перспективные участки для извлечения йодо-бромных вод, что и стало основной задачей данной работы.

Наиболее перспективным для использования в Западной Сибири является апт-альб-сеноманский комплекс. Это связано с рядом факторов: коллекторы комплекса характеризуются выдержанностью по простиранию и большой мощностью, фильтрационно-ёмкостные свойства пород значительно выше, чем у неокомских отложений, отсутствие нефти и газа – положительный аспект, уменьшающий расходы на извлечение йода и брома.

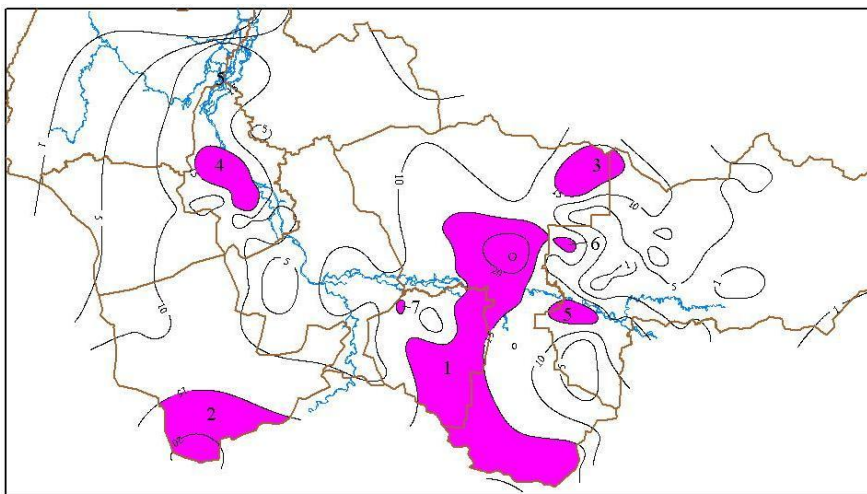
Апт-альб-сеноманский комплекс на рассматриваемой территории насыщают сильно-солончатые и солёные воды с минерализацией до 29,34 мг/л. По химическому составу они хлоридные натриевые, с очень малым содержанием сульфатов. Температура на отдельных участках достигает +80 °С [1].

Максимальное содержание йода зафиксировано в Сургутском (25,41 мг/л) и в Красноленинском (20,35 мг/л) нефтегазодобывающих районах. Средняя концентрация йода в воде составляет 9,76, а брома 36,39 мг/л.

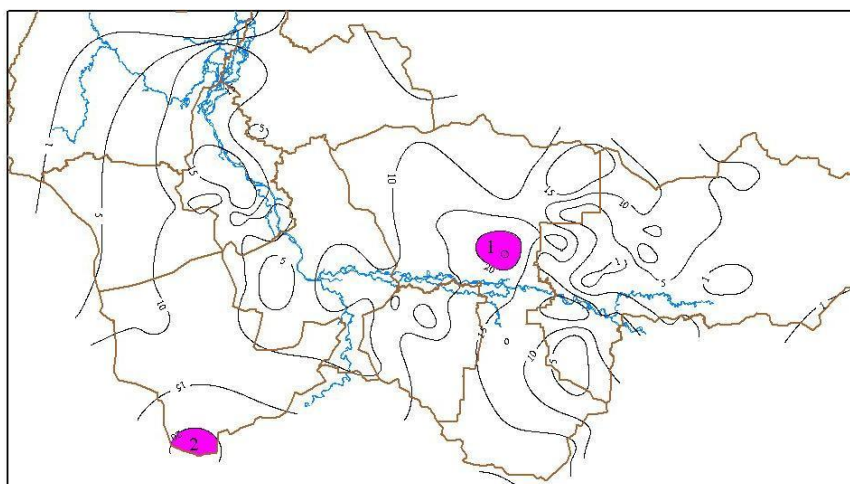
Подземные воды с концентрацией йода более 10 мг/л, для которых возможно рентабельное извлечение йода и брома, располагаются в выдержанных в региональном отношении по простиранию зонах. И в апт-сеноманских и в неокомских отложениях прослеживаются две субмеридианальные зоны. Восточная охватывает Сургутский свод и приграничные ему участки. Западная зона приурочена к Красноленинскому своду (рис.).



а



б



в

Рис. Схема расположения участков апт-альб-сеноманских отложений с концентрацией йода в подземных водах: а) более 10 мг/л, б) более 15 мг/л, в) более 20 мг/л

Области с концентрацией йода более 15 мг/л характеризуются меньшей площадью и не имеют такого же выдержанного распространения, как зона с содержанием йода более 10 мг/л.

По вертикали высокие концентрации йода в воде приурочены к центральной части разреза.

Оценка ресурсов подземных вод говорит о колоссальной общей массе йода и брома, находящихся в растворенном состоянии в подземных водах глубоких горизонтов ХМАО. С точки зрения рентабельности извлечения для них можно выделить три варианта разработки продуктивных отложений:

- В пределах участков средней и высокой рентабельности (с содержанием йода более 20 мг/л).
- В зоне низкой, средней и высокой рентабельности (более 15 мг/л).
- В пределах всей зоны экономической допустимости йодо-бромного производства, определяемая содержанием йода более 10 мг/л.

Концентрации брома в подземных водах невелики, но его добыча рентабельна при совместном извлечении с йодом. Среднее содержание брома 36,39 мг/л, максимальное значение 75,6 мг/л зафиксировано в Ляминском районе.

Согласно полученным данным общие эксплуатационные запасы йода в зоне экономической целесообразности его извлечения (с концентрацией более 10 мг/л) апт-сеноманских отложений находятся в пределах от 2000 до 5600 т/год, наиболее вероятная величина составляет около 2700 т/год. Для варианта разработки участков средней и высокой рентабельности (с содержанием йода более 20 мг/л), площадь которых составляет около 3% от площади всей перспективной зоны, эксплуатационные запасы уменьшаются не так значительно и варьируют от 1700 до 3000 т/год, при средней в 2000 т/год.

В случае промышленного освоения месторождений йодосодержащих вод на территории ХМАО и выхода производителей на мировой рынок в объеме 2-3 тыс. тонн йода в год при средней цене йода 15 \$/кг суммарная прибыль для региона может составить порядка 30-45 млн. \$ в год.

#### Литература:

1. Матусевич В.М., Рыльков А.В., Ушатинский И.Н. Геофлюидальные системы и проблемы нефтегазоносности Западно-Сибирского мегабассейна. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2005. – 225 с.

### ОСОБЕННОСТИ ВЛИЯНИЯ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА НА ПЛАСТИЧНЫЕ СВОЙСТВА АЛЛЮВИАЛЬНЫХ ГРУНТОВ ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА ТОМСКА

О.Ф. Сучкова

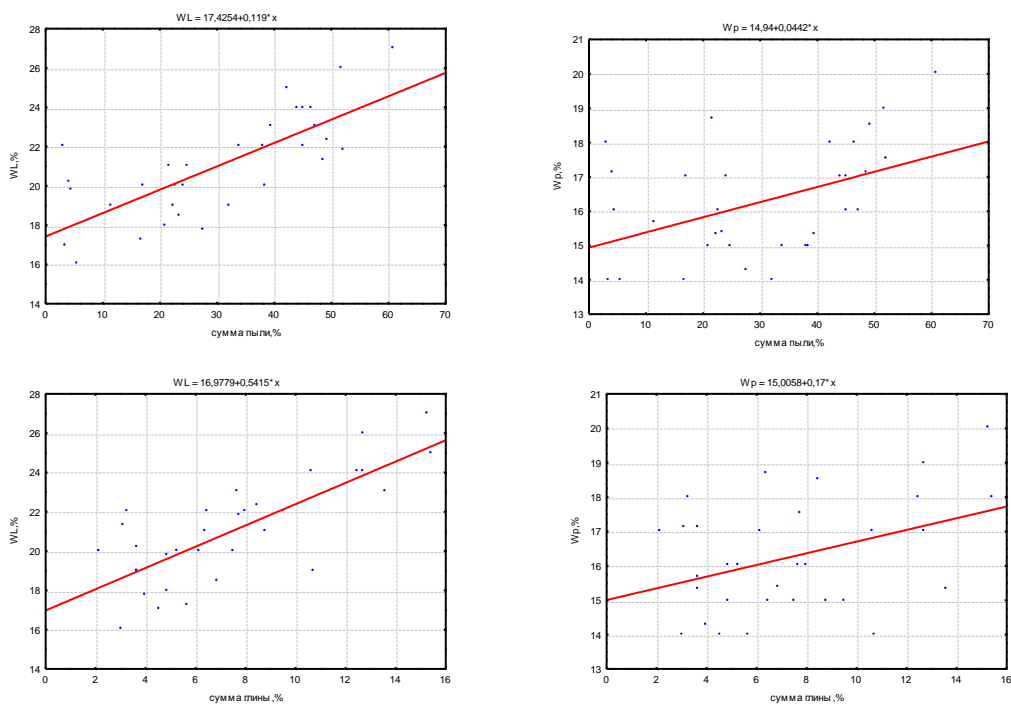
Научный руководитель ассистент Н.Н. Бракоренко

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Исследования, направленные на выявление различного рода связей между показателями состава, состояния и свойств грунтов, занимают важное место в инженерной геологии. Одними из наиболее актуальных являются исследования влияния гранулометрического состава грунтов на их пластичные свойства, в связи с их классификацией. Поэтому в данной работе нами была поставлена задача по выявлению особенностей влияния гранулометрического состава на пластичные свойства глинистых грунтов.

Основой для решения поставленных в настоящей работе задач послужили материалы томских изыскательских предприятий (ОАО «ТомскТИСИЗ» и ОАО «ТЭП»), а также литературные и фондовые данные.

Обработка результатов проводилась с помощью программы STATISTICA. Результаты обработки данных показали, что большее влияние на пластичные свойства ( $W_L$  и  $W_P$ ) грунтов оказывает процентное содержание глинистой фракции аллювиальных грунтов (как для супеси, так и для суглинка) (рис. 1). Это объясняется тем, что глинистые частицы обладают большой удельной поверхностью соприкосновения и тонкие капилляры. Такое строение грунтового скелета и наличие пленок воды, обволакивающей частицы, придают глинистым грунтам связность и способность деформироваться под влиянием нагрузки во влажном состоянии без появления трещин на поверхности [1].



**Рис. 1. Графики зависимости верхнего и нижнего пределов пластичности от содержания в грунтах глинистой, пылеватой и песчаной фракции (для суглинка и супеси)**

Результаты анализа позволили получить следующие уравнения показателей пластичности (пример, супесь аллювиальная глинистая фракция):

$$W_L = 16,9779 + 0,5415 * x$$

$$W_P = 15,0058 + 0,17 * x$$

Увеличение же песчаной фракции ведет к уменьшению пределов пластичности (рис 2). Это объясняется тем, что песчаная фракция имеет жесткий структурный каркас и не имеет связности [2].

Подсчитаны коэффициенты парной корреляции Пирсона между процентным содержанием различных фракций и показателей пластичности грунтов (табл.). Анализируя эти данные можно сказать, что наиболее значимая связь как для суглинка, так и для супеси наблюдается между процентным содержанием глинистой фракции и верхним пределом пластичности  $W_L$  ( $r=0,77$ ). Возможно, данный факт можно объяснить тем, что пластичность сильно зависит от дисперсности глинистых фракций и возрастает пропорционально увеличению содержания в ней коллоидов. Особенно сильно она увеличивается в присутствии органических коллоидов.

Кроме того, выявлены наиболее значимые связи между составом грунта и показателями физико-механических свойств. Анализируя данные можно сказать, что наибольшее влияние оказывают  $W_L$  и  $W_P$  на угол внутреннего трения, а содержание глинистой фракции на сцепление и показатель пластичности. На рисунке 3 приведена дендрограмма.

В целом проведенные исследования позволили сделать следующие выводы.

Гранулометрический состав имеет значительное влияние на пластичные свойства аллювиальных грунтов. Наибольшее влияние оказывает содержание глинистой фракции на верхний предел пластичности ( $r=0,77$ ). Наиболее тесно взаимосвязаны следующие показатели состава и физико-механических свойств грунтов: содер-

Таблица  
Коэффициенты парной корреляции Пирсона между процентным содержанием различных фракций и показателями пластичности

Фракция	$W_L$	$W_p$
Сумма песчаной фракции	-0,79	-0,46
Сумма пылеватой фракции	0,75	0,45
Сумма глинистой фракции	0,77	0,39

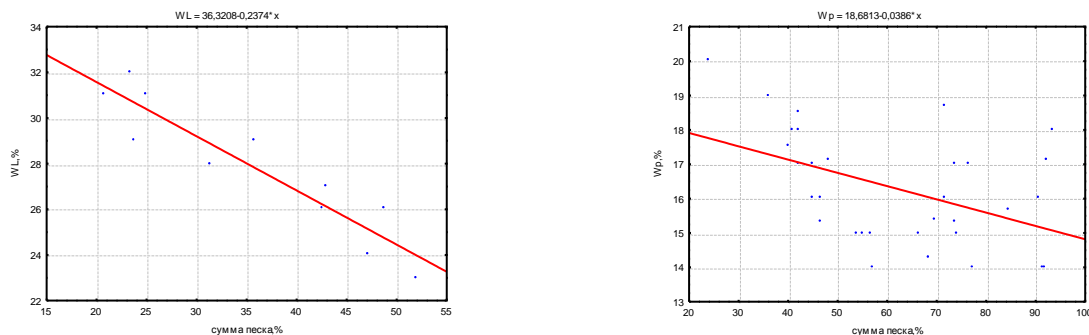


Рис. 2. Графики зависимости верхнего и нижнего пределов пластичности от содержания в грунтах песчаной фракции

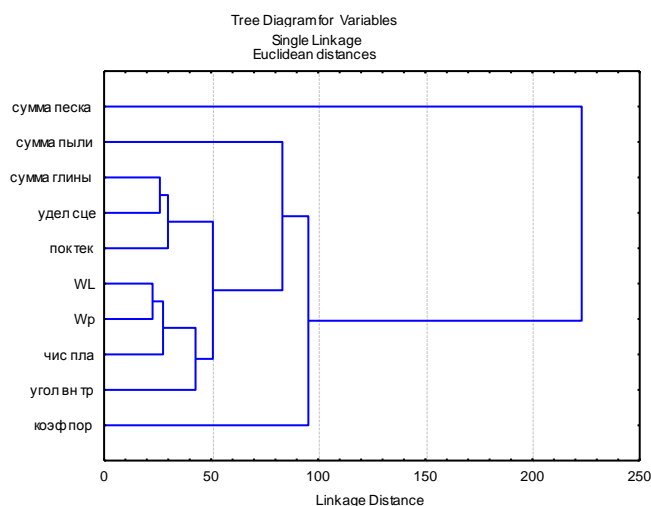


Рис. 3. Дендрограмма корреляционной матрицы состава и физико-механических свойств супеси

жание глинистой фракции, удельное сцепление, показатель текучести, число пластичности, пределы пластичности, угол внутреннего трения.

Данные выводы можно использовать для качественного анализа определения ряда физико-механических свойств.

#### Литература

1. Ломтадзе В.Д. Методы лабораторных исследований физико-механических свойств горных пород. - Ленинград: Недра, 1972. – 312 с.
2. Сергеев Е.М. Грунтоведение. – Московский университет, 1983. – 382 с.

## ПРИЧИНЫ И ФАКТОРЫ ОБВОДНЕНИЯ УРТУЙСКОГО БУРОУГОЛЬНОГО РАЗРЕЗА

И.Г. Трухин

Научный руководитель доцент Г.П. Сидорова  
Читинский государственный университет, г. Чита, Россия

Уртуйское буроеугольное месторождение расположено в Краснокаменском районе Забайкальского края в 8 км севернее г. Краснокаменска в юго-западной части Восточно-Урулунгуевской впадины, в устьевой части пади Уртуй.

В обводнении Уртуйского разреза участвуют подземные воды четвертичных отложений и меловых пород.

Четвертичные отложения распространены почти повсеместно и имеют мощность 50 - 60 м. Обводнены они неравномерно. Наряду с хорошо проницаемыми породами, имеющими коэффициенты фильтрации до 174 м/сут (устьевая часть долины р. Уртуй), имеются прослойки и линзы заглинизированных и глинистых отложений с коэффициентами фильтрации 0,2 м/сут и менее. К линзам и слоям хорошо проницаемых разностей приурочены выходы подземных вод четвертичного горизонта в бортах карьера. Расходы родников, выходящих здесь, достигают 10-45 м<sup>3</sup>/час и более. Максимальная обводненность отложений характерна для борта разреза, приуроченно к устьевой части долины р. Уртуй. Здесь зарегистрированы и максимальные дебиты выходов вод четвертичного горизонта.

Грунтовые воды в условиях нарушенного при разработке Уртуйского месторождения режима залегают на глубинах до 30-50 м у бортов карьера, а в приустьевой части пади Уртуй подземные воды выклиниваются на поверхность, образуя водоток с расходом до 3 л/с и более в паводковые периоды.

Для пропуска паводковых вод сооружен временный руслоотвод с гидроизолированным (пленкой) руслом. Эффективность гидроизоляции, однако, невелика. Это видно по тому, что на участке до 300 м весь сток ручья Уртуй в руслоотводном канале (с расходом до 90 м<sup>3</sup>/час) полностью поглощается. То есть и эти воды поступают в Уртуйский разрез.

Четвертичные отложения в бортах Уртуйского разреза обводнены повсеместно, но наиболее водообильны они в пойме р. Уртуй. Это обусловлено значительной водосборной площадью (542 км<sup>2</sup>), высокими фильтрационными свойствами пород (коэффициенты фильтрации до 174 м/сут в пределах дельты р. Уртуй) и значительной мощностью отложений, превышающей в устьевой части 30 м.

По результатам исследований, при средней мощности потока в подрусловых образованиях пади Уртуй в 25 м, среднем коэффициенте фильтрации пород в 52,4 м/сут, гидравлическом уклоне потока 0,028 (соответствует среднему уклону депрессионной кривой) и площади сечения потока в 33500 м<sup>2</sup> расход потока грунтовых вод может достигать в пади Уртуй 279,0 м<sup>3</sup>/сут. Водоприток в Уртуйский разрез в настоящее время характеризуется следующими величинами (табл.).

Таблица

Откачка из разреза «Уртуйский» в 2009 г.

Период наблюдений, мес.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Водоприток по месяцам, м <sup>3</sup> /час	534	502	697	851	905	856	889	801	983

Величина водопритока существенно увеличивается в многоводные периоды года, достигая 1000 и более м<sup>3</sup>/час. В то же время в зимний период водопритоки снижаются до 500 м<sup>3</sup>/час. Амплитуда изменений водопритоков в годы нормальной водности не превышает, таким образом, 30%. Часть подземных вод (четвертичный водоносный горизонт) разгружается непосредственно в борту разреза, создавая проблемы на вскрышных горизонтах, связанные с подтоплением и оползанием бортов и транспортных берм. Проблема осушения бортов на разрезе Уртуйский является весьма актуальной и сложной по своему решению. Последнее заключается в том, что при проведении мероприятий по водопонижению в угольном пласте произошел разрыв уровней подземных вод в четвертичных и меловых отложениях. Это связано с тем, что, являясь водоупором для четвертичного водоносного горизонта, алевролиты надугольной толщи препятствуют фильтрации подземных вод из четвертичных отложений в угольный пласт, который обладает хорошими фильтрационными свойствами [1]. По данным института ПромНИИпроект расход грунтового потока в пади Уртуй составляет 292,6 м<sup>3</sup>/сут. Таким образом, до 50% водопритока в разрез Уртуйский обеспечивается потоком грунтовых вод из пади Уртуй.

Водопроницаемость пород также закономерно увеличивается к устьевой части пади Уртуй. Это обусловлено увеличением мощности отложений. По данным ВостСибгипрошахт для устьевой части долины Уртуй характерны следующие значения водопроницаемости пород, которые могут быть приняты за базовые для всех последующих расчетов:

- четвертичные отложения – 163 м<sup>2</sup>/сут;
- надугольные породы – 57 м<sup>2</sup>/сут;
- угольные – 720 м<sup>2</sup>/сут;
- подугольные – 30 м<sup>2</sup>/сут.

Питание четвертичного водоносного горизонта преимущественно атмосферное. Кроме этого в обводнении горизонта участвуют поверхностные воды р. Уртуй и других (временных) водотоков, техногенные воды из-за утечек из временного руслоотвода, пруда-отстойника и т.д.



Режим четвертичного горизонта на большей части его распространения определяется режимом гидрометеорологических факторов. В области же разгрузки, (приустьевая часть долины р. Уртуй и Уртуйский разрез), режим подземных вод в существенной степени изменен искусственными факторами. На него влияют дренажные работы, режим работы скважин водоотлива, скорость углубки карьера и продвижения его рабочего борта и т.д. При этом в формировании водопритока в карьер участвуют и воды четвертичного горизонта долины Сухой Урулюнгуй, режим которого по большей части также находится под влиянием техногенных факторов.

Кроме этого на обводненность пород в бортах карьера существенно влияют и противифльтрационные технологии, используемые для уменьшения фильтрации из руслоотвода и отстойника (противифльтрационные пленочные экраны). В этой связи режим подземных вод здесь является существенно нарушенным и зависящим в большей части от искусственных факторов. Естественные факторы формирования режима при этом имеют подчиненную роль. Это объясняется тем, что из-за значительной дальности питания, большой площади распространения водоносного горизонта, влияние гидрометеорологических факторов определяет режим подземных вод только на площади его распространения. Таким образом, воды четвертичного горизонта вблизи карьера находятся под определяющим влиянием техногенных факторов, а сам горизонт при этом может быть назван техногенным.

Породы надугольной толщи, углевмещающие и подугольные образования обводняются за счет вод четвертичного горизонта на участках их тесной гидравлической связи, а также за счет трещинно-жильных вод разломов, многие из которых имеют продолжение в горном обрамлении и гидравлически связаны с водотоками горного обрамления. Одним из таких участков является также долина р. Уртуй, где в полной мере проявила себя разломная тектоника. Тем не менее, на основной части распространения меловые образования имеют гидравлическую связь с четвертичными породами только на участках «гидрогеологических окон», например там, где проницаемость надугольной толщи сравнительно велика [2,3].

Таким образом, исходя из сложившихся водопритоков в разрез и результатов гидрогеологических наблюдений за ними в приконтурной зоне карьера и карьере, можно заключить следующее:

- суммарный водоприток в разрез Уртуйский составляет около 650 м<sup>3</sup>/час и более в период выпадения ливневых осадков;

- видимый приток из четвертичных отложений в борту карьера достигает 120 и более м<sup>3</sup>/час в многоводные периоды при этом до 75% притока приурочено к его юго-западному борту; оставшаяся часть – к северному и северо-восточному борту;

- суммарный средний приток из долины р. Уртуй достигает 280 м<sup>3</sup>/час, при этом около 40% вод четвертичного горизонта разгружается непосредственно в борту карьера, оставшаяся часть идет на обводнение меловых образований и дренируется зумпфом карьера;

- расчетная величина водопритока по четвертичным и меловым образованиям, поступающая из долины р. Сухой Урулюнгуй, составляет 370 м<sup>3</sup>/час.

#### Литература

1. Бабелло В.А., Сидорова Г.П. Особенности фильтрационных свойств четвертичных отложений на Уртуйском бурогольном разрезе // VII Всероссийская научно-практическая конференция «Кулагинские чтения»: мат-лы конф. – СПб. – Чита, 2007. – С.119 – 122.
2. Гидрогеология СССР / под общ. ред. А.В. Сидоренко. – М.: Недра, 1969. – Т. XXI. Читинская область. – 444 с.
3. Степанов В.М. Гидрогеологические структуры Забайкалья. – М.: Недра 1980. – 177 с.

### ИЗУЧЕНИЕ НАБУХАНИЯ ГЛИНИСТЫХ ГРУНТОВ ОПОЛЗНЕВОГО ТЕЛА РАЙОНА СРЕДНЕГО ТЕЧЕНИЯ Р. МЗЫМТА

Т.С. Тырина

Научный руководитель доцент С.К. Николаева

*Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, г. Москва, Россия*

При проведении инженерно-геологических изысканий для разработки проекта строительства совместной (автомобильной и железной) дороги Адлер–Красная Поляна были выявлены участки развития опасных геологических процессов. Геологические, геоморфологические и экзогенные факторы создают в районе исследований условия для развития оползневых процессов, плоскостного смыва, карста, обвалов и осыпей. Наиболее опасными и широко развитыми являются оползневые процессы.

На устойчивость склонов здесь в значительной мере влияют структурно-тектонические особенности отложений. Гравитационным смещениям способствует, прежде всего, повышенная тектоническая трещиноватость в зонах разломов общекавказского и субмеридианального простирааний, особенно интенсивная при их взаимном пересечении. Ослабленные зоны с повышенной трещиноватостью отмечаются также в присводовых частях антиклиналей и синклиналей. Основными факторами, вызывающими гравитационные смещения помимо тектоники, являются атмосферное переувлажнение, выветривание, боковая и донная эрозия р. Мзымта, а также техногенные факторы – подрезки склонов, динамические воздействия на грунт от движущегося транспорта и др. Техногенные факторы, как правило, ускоряют развитие оползневых процессов.

Сотрудниками Московского государственного университета летом 2009 г. были проведены детальные полевые исследования по изучению одного из типичных участков развития оползневых процессов в районе среднего течения р. Мзымта. В ходе инженерно-геологических изысканий были отобраны образцы глинистых грунтов на участке распространения оползневого тела в районе села Кепша.

Автору статьи были любезно предоставлены грунты, отобранные в виде керна из скважины, пробуренной в области языка оползня. В этой нижней части оползневого тела участок трассы совмещенных автомобильной и железной дорог проектируется в выемке глубиной от 10 до 20 м (один из возможных вариантов прохождения трассы); в настоящее время обсуждается вопрос о целесообразности формирования выемки.

Монолиты были отобраны из одной скважины с разных глубин в интервале 20-22 м. Скважина вскрывает оползневые накопления, сформированные в глинисто-мергелистых отложениях кепшинской свиты нижнего апта ( $K_1a_1$ ).

Грунты от серого до серовато-черного цвета. Для них характерно наличие многочисленных крупнообломочных включений (в основном до 25%, редко более) размером от первых мм до 1-2 см, как полуугловатых, так и угловатых. Крупнообломочные, преимущественно дресвяные, включения представлены карбонатно-глинистым (мергелистым) материалом, в разной степени выветрелым. Основная дисперсная масса глинистая по составу. Присутствие различного количества обломков более 2 мм и крупно-, крупнопесчаных фракций обуславливает высокую степень неоднородности исследуемых грунтов. Макроструктура грунта имеет кусковатую отдельность, характер излома глянцеватый. Присутствуют макропоры диаметром в первые мм. Макротекстура грунта массивная, видимая слоистость отсутствует.

Плотность грунтов варьирует от 2,21 до 2,35 г/см<sup>3</sup>, причем ее значение значительно меняется у различных образцов в пределах небольших интервалов глубин. Естественная влажность грунтов колеблется от 10 до 13%. По числу пластичности грунты могут быть отнесены к легким суглинкам. Учитывая достаточно большое количество в составе грунтов крупнообломочных включений размером от нескольких мм до первых см, грунты могут быть названы суглинками с дресвой и дресвянистыми суглинками. Консистенция твердая.

Перед автором стояла задача исследования набухаемости грунтов, под которой понимается широко распространенный сложный физико-химический процесс, выражающийся в увеличении объема глинистых грунтов и их влажности, возникновении давления набухания, изменении прочности, сжимаемости и водопроницаемости при взаимодействии с водой и водными растворами [3]. Актуальность изучения набухаемости в данном случае связана с тем, что в случае формирования выемки под будущую трассу изучаемые грунты будут расположены близко к поверхности, т.е. будут активно подвергаться влиянию атмосферных осадков и экзогенных процессов (выветривания, плоскостного смыва и др.).

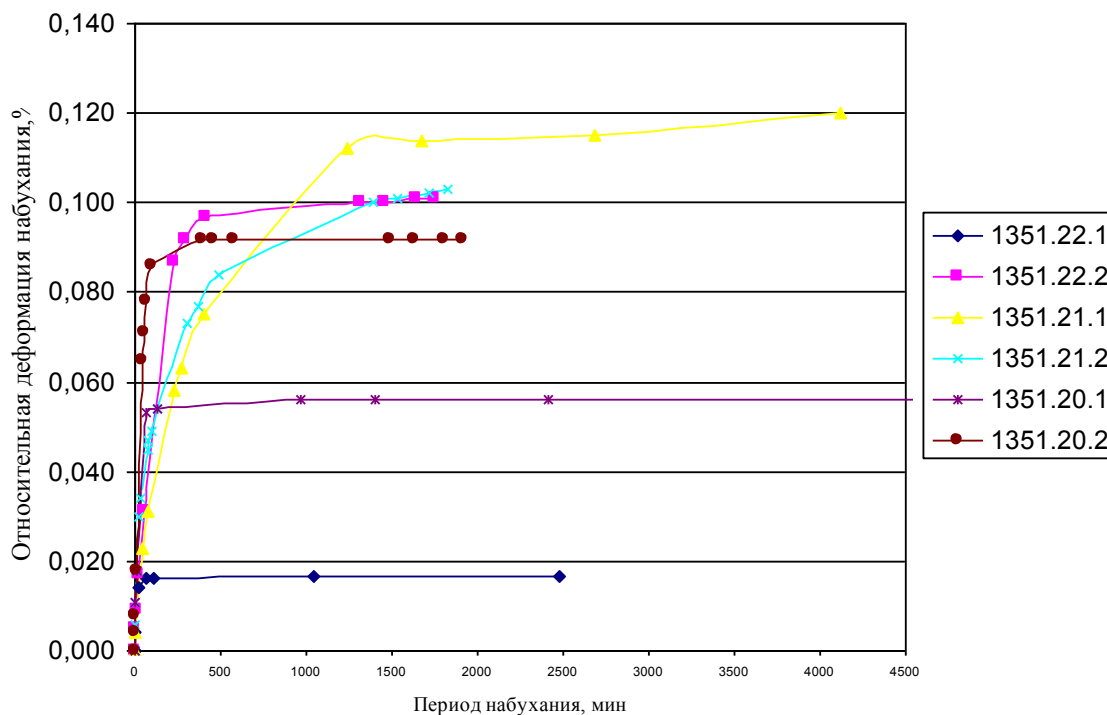


Рис. Динамика свободного набухания грунтов

Свободное набухание грунтов изучалось с помощью прибора Васильева. Результаты исследований представлены в таблице и на рисунке.

По степени деформации наиболее набухающими являются грунты, отобранные с глубины 21 м, их можно отнести к средненабухающим. Грунты, отобранные с глубины 20 м являются слабонабухающими. При изучении грунта, отобранного с глубины 22 м, были получены существенно различные результаты: в первом случае степень набухания грунта составила всего 1,7 % за 41,3 ч, во втором – 10,1 % за 29,2 ч. Данный образец характеризуется наибольшей неоднородностью состава, хотя в целом для всех изученных грунтов справедливо утверждение о неоднородности их состава и соответственно неоднородности проявления свойств. Интересна проявившаяся в нескольких опытах обратная зависимость степени и периода деформации. Так, например, у уже

Таблица

## Результаты свободного набухания грунтов

№ образца	Глубина отбора, м	Название грунта	Естественная влажность $W_e$ , %	Плотность $\rho$ , г/см	Пластичность		Степень набухания $R_n$ , %	Влажность набухания $W_n$ , %	Период набухания $t_n$ , ч
					нижний предел $W_p$ , %	верхний предел $W_L$ , %			
A20	20,0-20,1		13	2,31	16	27	5,6	40	112,2
			13	2,25					
A21	21,0-21,2	суглинок легкий твердый	12	2,21	17	29	12,0	25	68,7
			12	2,34					
A22	22,0-22,1		10	2,35	16	25	1,7	22	41,3
			10	2,35					

рассмотренного грунта 1351,22, а также грунта, отобранного с глубины 20 м; большим значениям степени деформации соответствуют меньшие значения периода набухания. Влажность грунтов после набухания значительно увеличивается, наиболее ярко это выражено для грунта, отобранного с глубины 20 м, диапазон изменения составляет от 13 до 40%. При такой влажности грунты могут переходить в текучее состояние, поэтому можно прогнозировать в откосах выемки оплывины, оползни-потоки и т.п., что требует специальных мер инженерной защиты от опасных гравитационных процессов и дальнейшего изучения особенностей набухания грунтов в районе проектируемого строительства.

## Литература

1. Грунтоведение / Под ред. В.Т. Трофимова. М.: Изд-во МГУ, 2005. – 1024 с.
2. Лабораторные работы по грунтоведению: Учеб. Пособие / Под ред. В.Т. Трофимова и В.А. Королева. М.: Высш. шк., 2008. – 519 с.
3. Методическое пособие по инженерно-геологическому изучению горных пород / Под ред. Е.М. Сергеева. М.: Недра, 1984. – 483 с.

### ВЛИЯНИЕ СПОСОБА ПОДГОТОВКИ ПРОБ НА РЕЗУЛЬТАТЫ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

**Е.В. Фурсова**

Научный руководитель доцент Л.А. Строкова

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

Твердые компоненты грунтов характеризуются относительным содержанием (по массе или по объему) частиц, обломков кристаллов и других зерен определенного размера, определяемых с помощью гранулометрического анализа. По его результатам проводят их классифицирование по ГОСТ 25100-95 «Грунты. Классификация». Кроме того, гранулометрический состав дает структурную характеристику грунта, позволяет предварительно судить о происхождении породы, приблизительно оценивать некоторые его свойства, оценивать грунт как строительный материал и т.д.

Гранулометрический состав характеризует предельную дисперсность грунта, он постоянен для данного грунта и поэтому является классификационным признаком. При проведении гранулометрического анализа данного грунта необходимо перевести его частицы в состояние первичной дисперсности, что достигается использованием различных методов подготовки. Результаты этого анализа во многом зависят от способа подготовки грунта, при котором и осуществляется разделение микроагрегатов на первичные частицы. Способы подготовки разные в разных странах, однако неизвестно есть ли разница в результатах.

Целью работы является выяснение влияния способов подготовки проб на результаты гранулометрического анализа.

Задачи:

- 1) Изучение специальной литературы/
- 2) Подготовка проб к анализу (двумя способами: по ГОСТУ 12536-79 и DIN 18196)/
- 3) Проведение анализа/
- 4) Анализ проделанной работы.

Для оценки влияния способов подготовки грунтов к гранулометрическому анализу на результаты был использован суглинок тугопластичный с естественной влажностью  $W=15\%$ .

Предварительная подготовка проб к анализу производилась по двум стандартам: 1 и 2 проба согласно ГОСТ 12536; 3 и 4 проба – DIN 18196. Грунт 1 и 2 высушивали до воздушно-сухого состояния, пробы 3 и 4 брались с естественной влажностью. Согласно отечественным стандартам, суспензию с навеской кипятят в течение 1 часа, по немецким стандартам – кипячение не требуется, поэтому было предложено пробы подвергнуть кипячению (№1 и 3). Далее проводился сам анализ ареометрическим методом. Суспензии переносились в цилиндр,

емкостью 1 л и через определенные интервалы брались отчеты по ареометру. Результаты гранулометрического анализа представлены на рисунке.

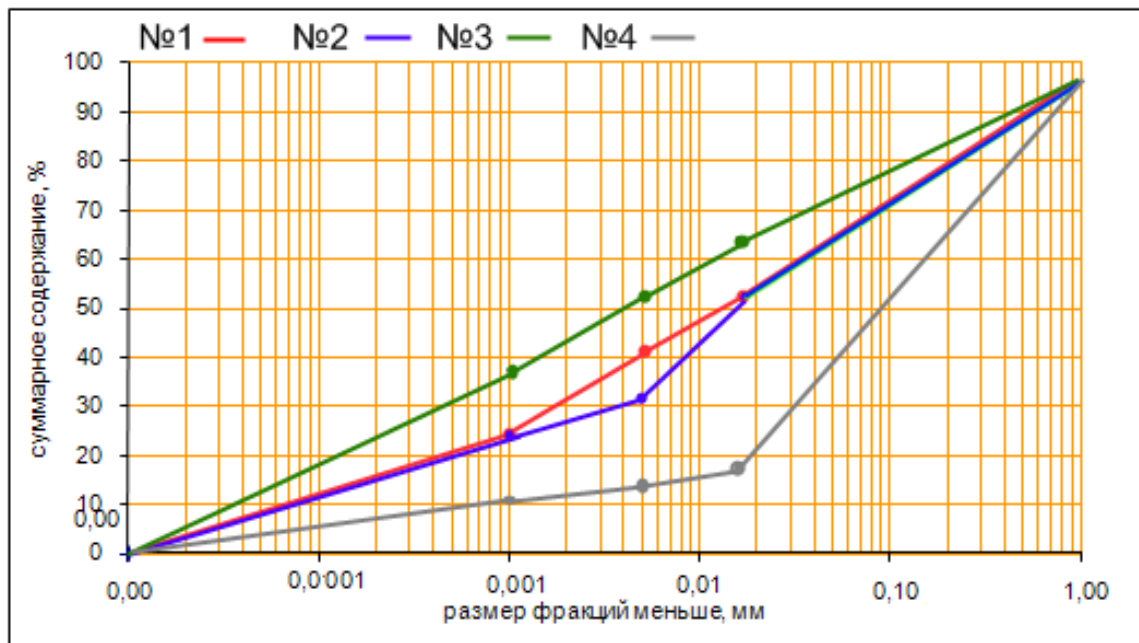


Рис. Результаты гранулометрического анализа

Как видно по интегральным кривым способ, подготовки грунта к гранулометрическому анализу имеет различия при оценке процентного содержания фракции 0,0001-0,03 мм. Полученные единичные результаты не позволяют однозначно оценить влияние способа подготовки грунтов на выход фракций.

### ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ФЛИШЕВОЙ ТОЛЩИ РАЙОНА Г.НОВОРОССИЙСКА КАК ОСНОВАНИЯ ТЯЖЕЛЫХ СООРУЖЕНИЙ ЦЕМЕНТНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Ю.В. Халиуллина

Научный руководитель профессор Р.Э. Дашко

Санкт-Петербургский государственный горный институт им. Г.В.Плеханова  
г. Санкт-Петербург, Россия

Новороссийск – крупнейший центр цементной промышленности на юге России, созданный на базе крупных месторождений высококачественных мергелей. В начале 2008 г. ОАО «Новоросцемент» запроектировал строительство нового завода мощностью 2,4-3,5 млн. тонн цемента в год по немецкой технологии сухого производства. Оно предполагает возведение тяжелых сооружений с давлением под подошвой фундамента до 0,7 МПа (табл.).

Комплекс уникальных сооружений проектируется в непосредственной близости от эксплуатируемого завода «Первомайский», площадь которого в геоморфологическом отношении расположена на склоне Маркотхского хребта, являющегося частью северо-западной оконечности Главного Кавказского хребта. В данном районе предполагается возможность возникновения землетрясений интенсивностью до 8 баллов согласно СНиП II-7-81 «Строительство в сейсмических районах». Наличие тектонического разлома, пересекающего площадку в северо-восточном направлении, свидетельствует о мощной зоне дезинтеграции пород, что снижает их устойчивость и прочность, а также повышает опасность развития оползневых смещений склонов и деформаций сооружений.

Территория строительства новых тяжелых сооружений характеризуется расчлененным рельефом с перепадом высот 62 м, крутизной склонов до 50° и высотой до 53 м, в разрезе которой прослеживается терригенно-карбонатный флиш верхнего мела. Все сооружения будут размещаться вблизи крутых откосов ввиду отсутствия других более благоприятных площадей.

По данным изысканий 2008 г. в разрезе основания сооружений прослеживаются следующие геологические типы пород (сверху вниз): маломощные современные четвертичные отложения различного генезиса и верхнемеловые образования флиша Северного Кавказа. При инженерной подготовке территории для возведения промышленных сооружений четвертичные отложения и верхняя часть выветрелых дезинтегрированных коренных пород будут полностью сниматься.

Таблица

Параметры сооружений

№ объекта по генплану	Наименование	Высота сооружения, м	размер диаметра в плане, м	Планировочная отметка поверхности, м	Фундаменты		
					Тип	Давление под подошвой фундамента, МПа	
03	Усреднительный склад мергеля	30	102	255	На естественном основании	3	0,5
08	Смесительный силос	80	22	239,8		5	0,6
15	Склад клинкера с силосом	25	65	240		6	0,7
		50	10			6	0,6
22	Цементные силосы с отгрузкой в автотранспорт	76	22	248		6	0,7
23	Цементные силосы с отгрузкой в ж/д транспорт	76	22	220	6	0,7	

Верхнемеловые отложения представляют собой переслаивание мергелей, мергелистых глин, а также алевролитов и песчаников, отмечается наличие тонких глинистых прослоев. По контакту различных литологических типов пород вся толща разделена на 3 пачки. Гениохская свита сантонского яруса ( $K_2gn$ ) представлена бежево-серыми мергелями, которые присутствуют в разрезе северо-восточной части площади. Ахейнская свита компанского яруса ( $K_2ah$ ) по литологическому составу делится на две пачки пород, которые характеризуются наибольшей степенью тектонической дезинтеграции. Нижняя подсвита вышеуказанной свиты, слагающая юго-западную часть площади, представлена серыми мергелями с прослоями глин, мощность которых не превышает 30 см. В верхней подсвите преобладают светло-серые мергели с тонкими прослоями алевролитов и песчаников. Отложения этой пачки присутствуют в основании тяжелых цементных силосов. Верхнемеловые отложения имеют моноклинальное залегание, с наклоном пластов в одну сторону, что связано с приуроченностью пород к крылу складки со следующими элементами залегания пород: азимут падения – 25-55°, угол падения – 40-65°; по данным бурения высота керна составляет менее 10 см, что указывает на высокую степень трещиноватости пород согласно показателю RQD [1].

$$\alpha = 45^\circ + \varphi/2$$

$$\varphi = 2\alpha - 90^\circ$$



СКВ. 34 глубина 15м  
 $\alpha = 50^\circ - 54^\circ$   
 $\varphi = 10^\circ - 18^\circ$



СКВ. 50 глубина 17м  
 $\alpha = 53^\circ - 58^\circ$   
 $\varphi = 16^\circ - 26^\circ$

Рис.1 Характерные направления трещин в керне мер-

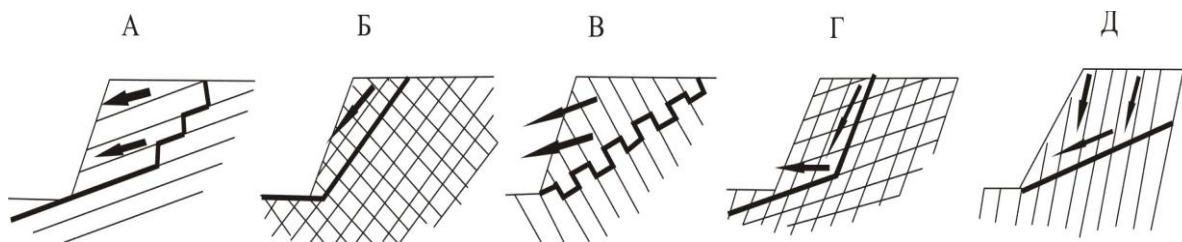
гелины растяжения.

Предварительные расчеты дали возможность установить, что пригруженные откосы неустойчивы при наличии неблагоприятно ориентированных поверхностей ослабления, даже без учета действия сейсмических сил. В зависимости от степени и характера дезинтегрирования флишевой толщи положение поверхностей ослабления можно систематизировать по следующим критериям: по одной трещине Б, системе трещин А и В или по двум системам трещин как поперек ребра пересечения Г, так и вдоль него Д [2] (рис.2).

Для обеспечения устойчивости сооружений, расположенных вблизи откосов, сложенных трещиноватой флишевой толщей, необходимо проанализировать несколько вариантов конструктивных мероприятий:

На отдельных монолитах фиксируются сомкнутые тектонические трещины сдвига (рис. 1), позволяющие оценить углы внутреннего трения породы  $\varphi$ . Величины  $\varphi$  варьируют от 10 до 26°, которые могут быть приняты как характеристики прочности по контакту слоев, например – мергель по мергелю. Но наиболее слабыми и опасными будут являться глинистые прослои, особенно при дополнительном их увлажнении, когда значения  $\varphi$  снижаются до 10° и менее.

Специализированная инженерно-геологическая съемка на территории функционирующего завода «Первомайский», в которой автор принимала непосредственное участие, показала, что на склонах фиксируются оползневые смещения, сопровождающиеся разрушением кирпичной кладки дымовой трубы, здания магазина и автомастерской, в стенах которых формируются тре-



**Рис.2. Возможные случаи формирования поверхностей скольжения**

1 – гравитационные подпорные стенки, которые относятся к типу массивных, создающих единый фронт сопротивления сдвигающим усилиям в направлении откоса; главным моментом в этой ситуации является правильное определение глубины заложения подпорных стенок по отношению к поверхности скольжения и основного направления оползневого давления; в противном случае существует реальная возможность смещения пригруженного откоса вместе с подпорными стенками;

2 – анкерное крепление склонов или фиксация с помощью свай; длина штанг определяется мощностью ослабленной зоны и в практике строительных работ целесообразна в пределах 4-5 м; при большей мощности ослабленной зоны (не свыше 30 м) переходят на гибкие тросовые тяжи;

3 – свайный фундамент из буронабивных свай; для обеспечения надежности и эффективной работы свай, ее необходимо заглублять ниже поверхности скольжения в зону призмы упора. На сильно трещиноватых участках целесообразно проводить заливку бетона вокруг свай, что существенно повышает эффективность ее работы.

В результате экономической оценки будет сделан окончательный выбор капитальных защитных мероприятий для обеспечения длительной устойчивости сооружений, размещаемых вблизи либо на откосах, сложенных моноκлиально залегающей флишевой толщей.

#### Литература

1. Дашко Р.Э. Механика горных пород: Учебник для вузов. – М.: Недра, 1987. – 264 с.
2. Молоков Л.А. Взаимодействие инженерных сооружений с геологической средой. М.: Недра, 1988. – 94 с.

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РАСТВОРОВ НА ОСНОВЕ СИНТЕТИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ ДЛЯ ЛИКВИДАЦИИ НЕФТЯНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ ПРЕДПРИЯТИЯ «ТУАПСЕНЕФТЕПРОДУКТ» А.С. Чепрасова

Научный руководитель доцент К.И. Кузеванов

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

Проблема очистки и последующей рекультивации земель, загрязненных нефтепродуктами в результате аварийных ситуаций при их добыче, транспортировке и переработке, практически не решена, несмотря на имеющийся в мировой практике широкий спектр приемов и методов их восстановления.

Поиск возможных решений данной проблемы особенно актуален для крупных предприятий нефтекомплекса с многолетним периодом эксплуатации. Наиболее эффективные методы очистки грунтов от нефтепродуктов заключаются в выемке загрязненного грунта и обработке его в специальном оборудовании различными реагентами, (в том числе и с использованием органических экстрагентов).

Как показывает опыт проведения рекультивационных работ, поверхностные методы очистки, например, с помощью специализированных культур микроорганизмов или агротехнологий, не позволяют, в большинстве случаев, без дополнительных мероприятий удовлетворительно решить рассматриваемую проблему. Это связано с тем, что указанные и другие методы очистки загрязненного участка не исключают его возможное повторное загрязнение, вследствие вытеснения на поверхность не связанного нефтепродукта при сезонном подъеме уровня грунтовых вод.

На предприятии ООО «РН-Туапсенефтепродукт» процесс локализации и ликвидации линзы подпочвенных скоплений нефтепродуктов, залегающей на подземных водах, осуществляется с использованием работы защитной дренажной системы (ЗДС).

Защитная дренажная система, разработанная для предотвращения поступления углеводородов в русло р. Туапсе, состоит из эксплуатационных (откачных) и нагнетательных (закачных) скважин. Работа ЗДС сопровождается эксплуатацией наблюдательной сети режимных гидрогеологических скважин, которая позволяет контролировать и оценивать эффективность работы защитной системы.

Для сокращения времени санации территории предложено использовать метод, обеспечивающий объемную очистку грунтов, подверженных загрязнению нефтепродуктами, без выемки горных пород.

В целях предотвращения распространения загрязнения с грунтовыми водами в опасных для окружающей среды масштабах предлагается метод принудительного удаления загрязнения водой без выемки грунта. Указанный метод, является сравнительно оперативным, однако его эффективность может быть достигнута только при применении значительного количества, нагнетаемого в грунт моющего раствора в объёме не менее 3000 м<sup>3</sup>.

Предлагаемый моющий раствор «БОК» используется в виде водных растворов с рабочей концентрацией 1,0 % по массе, не содержит щелочей и фосфатов, имеет 4 класс опасности по ГОСТ 12.1.007-76. Принципиальной особенностью «БОК» является сбалансированность состава. Она обеспечивает хорошую смачивающую и максимальную эмульгирующую способности рабочих растворов, которые позволяют удерживать загрязнитель в растворе с образованием электрически заряженных агрегированных молекул. Композиции «БОК» содержат в своем составе полиэлектролиты, предотвращающие процесс ресорбции, ингибиторы коррозии и другие вспомогательные вещества.

После нейтрализации раствор можно сбрасывать в канализацию при разбавлении его водой приблизительно в два раза. Процесс очистки грунтов может быть реализован методом замкнутого цикла оборота раствора с отстаиванием и отделением свободных нефтепродуктов.

Нами выполнены гидродинамические расчёты проектного режима эксплуатации ЗДС для режима промывки загрязнённых нефтепродуктами водонасыщенных горных пород на основе оценки понижения в системе взаимодействующих гидрогеологических скважин. Результаты расчётов показывают, что однократное замещение линзы технологическим раствором возможно за период равный 40 суток, а двукратное (что гарантирует качество очистки) потребует 80 суток. Столько же понадобится и для удаления раствора. С учетом настройки защитной дренажной системы для проведения всего цикла очистки необходимо 165-180 суток.

Прогнозные расчёты показывают, что в случае начала работ в сухое время года (апрель месяц) к концу сентября линза может быть ликвидирована.

В целях ликвидации загрязнения, с привлечением «БОК», со всей площади и предотвращения разгрузки моющего раствора и пленки нефтепродуктов, в процессе очистки грунта моющими веществами, необходимо внести корректировки в работу существующей ЗДС. Рекомендованное изменение режима работы отдельных скважин обосновано гидродинамическими расчетами.

## ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ ОПОЛЗНЕВОГО СКЛОНА В ТЕХНОГЕННЫХ УСЛОВИЯХ НА УЧАСТКЕ СТРОИТЕЛЬСТВА КУРОРТНОГО КОМПЛЕКСА «ПАЛЬМОВЫЙ БЕРЕГ»

М.А. Черникова

Научный руководитель доцент Е.П. Конашинская

*Южно-Российский государственный технический университет (Новочеркасский политехнический институт), г. Новочеркасск, Россия*

Оползни – одни из наиболее распространенных гравитационных склоновых процессов. Как и другие геологические процессы, они развиваются под влиянием двух групп факторов: природных и техногенных. И те, и другие факторы можно разделить на 2 группы: 1) факторы, изменяющие свойства горных пород, слагающих склон; и 2) факторы, изменяющие напряженное состояние пород приоткосного массива [2,3].

Такое разделение базируется на принятой в науке и инженерной практике методике количественной оценки и прогнозирования условий устойчивости природных склонов и техногенных откосов. Определение коэффициента устойчивости откосного сооружения на основе теории предельного равновесия производится по двум группам расчетных показателей: а) характеризующих прочность пород (сцепление и коэффициент внутреннего трения) и б) характеризующих напряженное состояние на поверхности скольжения (нормальные и касательные напряжения). Вся информация, полученная при инженерно-геологическом изучении объекта, должна быть в итоге отражена в показателях обеих групп.

В настоящей работе была поставлена частная задача по выявлению основных факторов формирования оползневого склона на участке строительства курортного комплекса «Пальмовый берег» в Туапсинском районе. Также предполагалось провести прогноз устойчивости оползневых склонов.

Среди основных *природных факторов* развития оползней были выделены и охарактеризованы:

- Геологическое строение массива;
- Литолого-петрографический состав пород;
- Напряженное состояние массива;
- Геоморфологические условия территории;
- Гидрогеологические условия;
- Климатические условия;
- Сейсмичность (неотектоника) территории;
- Тектоническая раздробленность территории.

Основными *техногенными факторами* развития оползней являются:

- Ослабление прочности пород в результате техногенеза;
- Изменение рельефа местности вблизи склонов;
- Изменение гидрогеологических условий;
- Пригрузка верхней части склонов.

Исследуемая территория расположена в Российской Федерации, Краснодарском крае, Туапсинском районе, курорте «Небуг», территории бывшего санатория «1 Мая».

Исследуемая площадка строительства курортного комплекса занимает два геоморфологических элемента: древнюю морскую террасу (Кадошскую) и эрозионный склон южной экспозиции, осложненный сетью балок.

С позиции тектонического строения территории, участок проектируемого строительства расположен в пределах южного окончания Анапско-Агойской подзоны Новороссийско-Лазаревского синклиория, участвующего в строении малым-эоценового структурного этажа.

Гидрогеологические условия площадки изысканий характеризуются наличием одного водоносного горизонта. По условиям залегания грунтовые воды относятся к водам порово-пластового типа. По гидравлическим свойствам – безнапорные. Грунтовые воды гидрокарбонатно-сульфатные.

Необходимо отметить наличие области с искусственно повышенной минерализацией грунтовых вод. В 35 м севернее бывшей водолечебницы расположены емкости для хранения минеральной воды. Утечки, происшедшие ранее из этих емкостей, привели к повышению минерализации воды. Общая минерализация её достигает 5618 мг/л, воды относятся к хлоридным натриевым.

Питание грунтовых вод происходит за счет инфильтрации атмосферных осадков и утечек из водонесущих коммуникаций (селитебные воды), проложенных вдоль русловых частей балок, разгрузка – в южном направлении. Грунтовые воды имеют тесную гидравлическую связь с поверхностными водами.

На основании буровых, геофизических работ и лабораторных исследований, согласно ГОСТ 25100-95 и 20522-96, на участке выделено восемь инженерно-геологических элементов (ИГЭ).

Из специфических грунтов на площадке изысканий получили распространение техногенные (ИГЭ-1), набухающие глинистые грунты (ИГЭ-3, 6, 7, 8) и элювиальные грунты (ИГЭ-6).

На исследованном участке получили распространение инженерно-геологические процессы: склоновые, крип, эрозионные, заболоченность, выветривание, сейсмичность. Но наиболее опасными являются оползневые процессы, поэтому в данной работе внимание уделено расчету устойчивости склонов.

Расчет устойчивости проводился для временно стабилизированных оползней (№№ 5, 6) по профилям XI-XI, XII-XII и для склонов при возможных подрезках по профилям VI\*-VI\*, VII\*-VII\*.

Для оценки устойчивости склона произведен расчет по методике Г.М. Шахунянца методом прислоненных откосов для тел, сползающих по фиксированной круглоцилиндрической поверхности.

Согласно расчетам, оползневые очаги № 5, 6 находятся в стадии динамического равновесия:

Склон по разрезу VII\*-VII\* находится в устойчивом состоянии, как при естественной влажности, так и при полном водонасыщении.

Склон по разрезу VI\*-VI\*, при выполнении подрезок на глубину 1,0 м и замачивании дна котлована водой, будет находиться в стадии динамического равновесия; при выполнении подрезок на глубину 2,0 м и замачивании дна котлована водой, склон будет находиться в неустойчивом состоянии.

Инженерно-геологическими изысканиями установлено [7], что площадка соответствует III категории сложности (согласно СП-11-105-97, часть I, приложение Б). Для разработки проекта необходимо учитывать все факторы, осложняющие инженерно-геологические условия.

Категория грунтов по сейсмической безопасности различна – II (СНиП II-7-81\*). Сейсмичность площадки с грунтами II категории по сейсмическим свойствам – 8 баллов.

Оползни наносят большой ущерб сельскохозяйственным угодьям, промышленным предприятиям, населённым пунктам и т.д. Для борьбы с ними должны применяться берегоукрепительные и дренажные сооружения, производится закрепление склонов вбитыми сваями, насаждением растительности и т.п.

Защитные мероприятия от оползней делятся на три группы: 1) *превентивные* меры; 2) *инженерные* мероприятия; 3) *ликвидационные* мероприятия.

*Превентивные меры* позволяют предупредить развитие оползневых процессов на потенциально оползневых склонах. Защитные *инженерные мероприятия* включают в себя комплекс различных специальных сооружений, обеспечивающих укрепление и закрепление оползневых склонов. Защитные мероприятия от оползней являются важной частью в системе инженерной защиты при застройке территорий с потенциальной оползневой опасностью. Наиболее простым способом защиты является строительство в основании оползневого склона подпорной стенки. Однако ее правильная конструкция не всегда заранее очевидна ввиду неопределенности предполагаемой поверхности скольжения.

Учитывая сложившиеся здесь инженерно-геологические условия, рекомендуется:

- провести изыскания на стадии разработки рабочей документации для каждого проектируемого сооружения;

- выполнить мероприятия по водоурегулированию;

- организовать сбор и отвод поверхностного стока со склонов и оползневых участков;

- при выполнении земляных работ подрезки склонов выполнять на глубину не более 2,0 м;

- подрезки склонов проводить в сухое время года небольшими отрезками (захватками), с немедленным закреплением склона;

- устранить утечки из действующих водонесущих коммуникаций;

- учитывая высокую оползневую опасность изученного участка работ, рекомендуется на последующих стадиях работ (РП, РД) выполнить расчеты устойчивости окружающих склонов вокруг каждой площадки под строящиеся здания и сооружения;

- на следующих стадиях изысканий, по каждой площадке, где предусмотрены заглубленные фундаменты, либо фундаменты на буро-набивных сваях, выполнить комплекс определений агрессивности подземных вод и коррозионной активности грунтов к железобетонным, металлическим конструкциям;



- учитывая высокую сейсмичность и широкое развитие специфических грунтов, в случае застройки территории высотными сооружениями, выполнить уточнение сейсмичности по каждой площадке;
- для проектирования того или иного вида берегоукрепления или лотка, необходимо проведение детальной съемки и инженерно-геологического обследования русла ручья после принятия решения о целесообразности строительства и сохранения максимально полезной территории.

## Литература

1. Балабанов И.П. "Палеогеографические предпосылки формирования современных природных условий и долгосрочный прогноз развития голоценовых террас черноморского побережья Кавказа", Москва – Владивосток, 2009.
2. Золотарев Г.С. «Инженерная геодинамика», издат. Московского университета, 1983.
3. Ломтадзе В.Д. "Инженерная геодинамика", Л.: "Недра", 1977.
4. Ткачук Э.И., Васильченко В.А. Методические указания к курсовому проекту по дисциплине «Инженерная геодинамика». Новочеркасск: «НПИ», 1989.
5. СНиП 2.02.01-83 «Основания зданий и сооружений». Москва, 1985.
6. СП 11.105-87 «Нормы проектирования». Москва, 1987.
7. Технический отчет об инженерно-геологических изысканиях по объекту: «« Курортный комплекс «Пальмовый берег» Туапсинского района», Туапсе 2009.

### МИКРОСТРУКТУРА ДИСПЕРСНЫХ ГРУНТОВ: МЕТОДЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ (НА ПРИМЕРЕ КЛЮЧЕВЫХ УЧАСТКОВ В ПРИБАЙКАЛЬЕ)

Ю.В. Чернышова

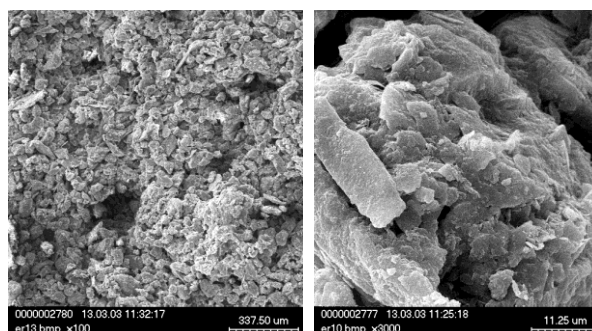
Научный руководитель профессор Т.Г. Рященко

*Иркутский государственный технический университет, г. Иркутск, Россия*

Микроструктура (микростроение) дисперсных грунтов – это пространственная организация вещества, которая характеризуется совокупностью морфометрических, геометрических и энергетических (тип структурных связей) признаков [2]. Параметры микроструктуры составляют базовый информационный блок современного грунтоведения.

Основным способом изучения микроструктуры длительное время являлся оптический метод, когда в петрографических шлифах проводилась диагностика минералов глинистой фракции, определялась степень ориентации структурных элементов, типы контактов и т.д. Качественный скачок произошел благодаря появлению современных физических методов исследования – рентгеноструктурного анализа и электронной микроскопии. В настоящее время наиболее информативные результаты дает растровая электронная микроскопия – РЭМ (рис. 1).

В грунтоведческой группе Аналитического центра Института земной коры СО РАН разработан и успешно применяется новый метод «Микроструктура», основанный на результатах гранулометрического анализа, который выполняется пипеточным методом с двумя способами подготовки образца: агрегатной (взбалтывание в воде – разрушаются только водонестойчивые агрегаты) и дисперсной (кипячение с пирофосфатом натрия – происходит максимальное разрушение агрегатов). Затем рассчитываются коэффициенты микроагрегатности (Кма), представляющие собой разность содержания каждой фракции, определенного при анализе с дисперсной и агрегатной подготовкой образца. Расчеты ведутся для всех шести фракций средне-крупнопесчаной (1,0-0,25 мм), тонко-мелкопесчаной (0,25-0,05), крупнопылеватой (0,05-0,01), мелкопылеватой (0,01-0,002), грубоглинистой (0,002-0,001) и тонкоглинистой (< 0,001). Значения коэффициентов микроагрегатности с отрицательным знаком показывают количество агрегатов соответствующей размерности (содержание фракции уменьшается за счет раз-



**Рис.1. Микроструктура лесса свиты малань ( $vQ_3$ ) – обр. 12–1,5 м  
(Северо-Западный Китай, район г. Ланьчжоу)**

рушения этих агрегатов), с положительным – содержание фракции в составе агрегатов (при их разрушении частицы меньших размеров освободились и составили прибавку соответствующей фракции). Кроме того, можно рассчитать для каждой фракции долю первичных (свободных) и захваченных в агрегаты (несвободных) частиц и

их соотношение – коэффициент свободы ( $F_{1-6}$ ). Участие различных частиц в строении агрегатов можно определить по степени снижения этого коэффициента: чем меньше коэффициент, тем больше частиц находится в агрегатах. В зависимости от количества агрегатов ( $A, \%$ ) определяется тип микроструктуры. Для выявления типа структурной модели грунта определяется сумма агрегатов и первичных частиц соответствующего размера ( $X_i = A_i + M_i$ ) и рассчитывается коэффициент элементарности, показывающий долю первичных частиц в общей сумме структурных элементов ( $G = M_i / [A_i + M_i]$ ). Тип структурной модели устанавливается по двум позициям: 1) размер преобладающих структурных элементов; 2) коэффициент элементарности.

Метод широко применяется при инженерно-геологических исследованиях дисперсных грунтов по ключевым участкам в Прибайкалье. Своеобразное «пробование» этого метода на примере различных объектов позволяет увеличивать банк информации о микростроении грунтов и проводить сравнительный анализ их микроструктурных особенностей. Получены обобщенные данные по результатам изучения микроструктуры донных осадков дельты р. Селенги, донных осадков Байкала в районе Академического хребта, лессовых ( $ls$ ) и глинистых ( $gln$ ) грунтов различных геолого-генетических комплексов из районов Тункинской впадины, пос. Балаганка, городов Иркутска и Саянска. Установлено, что донные осадки Селенги – это супеси и пески агрегированные (преобладают тонко-мелкопесчаные агрегаты), господствующее положение занимают тонко-мелкопесчаная и крупнопылеватая фракции, которые полностью свободны; в осадках отмечается агрегированно-скелетный и скелетный тип микроструктуры, тип структурной модели – преимущественно тонко-мелкопесчаный элементарный. При сравнении параметров микроструктуры речных осадков (дельта Селенги – отбор образцов проводился в интервале 0,3-1,0 м) с осадками Байкала (образцы из верхней части разреза – интервал 0-100 см) установлены различия по содержанию и коэффициенту свободы тонкоглинистой ( $< 0,001$  мм) фракции ( $F_6$ ), типам структурной модели и количеству агрегатов.

В лессовых грунтах Тункинской впадины четко видны различия между эоловым и делювиально-пролювиальным и пролювиальным комплексами – в первом случае выше агрегированность и реальная глинистость (суммарное содержание фракции  $< 0,002$  мм в свободном виде и в составе агрегатов –  $M_8$ ), однако типы микроструктуры и структурной модели почти одинаковы, отмечаются очень низкие значения  $F_6$ . Лессовые грунты делювиальных покровов ангарских террас ( $dQ_3^3$  – Иркутск) по параметрам микроструктуры близки эоловому комплексу Тункинской впадины (различия отмечаются только по  $F_6$ ). Особое место занимают лессовые образования современного аллювиального комплекса (Саянск) – они имеют очень высокие агрегированность ( $A = 39,6\%$ ) и реальную глинистость ( $M_8 = 47,0\%$ ). Глинистые грунты современного делювиального комплекса (пос. Балаганка) отличаются от лессовых грунтов, распространенных в Иркутске ( $dQ_3^3$ ), повышенным реальным содержанием глинистой фракции ( $M_8 = 29,2\%$ ), тип структурной модели – крупнопылеватый смешанный (в лессовых образованиях – крупнопылеватый элементарный, по всей вероятности, за счет участия эолового фактора при аккумуляции осадка на стадии седиментогенеза). Установленные черты сходства и различия параметров микроструктуры исследованных объектов обусловлены условиями их формирования.

Для 20 образцов глинистых и лессовых грунтов (районы о. Ольхон и Верхнего Приангарья) одновременно с параметрами микроструктуры ( $A, M_8, M_{11}$  – содержание пылеватых фракций по данным стандартной гранулометрии,  $K_{гг}$  – коэффициент глинистости, показывающий отношение реального содержания глинистой фракции к ее количеству, определенному по стандартной гранулометрии) были определены на пастах с фиксированной влажностью ( $W, \%$ ) относительное набухание ( $E_{sw}$ ), влажность набухания ( $W_n$ ), предел текучести ( $W_t$ ) и объемная усадка ( $V_u$ ). Цель этих исследований заключалась в том, чтобы выявить влияние особенностей микроструктуры с учетом параметров влажности на такие физико-химические свойства грунта как набухание и усадка. Ранее нами было установлено отсутствие прямой зависимости между этими свойствами, то есть практически ненабухаемые разновидности ( $E_{sw} < 4\%$ ) могли иметь усадку до 20-23 % и, наоборот, при набухании, например, 16 % усадка составляла также 22% [3,4].

Располагая указанными лабораторными данными, мы составили матрицу, где объектами были образцы грунтов ( $n=20$ ), их признаками – значения показателей микроструктуры и свойств ( $m=9$ ). Далее была использована программа «Кластер-анализ» R-типа [1], с помощью которой получен график-дендрограмма, где по вертикальной оси расположились признаки, по горизонтальной – значения коэффициента корреляции между ними (рис.2).

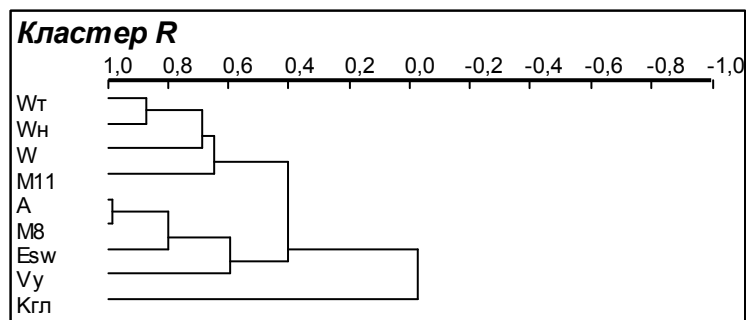


Рис. 2. График-дендрограмма R-типа – параметры микроструктуры, набухания, усадки и влажности грунта

На графике четко выделились две группы признаков, связь между которыми оценивается как средняя (коэффициент корреляции 0,4): в первую попали показатели влажности и содержание пылеватых фракций (коэффициенты корреляции 0,7-0,9), во вторую – параметры микроструктуры (содержание агрегатов и реальная глинистость – степень их взаимосвязи очень высокая) и примкнувшие к ним набухание и усадка, причем заметно снижение коэффициента корреляции между двумя последними признаками ( $E_{sw}$  и  $V_y$ ). Коэффициент глинистости оказался самостоятельным – его связь с остальными параметрами отсутствует. Полученный результат подтверждает существенное влияние параметров микроструктуры на проявление набухания и усадки в дисперсных грунтах, а также отсутствие сильных взаимосвязей между указанными физико-химическими свойствами. Основная задача дальнейших исследований – увеличение объема фактического материала, который включает отбор образцов, лабораторные определения их микроструктурных параметров по методу «Микроструктура» и показателей различных свойств, обработку данных по программам «Стандартная статистика» и «Кластер-анализ», а также лабораторный эксперимент.

#### Литература

1. Данилов Б.С. Кластерный анализ в EXCEL // Строение литосферы и геодинамика. – Иркутск: ИЗК СО РАН, 2001. – С. 18–19.
2. Осипов В.И. Понятие «структуры грунтов» в инженерной геологии // Инженерная геология. –1985. – № 3. – С. 4 – 18.
3. Рященко Т.Г., Ухова Н.Н. Химический состав дисперсных грунтов: возможности и прогнозы (юг Восточной Сибири). – Иркутск: ИЗК СО РАН, 2008. – 131 с.
4. Чернышова Ю.В., Рященко Т.Г. Набухание и усадка дисперсных грунтов (лабораторный эксперимент) // Геология, поиски и разведка полезных ископаемых и методы геологических исследований. Вып. 9. – Иркутск: Изд-во ИргТУ, 2009. – С. 143 – 148.

### ОСОБЕННОСТИ ПИТЬЕВОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ТОМСКОГО РАЙОНА

Н.И. Шабанина

Научный руководитель профессор Е.М. Дутова

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

В геологическом отношении крайняя юго-восточная часть Томской области (14 сельских поселений Томского района) находится в районе сочленения Кольвань-Томской складчатой зоны и северных отрогов Кузнецкого Алатау (Томский выступ). Томский выступ находится в пределах Саяно-Алтайской гидрогеологической складчатой области. Нижний водоносный этаж – фундамент, представленный осадочными, вулканогенными и метаморфическими породами. Здесь развиты трещинные, трещинно-карстовые подземные воды, приуроченные к разрушенной кровле пород фундамента и зонам разрывных нарушений.

Воды протерозойско-палеозойских образований являются единственным источником водоснабжения в пределах Томского выступа, т.к. водоносные горизонты рыхлых отложений здесь имеют незначительное распространение, часто сдренированы глубоковрезанными логами или речными долинами [1,2]. Пьезометрическая поверхность подземных вод залегает на глубинах от первых метров до 40,5 м в пределах высоких водоразделов, в долинах рек уровни близки к дневной поверхности и даже немного выше ее. Величина напора над кровлей обводненных отложений изменяется от 145 м в зоне погружения фундамента в северо-западной части Томского выступа до 40 м в пределах высоких водоразделов и уменьшается до нуля в местах выхода палеозойских образований на дневную поверхность. Водообильность отложений зоны экзогенной трещиноватости крайне неравномерна. Наибольшая обводненность характерна для зон сопряжения палеозойских пород (песчаников и глинистых сланцев) с дайковыми телами, а также с тектоническими разломами, где удельные дебиты скважин составляют 0,2-1,72 л/с. Значения коэффициентов водопроницаемости изменяются также в широких пределах от 0,6 до 363 м<sup>2</sup>/сут на водоразделах и от 5,3 до 518 м<sup>2</sup>/сут в долинах рек. Высокие значения коэффициентов водопроницаемости (120-270 м<sup>2</sup>/сут) получены из скважин, вскрывших закарстованные мраморы верхнерифейских образований.

В процессе многочисленных гидрогеохимических исследований накоплена информация о распределении химических элементов и органических соединений в скважинных водах [1-4]. Воды палеозойских отложений по составу гидрокарбонатные кальциевые, магниевые-кальциевые, либо натриево-магниевые-кальциевые с величиной минерализации от 0,25 до 0,50 г/л. Среда вод изменяется от нейтральной до слабощелочной. По величине жесткости они умеренно жесткие и жесткие.

Подземные воды в природном состоянии характеризуются повышенным относительно ПДК содержанием железа, марганца, часто кремния, органических и азотсодержащих веществ; на отдельных участках имеют высокую жесткость. Иногда встречаются воды некондиционные по показателям мутности и цветности. Подземные воды характеризуются очень низким содержанием фтора. В бактериальном отношении они чистые, здоровые.

Таким образом, юго-восточная часть Томского района Томской области, испытывая дефицит в пресной питьевой воде в количественном отношении, практически не имеет источников водоснабжения нормативного качества. В соответствии с приведенной выше обобщенной характеристикой, большая часть подземных вод относится ко второму классу источников водоснабжения, а на отдельных участках - к третьему (ГОСТ 2761–84

«Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения»), требующему предварительной водоподготовки до нормативного качества.

Современное состояние питьевого водоснабжения характеризуется техническим состоянием систем водоснабжения населенных пунктов. Оценка последнего приводится по данным Департамента экономики и модернизации ЖКХ Администрации Томской области и Управления по недропользованию по Томской области.

Основными водозаборными сооружениями, обеспечивающими водоснабжение сельских населённых пунктов Томского района, являются эксплуатационные скважины, одиночные или объединённые в малые групповые водозаборы. В последнем случае скважины, как правило, располагаются в пределах жилой застройки. Для питьевых целей эксплуатируется ориентировочно 192 водозаборных скважины [2].

Водоснабжение осуществляется в большинстве случаев по стандартной схеме, когда вода из водозаборных скважин погружными насосами подаётся в напорно-регулирующие сооружения (водонапорные башни), после чего поступает в водопроводные сети. В основном, башни типовые стальные (системы Рожновского). Ёмкость баков составляет обычно 15-50, чаще 25 м<sup>3</sup>. Большинство из них оборудовано наземными павильонами. В качестве водоподъёмного оборудования используются погружные насосы типа ЭЦВ.

Косвенным показателем технического состояния скважин является срок их эксплуатации. Значительная их часть пробурена в 1970-1980 гг., т.е. они имеют срок эксплуатации предельный или близкий к предельному, поэтому значительное количество скважин требует ремонта или перебурки, о чём свидетельствуют и планы мероприятий по улучшению водообеспечения населённых пунктов.

Таблица

План мероприятий по улучшению водообеспечения

№	Вид сооружения	Ед.изм.	Всего	План мероприятий		
				Реконструкция или ремонт	Строительство	Ликвидация
1	2	3	4	5	6	7
1	Водозаборные скважины	шт.	192	9	7	7
2	Павильоны		188	15	4	
	Водонапорные башни	шт.	75	41	9	
	Ограждения I пояс ЗСО		37	9	4	
3	Станции водоподготовки	шт.	11	3		
4	Водопроводные сети	км	470,11	144,41	3,8	

В населённых пунктах Корнилово, Коларово, Халдеево, Вершинино, Богашово, Батурино, Предтеченск, Турунтаево, Подломск, Новостройка, п. Зональный, п. Мирный, на ст. Межениновка отдельные одиночные скважины работают несколько часов в сутки из-за низкой производительности скважин, особенно в зимнее время. Значительная часть бессистемно расположенных эксплуатационных скважин попадает на площади, где водовмещающие отложения малообводнённые или вовсе безводные.

Из 94 населённых пунктов юго-восточной части Томского района, имеющих подземное водоснабжение, только в 11 есть станции водоподготовки, из которых в п. Лоскутово они практически разрушены, а в д. Воронино, Мазалово, Октябрьское требуют реконструкции. По представленным сведениям Управления ЖКХ строительства, транспорта и связи Томского района (по состоянию на 01.08.2010 г.), на настоящий момент подготовлены проекты на строительство станций в п. Зональная Станция, Мирный, Межениновка, с.с. Лоскутово, Вершинино, Богашово, Лучаново.

Кроме того, что в природном состоянии в подземных водах отмечается повышенное содержание железа и марганца, его накоплению способствует и техническое состояние разводящих водопроводных сетей, которые находятся в неудовлетворительном состоянии. Большая часть существующих водопроводов построена в 1960-70-е годы. Многие из них стали совершенно ветхими и 30,7% находятся в неисправном состоянии; поэтому в планах мероприятий по улучшению водообеспечения стоит ремонт, реконструкция, замена и прокладка новых водоводов, выполненных из полимерных материалов.

Используемые на подавляющем числе водозаборов системы водоподготовки не обеспечивают эффективной её очистки; железо, на которое, главным образом ориентированы технологические процессы, удаляется лишь до содержания, близких к единице.

Принимая во внимание все вышеперечисленное, можно утверждать, что существующая в настоящее время в юго-восточной части Томского района организация водоснабжения далека от совершенства из-за дефицита источников качественной питьевой воды, отсутствия очистных сооружений, недостаточного развития водопроводных сетей и требует комплексного подхода к усовершенствованию и реконструкции [3].

Личный вклад автора состоял в сборе, систематизации, обработке и обобщении фактического материала, составлении компьютерной базы данных в среде Microsoft Excel.

#### Литература

1. Ермашова Н.А., Никонов Б.С. и др. Обобщение материалов по химическому составу питьевых подземных вод в связи с повышенным содержанием в них железа, марганца и других специфических для региона компонентов

- в пределах юго-восточной части Западно-Сибирского артезианского бассейна (Отчёт гидро-геохимической партии по работам за 1976-1982 гг.), 1982.
- Макушин Ю.В. и др. Информационный бюллетень о ведении государственного мониторинга состояния недр территории Томской области за 2008 год, 2009.
  - Покровский Д.С., Дутова Е.М., Рогов Г.М., Вологодина И.В., Тайлашев А.С., Лычагин Д.В. Минеральные новообразования на водозаборах Томской области / Под ред. Д.С.Покровского. – Томск: Изд-во НТЛ, 2002. – 176 с.: ил.
  - Шабанина Н.И. Химический состав и качество питьевых вод сельских поселений юго-восточной части Томского района Томской области // Проблемы геологии и освоение недр: Сборник докладов XII Международного симпозиума им. акад. М.А.Усова студентов и молодых ученых, посвященный 100-летию первого выпуска горных инженеров в Сибири и 90-летию создания Сибгеолкома в России - Томск, ТПУ, 14-17 апр. 2008. – Томск: Изд. ТПУ, 2008. – С. 291 – 292.

## КАРСТООПАСНОСТЬ И КАРСТОМОНИТОРИНГ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН

**Х.Ю. Шахмуратов**

Научный руководитель доцент С.Ф. Бабаева

*Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия*

Карстоопасность – вероятность образования новых или активизации существующих карстопоявлений, вызывающих чрезвычайные ситуации (катастрофы и аварии), а также другие неординарные ситуации, негативно сказывающиеся на жизнедеятельности человека. В связи с этим оценка риска опасности карста для территории Республики Башкортостан не теряет своей актуальности и сегодня [3].

Около 10% населенных пунктов Республики Башкортостан подвержены или могут быть подвержены в будущем воздействию карста. В 79 населенных пунктах карстовые провалы образовывались в пределах их селитебных зон или в непосредственной близости от них. За последние 50 лет в этих пунктах достоверно зафиксировано возникновение не менее 200 новых провалов, образование которых нередко сопровождалось деформациями жилых и административных зданий, других инженерных сооружений. Примерно один раз в 5-6 лет на территории Республики Башкортостан возникают крупные провалы диаметром более 10 м [2]. Последний такой крупный провал произошел на юго-восточной окраине с. Иглино (п. Ягодный, ул. Ушакова, 8) в сентябре два года тому назад (24.09.2007). Первоначальный его поперечный диаметр при глубине 7 м равнялся 12 м. К 14.10.2007 размеры его с поверхности составляли 25x28 м, а глубина — 12,5 м. В провал упала автомашина «Газель» и строительный вагон.

Карстоопасность определена для верхней зоны карстосферы, которая наиболее активно формировалась на Южном Урале и в Предуралье в новейший этап геологического развития. Мощность ее контролируется глубиной современного и палео-вреза речной сети и колеблется от 100 до 200 м.

Базовыми показателями карстоопасности, в соответствии с последними разработками Института геоэкологии Российской Академии Наук, являются пораженность (поверхностная закарстованность) территории поверхностными карстопоявлениями и современная активность возникновения новых карстовых форм, между которыми установлена прямая связь [1]. Теоретически она обусловлена тем, что современное течение карстового процесса имеет унаследованный характер развития от неоген-четвертичного времени как по районам проявления, так и по направленности. Резко активизировавшись в предкинемское время (на рубеже миоцена и плиоцена) на участках с наиболее благоприятными геолого-геоморфологическими и гидрогеологическими условиями, карстовый процесс активно развивался на них и в последующие периоды формирования верхней зоны карстосферы. Наивысшую активность развития на этих участках он сохраняет и сегодня [3].

Карстовый процесс принадлежит к числу опасных геологических процессов, принципы организации мониторинга которого на территории Башкортостана до недавнего времени не разрабатывались. Различают глобальный, региональный и локальный уровни карстомониторинга.

На региональном уровне произведена оценка поверхностной закарстованности территории Республики Башкортостан в масштабе 1:200 000 на площади 143,6 тыс. км<sup>2</sup>. Выражена она через степень пораженности территории поверхностными карстопоявлениями и представлена двумя коэффициентами – площадным и плотностным. Первый представляет собой процентное отношение суммарной площади всех зафиксированных поверхностных карстопоявлений к площади исследуемого участка (коэффициент закарстованности), второй – их количество, приходящееся на 1 км<sup>2</sup> площади. Коэффициенты пораженности карстом подсчитаны для 3000 участков, выделенных на основе инженерно-геологического районирования.

Для организации карстомониторинга на субрегиональном уровне был выбран 21 участок (15 – в пределах карстовой страны). На некоторых из них к настоящему времени произведено повторное дешифрирование разновременных аэрофотоснимков, результаты которого свидетельствуют о большей современной активности сульфатного карста, чем карбонатного. В районах развития сульфатного карста зафиксировано увеличение размеров ранее отдешифрированных карстовых полей и прирост пораженности карстом за последние 50 лет на 0,00001-0,0001%. Наибольший прирост наблюдается в пределах участков с наивысшей пораженностью поверхностными проявлениями. В районах же развития карбонатного карста увеличение степени поверхностной закарстованности за этот же период не отмечено.

На локальном уровне изучения карста в пределах территории субрегионального карстомониторинга предварительно выделено около 60 наблюдательных участков. Однако мониторинг в полном объеме организован пока только на одном – “Уфимском косогоре”. Он охватывает часть правого склона долины реки Белой в городе

Уфе, где на площади около 7 км<sup>2</sup> развит сульфатный карст. Рельеф косогора структурно-денудационный, а гидрогеологическая обстановка характеризуется интенсивным водообменном и свободной разгрузкой трещинно-карстовых вод.

На элементарном уровне организации и ведения карстомониторинга в пределах косогора были выделены 15 наблюдательных участков с наивысшей степенью поверхностной закарстованности средней площадью около 500 м<sup>2</sup>. Два раза в год (весной и осенью) на них велась реперная полуинструментальная съемка всех поверхностных карстопроявлений, которая регулярно заменялась инструментальной съемкой и сопровождалась геохимическим опробованием карстовых родников и поглощающихся в понорах поверхностных вод. В результате была установлена прямая корреляционная связь между вновь возникающим объемом карстового рельефа и слоем стока (атмосферные осадки минус испарение), формирующим соответственно весенний и осенний максимумы карстовых вод, а также с дефицитом их насыщения CaSO<sub>4</sub>. При этом зафиксировано, что 70% (в отдельные годы до 100%) прироста этих объемов происходит весной и в первой половине лета.

На территории г Уфы за последние 25 лет произошла резкая активизация карстово-суффозионного процесса под влиянием техногенных факторов. Это происходит, главным образом, вследствие утечек из водонесущих коммуникаций. Карстомониторинг на таких площадках состоит из двух этапов: первый – это слежение за изменением геолого-гидрологических и инженерно-геологических условий в основаниях фундаментов; второй – слежение за деформациями зданий, фундаментов и их оснований.

Оценка изменений гидрогеологических условий производится путем многолетних наблюдений за режимом уровня, температуры и химического состава подземных вод по стационарной сети скважин, а за изменением физико-механических свойств грунтов основания – путем повторного вертикального сейсмопрофилирования (1-2 раза в год) и отбора монолитов.

Оценка скорости осадков оснований и фундаментов, деформаций самих зданий производится по сети грунтовых и стенных марок, а также с помощью датчиков измерения напряженного состояния конструкций и грунтов основания.

В результате по данным карстомониторинга принимаются своевременные меры по защите зданий и сооружений от их разрушения.

На основе изложенного материала можно сделать общий вывод о том, что карстомониторинг на территории Башкортостана находится пока еще на стадии становления, но уже сегодня накопленная информация позволяет объективно оценивать закономерности развития карста, выявлять основные факторы его активизации, прогнозировать скорость развития и своевременно принимать меры противокарстовой защиты [1].

#### Литература

1. Абдрахманов Р.Ф., Мартин В.И. Карст Башкортостана. Уфа: Инфрореклама. – 2002. – С. 341 – 346.
2. Смирнов А.И. Оценка воздействия карстового процесса на населенные пункты Республики Башкортостан // Карстоведение – XXI век: теоретическое и практическое значение: Международный симпозиум. Пермь. – 2004. – С. 325 – 328.
3. Смирнов А.И., Абдрахманов Р.Ф. Карстоопасность территории Республики Башкортостан // Вестник АН РБ. Уфа. – 2007. – С. 5 – 11.

### ОЦЕНКА КАЧЕСТВА И ПОДСЧЕТ СТРОИТЕЛЬНОГО МАТЕРИАЛА В КАРЬЕРЕ № 12 НА ПЛОЩАДКЕ 109С ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

**А.И. Шевкунов**

Научный руководитель доцент В.В. Крамаренко

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

В связи с освоением и расширением Ванкорской группы месторождений и дальнейшей её эксплуатацией возникает потребность в строительном материале, представленном песчаным грунтом. Песок предназначен для возведения земляных сооружений и отсыпки технологических проездов на площадке № 109С. Для обустройства этой площадки объем извлекаемого из карьера грунта должен составить 0,2 млн.м<sup>3</sup>. Поэтому основными задачами данной работы: изучение инженерно-геологических условий площадки, оценка качества строительного материала, согласно действующим нормативным документам и данным лабораторных испытаний строительного грунта, а также расчеты объема песчаного грунта, который в необходимом качестве может быть извлечен.

Лабораторные исследования проб грунтов выполнялись с целью определения их состава, состояния и физико-механических свойств. Методика отбора проб грунтов и состав лабораторных исследований определены согласно ГОСТ 12071-2000, СНиП 2.03.11-85, СНиП 11-02-96 и СП 11-109-98. Качественная характеристика полезной толщи, представленной песками, приводится согласно ГОСТ 25100-95 «Грунты. Классификация», ГОСТ 8736-93 «Песок для строительных работ» и СНиП 2.05.02-85 «Автомобильные дороги».

В административном отношении район поисково-разведочных работ находится на территории Ямало-Ненецкого автономного округа в Красноселькупском районе Тюменской области. Карьер строительного грунта № 12 расположен в 50 м справа от существующего нефтепровода «Ванкорское месторождение – НПС Пурпе».

Рельеф всхолмленный, слаборасчлененный. Абсолютные отметки поверхности изменяется от 26,18 до 28,79 м.

В геологическом строении карьера принимают участие верхнечетвертичные и современные озерно-аллювиальные отложения. Верхнечетвертичные и современные отложения разведаны до глубины 5,0-7,0 м и представлены песками пылеватыми и мелкими от малой степени водонасыщения до насыщенных водой, залегающими повсеместно под суглинками тугопластичными. Мощность слоя суглинков колеблется в пределах от 0,4 до 4,8 м. С поверхности суглинки покрыты почвенно-растительным слоем (мощностью 0,1 м). Ниже песков залегают супеси текучие, мощностью 1,4-3,2 м.

Мощность сезонно-мерзлого слоя составляет 0,5-0,8 м. Нормативная глубина сезонного промерзания составляет 2,5 м.

В границах карьера подземные воды встречены на глубине 3,1-5,3 м. Водовмещающими отложениями служат пески пылеватые, мелкие и суглинки тугопластичные.

Исходя из вышесказанного, следует, что группа сложности горно-геологических условий – I (согласно СП 11-109-98, приложение Г).

Для разработки карьера сухоройным способом полезная толща песчаных грунтов принимается выше уровня подземных вод, т.е. пески малой и средней степени водонасыщения.

Качественные характеристики полезной толщи определены по результатам исследований 17 валовых проб.

Автором, на основании частных значений физико-механических свойств грунтов, была произведена статистическая обработка результатов полученных анализов свойств песков от малой до средней степени водонасыщения. Результаты приведены в таблице 1.

Таблица 1

Нормативные значения показателей свойств песков карьера № 15

Влажность естественная, %		11
Плотность частиц грунта г/см <sup>3</sup>		2,65
Гранулометрический состав, размер частиц в мм, содержание в %	2-1	-
	1-0,5	-
	0,5-0,25	14
	0,25-0,1	61
	0,1-0,05	14
	0,05-0,01	5
	0,01-0,005	4
	<0,005	2
Остаток на ситах в % по массе Частный/полный	5,00	-
	2,50	-
	1,25	-
	0,63	-
	0,315	-
	0,16	36/36
Проход ч/з сито 0,16, в % по массе		64
Модуль крупности		0,36
Содержание пылевидных и глинистых частиц, %		13
Содержание общей серы, %		0,03
Степень засоленности, %		0,04
Плотность рыхлого насыпного грунта, г/см <sup>3</sup>		1,29
Плотность плотного насыпного грунта, г/см <sup>3</sup>		1,57
Пустотность, %		41
Коэффициент фильтрации рыхлого грунта, м/сут		1,99
Коэффициент фильтрации плотного грунта, м/сут		0,28
Угол естественного откоса, град.	в воздушно-сухом состоянии	28
	под водой	24
После стандартного уплотнения	оптимальная влажность, %	13
	максимальная плотность сухого грунта, г/см <sup>3</sup>	1,61
Наименование грунта по ГОСТ 25100-95		пески мелкие

Проанализировав полученные результаты можно сказать, что полезный слой по классификации ГОСТ 25100-95 представлен песками мелкими от малой до средней степени водонасыщения. Группа песка полезной толщи по классификации ГОСТ 8736-93 – очень тонкие; пески полезной толщи относятся ко II классу.

По результатам лабораторных исследований грунты не засоленные. Степень агрессивности грунтов по отношению к бетону – неагрессивные. Коррозионная активность к железу – средняя, к алюминиевой оболочке кабеля – средняя, к свинцовой оболочке кабеля – высокая.

По качественным показателям пески полезной толщи разведанного карьера могут применяться в качестве грунта для отсыпки площадок и дорог.

В качестве исходных данных для подсчета запасов песчаных грунтов были приняты результаты комплексных инженерно-геологических, геофизических и топографо-геодезических работ. В связи с отсутствием в районе площадки № 109С песков I группы (СНиП 2.05.02-85) в необходимом объеме и сложности селективной отработки карьера в подсчет запасов приняты все песчаные грунты выше уровня подземных вод, выявленные в границах изысканного карьера. Вскрышные породы в границах проектируемого карьера представлены почвенно-растительным слоем, суглинками тугопластичными. Мощность вскрышных пород составляет 0,5-3,5 м. Полезный слой представлен песками мелкими от малой до средней степени водонасыщения. Мощность грунтов полезной толщи составляет 1,5-3,4 м. Глубина залегания уровней подземных вод в пределах карьера составляет 3,2-5,3 м. Расстояние между выработками в границах проектируемого карьера изменяется от 88 до 219 м.

На основании анализа геологического строения полезной толщи для расчета был принят метод подсчета запасов геологическими блоками, для чего выделен расчетный блок 1С.

Объемы вскрышных пород и полезного слоя подсчитаны методом усеченной пирамиды по формуле:

$$V=(S_{в}+ S_{н})/2*m_{ср}, \text{ где}$$

$S_{в}$  – площадь по верхней границе блока,

$S_{н}$  – площадь по нижней границе блока,

$m_{ср}$  - средняя мощность по блоку.

Подсчет вскрышных пород и запасов грунтов полезной толщи расчетного блока 1С приведен в таблице 2.

Таблица 2

#### Результаты подсчета объема строительного материала

Номер скважины	Мощность слоя, м	
	Вскрыша	Блок 1С
1	2	3
Скв.2	0,8	2,2
Скв.3	1,1	3,5
Скв.4	1,6	2,2
Скв.5	1,5	3,3
Скв.6	1,2	1,5
Скв.7	0,5	2,8
Скв.8	0,6	2,9
Скв.9	2,2	2,1
Средняя мощность, м	1,18	2,56
Площадь $(S=(S_{в}+ S_{н})/2)$ , м <sup>2</sup>	103016,28	99283,33
Объем запасов, м <sup>3</sup>	121559,21	254165,32

Таким образом, в результате проделанной работы было выявлено, что группа сложности горно-геологических условий участка работ – I (согласно СП 11-109-98). Попутные полезные ископаемые в границах разведанного карьера отсутствуют.

По качественным показателям грунты полезной толщи карьера песчаных грунтов могут применяться в качестве грунта для отсыпки площадок и дорог.

Для проектирования временного карьера рекомендуется открытый сухоройный способ методом экскавации в любое время года с одновременной транспортировкой на строительные площадки транспортом высокой проходимости. Оработку карьера рекомендуется проводить без селективного разделения песков разной зернистости.

Подсчитанный объем полезной толщи без защитной подушки составляет 25465,32 м<sup>3</sup>.

Вскрышные грунты рекомендуется использовать для дальнейшей рекультивации временных карьеров.

#### Литература

1. СНиП 11-02-96. Инженерные изыскания для строительства. – М.: Госстрой СССР, 1996.
2. СП 11-109-98. Изыскания грунтовых строительных материалов. – М.: Госстрой СССР, 1998.
3. ГОСТ 25100-95. Грунты. Классификация. – М.: Госстрой СССР, 1995.
4. ГОСТ 8736-93. Песок для строительных работ. – М.: Госстрой СССР, 1993.
5. СНиП 2.05.02-85. Автомобильные дороги. – М.: Госстрой СССР, 1985.
6. СНиП 2.03.11-85. Защита строительных конструкций от коррозии. – М.: Госстрой СССР, 1985.
7. ГОСТ 12071-2000. Грунты, отбор, упаковка, транспортирование и хранение образцов. М.: Госстрой СССР, 2000.
8. Отчет об инженерно-геологических изысканиях, выполненных на площадке № 109С. ОАО «КрасноярскТИСИЗ» 2007.



**ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛОГИЧЕСКОГО СОСТАВА, СТРУКТУРНО-ТЕКСТУРНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ ГОРНЫХ ПОРОД НА ИХ ПРОЧНОСТЬ НА ПРИМЕРЕ СТРОИТЕЛЬСТВА ПЛОТИНЫ В ГОРОДЕ КЮТАЙ (АВСТРИЯ)****Е.Г. Шигорина**

Научный руководитель доцент Л. А. Строкова

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

Проблема нехватки энергоносителей в Западной Европе способствует расширению сети гидроэлектростанций в Северных Альпах. Для оценки основания средненапорной плотины возле населенного пункта Kühtai (Австрия) были выполнены исследования прочности и деформируемости горных пород в Центре Геотехники Технического университета Мюнхена. В основании плотины залегают гранодиориты, парагнейсы и ленточные гнейсы. В ходе проведения буровых работ была установлена ярко выраженная анизотропия механических свойств пород, связанная с их слоистостью. Поэтому для изучения механических свойств Заказчиком было поставлено условие: оценить значения продольных и поперечных деформаций образцов при приложении нагрузки параллельно, перпендикулярно и под углом 45 градусов к слоистости. Для решения этой задачи было решено использовать металлофольговые тензорезисторы. Оценка механических свойств производилась методами одноосного и трехосного сжатия. В работах (май-июль 2008) использовались многоцелевой испытательный стенд фирмы Roell-Korthaus и прибор трехосного сжатия конструкции проф. Е.Ноек. Для регистрации величины поперечных и продольных деформаций использовались четыре металлофольговых тензорезистора, наклеенных попарно на противоположных поверхностях образца. Дополнительно для измерения действующих вертикальных усилий и вертикальных перемещений пресса использовались датчик силы и потенциометрический датчик перемещений. Регистрация и запись измерений (2 продольных и 2 поперечных) деформаций образца породы, вертикального давления на образец (перемещение пресса) проходила 4 раза в секунду и обеспечивалась программным комплексом «Catman easy».

Из керна было выбурено 7 серий образцов: 1 серия гранодиоритовых гнейсов со скрытой слоистостью и по 3 серии (с ориентировкой образцов: параллельно, перпендикулярно и под углом 45 градусов к слоистости) для ленточных гнейсов и парагнейсов. В каждой серии было 9 образцов. После выбуривания образцов, выполнялись замеры высоты, диаметра, веса, наклеивались тензорезисторы, устанавливали образец в камеру трехосного сжатия и датчики подключались к измерительному комплексу. Испытания проводились по схеме «консолидированный – дренированный сдвиг», т.е. вначале проводилось гидростатическое обжатие образца при давлениях 3, 6, 12 МН/м<sup>2</sup> для каждой тройки образцов, после чего непрерывно с постоянной скоростью подавалась вертикальная нагрузка. Нагружение продолжалось от 40 минут до 2 часов до разрушения образца. После раздавливания образца породы делались фотографии, при возможности 3-х кратные замеры высоты, диаметра, определялась влажность.

Для характеристики структурно-текстурных особенностей горных пород и их минералогического состава в Томском политехническом университете использовался поляризационный микроскоп МП-201, пропускающий через тонкий срез пород поляризованный свет.

Для определения свойств и состава пород мне были предложены образцы из каждой серии пород, выбуренных из керна, а также шлифы, соответствующие каждому из образцов. Таким образом, была возможность исследовать эти пробы на макро- и микроуровнях. Исследуя шлифы горных пород под микроскопом, мне удалось подробно определить минералогический состав образцов, а также их структурно-текстурные особенности:

1) гранодиориты – магматическая горная порода, состоит из кварца, роговой обманки, полевого шпата, среднего плагиоклаза, биотита, преобладают светло-окрашенные минералы; структура гипидиоморфнозернистая, гранитовая;

2) парагнейсы – метаморфическая горная порода, образовавшаяся из осадочных грунтов, характеризуется более или менее отчетливо выраженной параллельно-сланцеватой, часто тонкополосчатой текстурой с преобладающими гранобластовыми и порфиробластовыми структурами; состоящая из кварца, калиевого полевого шпата, плагиоклазов, биотита, мусковита и роговой обманки;

3) ленточные гнейсы – по составу не отличаются от парагнейсов, разница лишь в том, что ленточные гнейсы образовались при метаморфизме из магматических горных пород, что проявляется в характерной ленточной текстуре.

Таким образом, в образцах все породы имеют плотную текстуру и высокую прочность.

**Литература**

1. Hoek, E. and Franklin, J.A A simple triaxial cell for field and laboratory testing of rock. - Trans. Instn Min. Metall. 1968. Vol. 77, С. 22-26.
2. Hoek, E. *Rock Engineering. Course Notes by Evert Hoek.* – 2000 (downloaded from [www.rocksience.com/hoek/references/Published-Papers.htm](http://www.rocksience.com/hoek/references/Published-Papers.htm))
3. Курленя М. В., Серяков В. М., Еременко А. А. Техногенные геомеханические поля напряжений. – Новосибирск: Наука, 2005. – 264 с.
4. Маракушев А. А. Петрография: учебник. – М.: Издательство МГУ, 1993. – 320 с.

**ВОДНОБАЛАНСОВАЯ ОЦЕНКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ВОДОНОСНЫХ ГОРИЗОНТОВ НА ПОЛИГОНАХ ПОДЗЕМНОГО ЗАХОРОНЕНИЯ ЖИДКИХ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ СИБИРСКОГО ХИМИЧЕСКОГО КОМБИНАТА****Е.В. Шмурыгина, Ал.Ан. Лукин**

Научный руководитель доцент Ан.Ал. Лукин

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

Объектом изучения являются технологические водоносные горизонты, которые используются как пласты коллекторы в промышленной технологии подземного захоронения жидких радиоактивных отходов (ЖРО) Сибирского химического комбината (СХК).

Предмет исследования: обоснование предельной границы пластового распространения закачиваемых отходов, обусловленной природной структурой водного баланса технологических горизонтов. На этой основе – оценка экологической безопасности действующих полигонов подземного захоронения ЖРО (цель исследования).

Основные задачи (вопросы рассмотрения): 1) общая характеристика условий и экологическая проблема района; 2) плановая гидродинамическая сетка фильтрации – расчетная схема воднобалансовых оценок; 3) методика расчетов и полученные результаты.

В общем, структурно-геологическом плане находится на юго-восточной окраине Западно-Сибирской эпигерцинской плиты [11]. Плита в региональном гидрогеологическом районировании отнесена к сложной пластовой надпорядковой гидрогеологической структуре. Она одноименно называется или гидрогеологическим мегабассейном [6], или артезианской областью [4]. Соответственно, структурно-гидрогеологическое положение района – это юго-восточный моноклиналильный склон бассейна. Фундамент бассейна на площади исследования представлен дислоцированными герцинскими структурами Колывань-Томской складчатой зоны [11]. В них выделяют трещинно-пластовый и трещинно-жильный типы подземных вод. Первый связывается в районе с древней зоной трещиноватости выветривания, второй – с открытыми трещинами линейных зон разломов. Поверхность палеоэрозийного склона нижнекарбонных пород фундамента погружаются под отложения мезозойско-кайнозойского чехла на запад – северо-запад с градиентами падения 0,01 – 0,05. Общая амплитуда погружения составляет в районе с выше 500 м на расстоянии около 25 км [11]. Чехол представлен рыхлыми осадочными образованиями мелового, палеогенового и неоген-четвертичного возраста. Для отложения характерен порово-пластовый тип скопления подземных вод. В разрезе выделяют шесть основных водоносных горизонтов, сложенных преимущественно песками и разделенных глинистыми водоупорами [9]. Практически весь платформенный чехол района сформировался в континентальных условиях осадконакопления. Поэтому литологически и водоносные горизонты, и водоупоры невыдержанны и неоднородны не только в разрезе, но и в плане [11]. Согласно технологической гидрогеологической стратификации геологического разреза чехла, принятой для района [9], водоносные горизонты нумеруются снизу вверх римскими цифрами ( I – VI ), разделяющие их водоупоры индексируются прописными латинскими буквами (А, В, С, D, E, F, G). Горизонты I – IV и водоупоры А, В, С, D относятся к меловому водоносному комплексу. Водоупоры E, F, нижняя половина G и горизонт V – к палеогеновому комплексу. Верхняя часть водоупора G и горизонт VI – к неоген-четвертичному [9]. Пластами-коллекторами ЖРО являются II и III горизонты ( симоновская свита верхнего мела). Водоупор D и горизонт IV (сымская свита, верхний мел) играют функцию буфера в технологии подземного захоронения. Водоносный горизонт V (юрковская и новомихайловская свиты палеогена) эксплуатируются Северскими и Томским водозаборами подземных вод. Глубина закачки отходов 300-400 м (II горизонт) и 280-300 м ( III горизонт); глубина эксплуатационных скважин на воду 110-170 м [7, 9]. В результате многолетней эксплуатации водозаборов сформировались депрессионные воронки не только в эксплуатируемом палеогеновом водоносном горизонте, но и горизонтах мелового комплекса. Депрессионные воронки Томского и Северских водозаборов одними исследователями принимаются едиными (как общая воронка), другими не связанными, разъединенными линейной природной депрессией, сформированной в геологическое время дренирующим воздействием р. Томи.

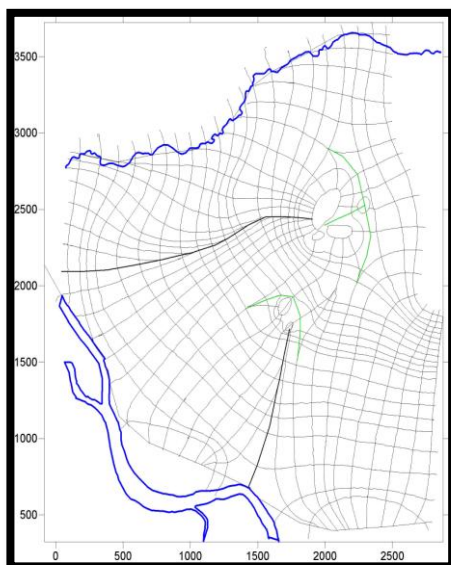
Нашими исследованиями проблема обоснования взаимодействия полигонов и водозаборов решается на основе воднобалансовых расчетов фильтрационных потоков в технологических водоносных горизонтах. Расчетами обосновываются предельные границы латеральной миграции отходов в пластах-коллекторах, контролируемые природной структурой воднобалансовых систем, их границами.

Принятые в расчетах и начальные условия, важные в оценках достоверности и ошибок результатов.

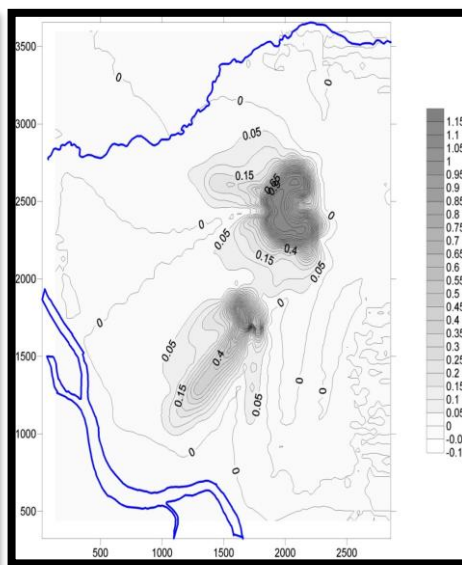
1. Расчетная гидродинамическая сетка (рис.1) в заданных пространственных структурообразующих элементах (линейных и площадных) принимается «жесткой», устойчивой в геологическом времени в пределах существования морфоструктуры в расчетной области. Общая природная вертикальная амплитуда между «линейными источниками и стоками» гребневыми и килевыми линиями напорного поля водоносных горизонтов, 25-30м. Климатические режимообразующие факторы, формирующие сезонные и среднепогодные амплитудные изменения напорного поля, близки к 0,5м. Суперпозиция их на макроструктуры напорного поля, организованы геологически устойчивым рельефом, приносит ничтожный вклад в искажение расчетной сетки.

2. Депрессии в напорном поле, сформированные 1 и 2 Северскими водозаборами, принимаются установленными и отвечающими современному режиму водоотбора. Границы депрессий в меловых отложениях не превышают 1,5км. При этом снижение напоров на площади водозаборов составляет около 2м.

3. Напорное поле на участках полигонов захоронения (пл. 18 и 18а) характеризует фазу развития куполов репрессии перед одной из плановых остановок закачки на полигонах. Фазы остановок до двух месяцев в году предусмотрены регламентом эксплуатации полигонов. Расчетными балансовыми градиентами пл. 18 принята



**Рис.1** Расчетная схема воднобалансовой области для III технологического водоносного горизонта



**Рис.2** Водобалансовый коэффициент остаточного загрязнения  $K_{БЗ}$

изопьеза 100м, пл. 18а – 94м. Эти изопьезы отвечают линиям перегиба в куполах репрессии, то есть являются границами максимально напорных градиентов (до 0,02 – пл.18, и до 0,01 – пл.18а). Далее по потоку напорное поле быстро выполаживается «вписываясь» в его естественную структуру, на этих воднобалансовых границах фильтрационный поток растекания от куполов репрессии принимается состоящим только из промышленных отходов с балансовым коэффициентом, равным единице.

4. Расходы фильтрационных потоков в ячейках сетки рассчитываются по формуле Дарси. В нее входят геометрические характеристики напорного поля (параметры ячейки, напорный градиент) и водопроницаемость пласта. Ошибки связанные с характеристиками напорного поля, определяются масштабом карты (оригинал – 1:100 000), отмеченными методикой построения, допущениями и условиями. Основной источник случайных и систематических ошибок в определении расхода задается значением водопроницаемости в расчетных ячейках пласта. В периметре водопроницаемости эффективная мощность (толщина) водоносного горизонта для каждой ячейки снималось с карты изогипс и коэффициент фильтрации  $K_f$  II водоносного горизонта принят средним для всей расчетной области и равным 1м/сут. Разброс же значений  $K_f$  по данным опытно-фильтрационных работ изменяется от 0,5 до 3м/сут.

В матричном электронном виде сформирована база данных исходных условий и расчетных характеристик для каждой ячейки сетки. Рассчитаны и построены карты распределения основных водноресурсных и воднобалансовых характеристик горизонта: расхода, единичного расхода, модуля и слоя стока, модуля вертикального перетекания, воднобалансового коэффициента остаточного загрязнения (рис 2.).

Целевой картой исследования является карта изменения «воднобалансового коэффициента остаточного загрязнения» (рис.2) по направлению фильтрационного потока от полигонов захоронения ЖРО. Коэффициент связывает снижение доли промышленных отходов при изменении водного баланса в латеральном потоке: при отрицательном балансе за счет уменьшения объема, при положительном за счет «разбавления». По определению пределы его изменения от 1 до 0. Из рисунка видно, что предельная граница латерального распространения отходов (нулевая изолиния коэффициента), обусловленная воднобалансовой структурой II горизонта, удалена от полигонов на 400-4000 м. Близкую воднобалансовую картину по распределению этого коэффициента имеет III водоносный горизонт.

Из расчетов и картографических построений следует основной экологический вывод: загрязнение питьевых вод не только Томского водозабора, но и Северских объективно невозможно пластовым путем миграции ЖРО. Это «запрещено» природной структурой водного баланса технологических водоносных горизонтов.

#### Литература

1. Всеволожский В.А. Подземный сток и водный баланс платформенных структур. – М.: Недра, 1983. – 167 с.
2. Дюнин В.И. Методика изучения глубокого подземного стока. – М.: Недра. – 1985. – 136 с.
3. Зубков А.А., Макарова О.В., Данилов В.В. и др. Техногенные геохимические процессы в песчаных пластах- коллекторах при захоронении жидких радиоактивных отходов// Геоэкология. 2002. №2. – С. 233 – 244.
4. Кирюхин В.А. Региональная гидрогеология: Учебник для вузов. – СПб.: Санкт-Петербург. гос. горн. ин-т (техн. ун-т). – 2005. – 344 с.
5. Лукин А.А. Опыт разработки методики морфоструктурно-гидрогеологического анализа. – Новосибирск: Наука, 1987. – 112 с.

6. Матусевич В.М., Рыльков А.В., Ушатинский И.Н. Геофлюидалные системы и проблемы нефтегазоносности Западно-Сибирского мегабассейна. – Тюмень: Изд-во ТюмГНГУ. – 2005. – 225 с.
7. Рихванов Л.П. Общие и региональные проблемы радиозкологии. – Томск: Изд-во Томск. политехн. ун-та. – 1997. – 384 с.
8. Рогов Г.М. гидрогеология и геоэкология Кузнецкого угольного бассейна. – Томск: Изд-во Томского архитектур.-строит. ун-та. – 2000. – 167 с.
9. Рыбальченко А.И., Пименов М.К., Костин П.П. и др. Глубинное захоронение жидких радиоактивных отходов. – М.: ИздАТ. – 1994. – 256 с.
10. Рыбальченко А.И., Пименов М.К., Курочкин В.М. и др. Захоронение жидких радиоактивных отходов – практические результаты и последствия для окружающей среды// Геоэкология. 1999. №2. – С. 128 – 132.
11. Черняев Е.В., Кошкарев В.Л., Колмакова О.В. и др. Геолого-геофизическая модель Северской площади// Изв. Томск. политехн. ун-та. 2002. Т. 305. Вып. 6. – С. 414 – 433.

## Секция 5

# ГИДРОГЕОХИМИЯ И ГИДРОГЕОЭКОЛОГИЯ

## МИГРАЦИЯ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В ВОДАХ РЕК АБАКАН (ПОС. АБАЗА) И ЕНИСЕЙ (РАЙОН САЯНО- ШУШЕНСКОЙ ГЭС) И В ПОДЗЕМНЫХ ВОДАХ ЭТИХ ТЕРРИТОРИЙ

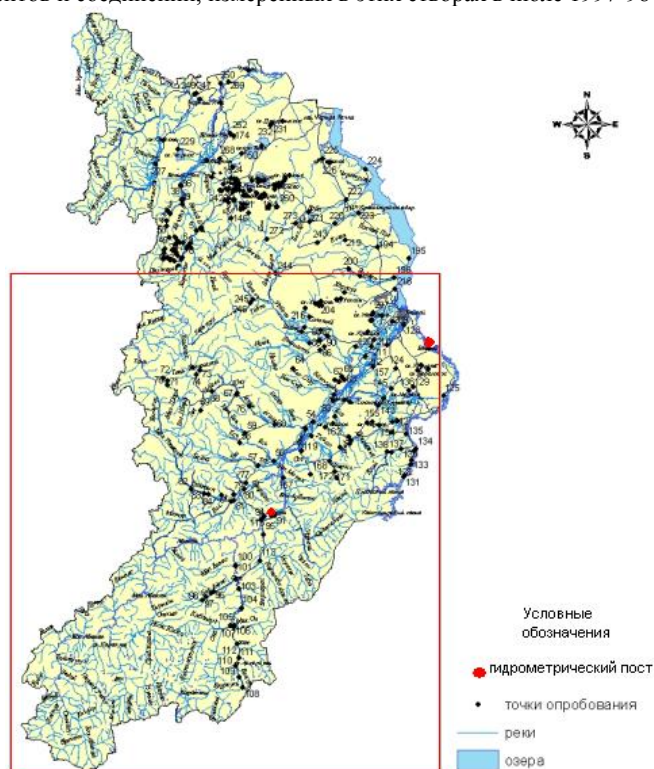
К.Ю. Баранова

Научные руководители доцент Копылова Ю.Г., аспирант Н.В. Гусева

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

Миграция химических элементов представляется самым основным и важным предметом геохимических исследований, поскольку она определяет всю совокупность явлений природы, их многообразие и специфические особенности. Большое значение при этом имеют подземные воды верхних гидродинамических зон земной коры, изучение роли которых в перераспределении минерального вещества дает возможность подойти к количественной оценке некоторых современных геологических процессов: мобилизации вещества, химического выветривания и денудации, карста, а также формирования химического состава подземных вод.

В связи с этим основной целью работы является оценка масштабов стока химических элементов на примере бассейнов рек Абакан- пос.Абаза и Енисей- район Саяно- Шушенской ГЭС. Данные к работе представляют собой ряды различной продолжительности наблюдений за расходами воды в створах рек и концентрациями некоторых химических элементов и соединений, измеренных в этих створах в июле 1997-98 гг.



**Рис. 1. Обзорная карта бассейнов рек Абакан- пос. Абаза и Енисей- район Саяно- Шушенской ГЭС**

Контрольный пост на данной реке Абакан в пос. Абаза действует с 14.07.1908 г. и находится на расстоянии 2,4 км от устья реки. Водосборный бассейн этого поста площадью 14000 км<sup>2</sup> полностью располагается в пределах республики Хакасия.

Для выделения подземной составляющей в питании реки, на основе данных среднемесячных ее расходов по двум гидрологическим десятилетиям (1960-1980 гг.), построен и расчленен гидрограф на основе использования наименьшего расхода за весь рассматриваемый период. При этом результаты составляющих снегового, дождевого и подземного питания реки составили 6261,1 млн м<sup>3</sup>/г, 2250 млн м<sup>3</sup>/г, 750,2 млн м<sup>3</sup>/г соответственно (67,6 %, 24,3 %, 8,1 % от общего стока реки).

Средний годовой модуль стока по р. Абакан в створе п. Абаза составил 20,4 л/с·км<sup>2</sup>, что соответствует данным ГВК, где средний годовой модуль стока составляет 20,9 л/с·км<sup>2</sup>. Исходя из полученных значений прито-

ка подземной составляющей, отнесенной к площади водосбора, значение модуля подземного стока составило – 1,7 л/с·км<sup>2</sup>.

Для оценки масштабов выноса химических элементов на площади водосбора реки Абакан от истоков до поста в пос. Абаза использованы осредненные результаты гидрогеохимического опробования 1997 г. по 5 точкам отбора, три из которых из поверхностных водотоков, два из подземных. При этом средняя минерализация составила 0,24 г/л. Таким образом, модуль химического стока в приустьевой части бассейна р. Она, впадающей в р. Абакан составляет 1,18 г/с·км<sup>2</sup>.

Химический вынос за год был оценен по среднему многолетнему модулю стока (1,7 л/с·км<sup>2</sup>) и осредненным параметрам химического состава подземных вод (по минерализации-0,52 г/л). Химический вынос составил порядка 0,86 г/с·км<sup>2</sup>. Сравнивая со значениями химического стока, делаем вывод, что около 18 % всех выносимых элементов приходится на подземный химический вынос.

Для сравнения полученных количественных значений привлекли данные расходов р. Енисей в районе Саяно-Шушенской ГЭС.

Площадь водосбора бассейна реки, обеспечивающей приток к створу ГЭС, составляет 179900 км<sup>2</sup>. Среднегодовой сток в створе – 46,7 км<sup>3</sup>.

Для изучения количественных гидрологических характеристик р. Енисей в районе Саяно-Шушенской ГЭС были использованы данные среднемесячных расходов реки Енисей в районе за 11 лет (1942 - 1953 гг.). Расчленение гидрографа показало, что составляющие снегового, дождевого и подземного питания реки составили 27809,1 млн м<sup>3</sup>/г, 11257,2 млн м<sup>3</sup>/г, 8633,7 млн м<sup>3</sup>/г соответственно (58,3 %, 23,6 %, 18,1 % от общего стока реки).

Средний годовой модуль стока по р. Енисей в районе Саяно-Шушенской ГЭС составляет 8,4 л/с·км<sup>2</sup> (соответствует данным ГВК, где данный показатель = 8,19 л/с·км<sup>2</sup>), что в свою очередь меньше значения модуля стока р. Абакан в створе пос. Абаза в 2,4 раза. Исходя из полученных значений расхода подземной составляющей, отнесенной к площади водосбора, среднее значение модуля подземного стока реки Енисей составило – 1,5 л/с·км<sup>2</sup>. Сравнивая полученные значения модулей подземного стока реки Енисей с р. Абакан в створе пос. Абаза, наблюдаем примерное соответствия значений, несмотря на то, что процентная доля подземной составляющей питания р. Енисей больше, чем в р. Абакан в 2,2 раза.

Ввиду того, что пробы в данных точках были взяты в августе 1998 года, а при оценке водных ресурсов использовались ряды наблюдений за период 1942-1953 гг., то для оценки масштабов стока химических элементов нами были использованы нормы средних годовых значений расходов воды в районе Саяно-Шушенской ГЭС, которые составляют 8,4 л/с·км<sup>2</sup> и осредненные данные по составу вод реки Енисей в августе 1998 г. (по минерализации-0,08 г/л), их произведение дает общую характеристику модуля химического стока на данном участке реки Енисей и составляет 0,673 г/с·км<sup>2</sup>, значение химического выноса составило 0,12 г/с·км<sup>2</sup>, а именно 18,1 % от химического стока.

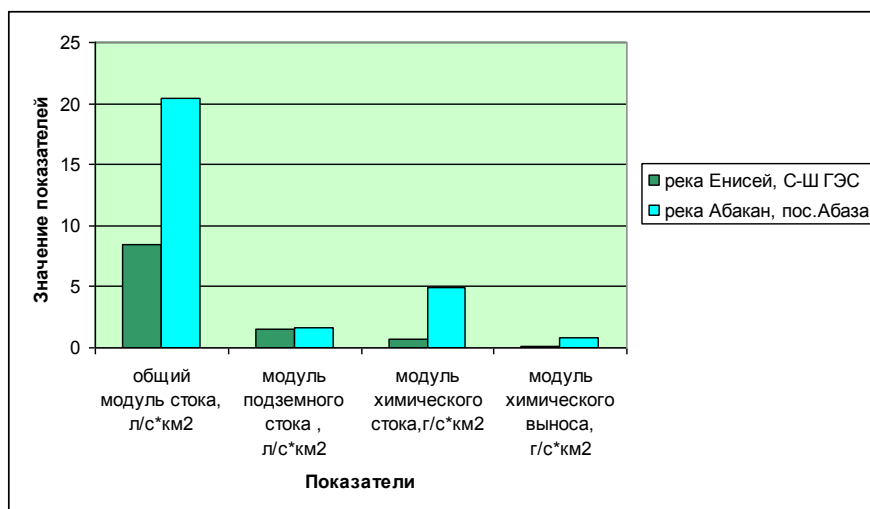


Рис. 2. Сравнительная диаграмма показателей модулей стока общего и подземного, химического стока и выноса

Таким образом, анализируя полученные данные модулей подземного и общего стоков, химического стока и выноса, изображенные на рис. 2, видим полное соответствие данным ГВК. Сравнивая наши результаты модулей химического выноса с данными Зверева В.П., также получаем соответствие. Зверевым В.П. был подсчитан модуль подземного химического стока для Саяно-Алтайской горноскладчатой области равный 0,492 г/с·км<sup>2</sup>. Усреднив данные химического выноса рр. Абакан-пос. Абаза (0,86 г/с·км<sup>2</sup>) и Енисей- район Саяно-Шушенской ГЭС (0,12 г/с·км<sup>2</sup>), получим значение 0,49 г/с·км<sup>2</sup>.

Работа выполнена при поддержке ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России на 2009 - 2013 годы» и АВЦП «Развитие научного потенциала высшей школы» (проект АВЦП - 2.1.1/2490).

## Литература

1. Государственный водный кадастр. Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. Том I, РСФСР.-Вып.12. Бассейн Енисея(без бассейна Ангары).-Л.:Гидрометеиздат,1985 г.
2. Зверев В.П. Роль подземных вод в миграции химических элементов.- М.:Недра, 1982.-186 с.

**ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ РЕКИ КИСЛОВКА (БАСЕЙН Р. ТОМИ)****А.Ю. Батозская**

Научный руководитель профессор О.Г. Савичев

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

Существует несколько способов очистки точных вод: механические, физико-химические, биологические. Сброс сточных вод производят в природные источники, а именно в реки, которые протекают рядом с очистными сооружениями или водозаборами. Темой моего доклада стала одна из таких проблем: сброс сточных вод в реку Кисловка, которая вместе с другими левыми притока р. Томи образует основную часть гидрографической сети Обь - Томского Междуречья (ОТМ).

*Река Кисловка* образуется от слияния рек Жуковки и Еловки, впадает в р. Томь на 51 км от устья. Русло реки извилистое, шириной 4-5 м, глубины в межень составляют 0,3-0,6 м на перекатах и до 1,0-1,5 м на плесах. Дно реки, большей частью, песчаное. У п. Тимирязевский р. Кисловка выходит на пойму р. Томь, протекает здесь по системе пойменных озер и впадает в протоку р. Томь – Бурундук. Из этой протоки сток поступает в р. Томь у с. Попадейкина. В устье реки в межень наблюдается резкое падение дна в сторону р. Томи с образованием быстрого на участке длиной около 50 м. В месте выхода реки на пойму р. Томи, на правобережье расположено озеро Калмацкое. В настоящее время оно обнесено дамбой и образует пруд. Весной насосная станция забирает воду из р. Кисловки и подает ее в водохранилище. Летом вода используется на орошение земель.

Общая длина р. Кисловки – 49 км. По характеру гидрологического режима река относится к рекам равнинного типа. Питание реки смешанное - за счёт талых и дождевых вод. Первые ледовые явления на реке появляются в начале октября. Вскрытие реки весной происходит в конце апреля – начале мая. Зимний расход средней минимальной 95 % обеспеченности – 0,11 м<sup>3</sup>/с; средняя ширина реки – 2,9 м; средняя глубина – 0,12 м; средняя скорость течения – 0,32 м/с.

Без достоверных знаний о химическом составе речных вод невозможны объективная оценка их качества, разработка и принятие эффективных управленческих решений в области водопользования. В связи с этим проведен анализ химического состава реки Кисловка. Для этого мной был произведен отбор проб изучаемого объекта. Предполагалось, что пробы будут взяты рядом с водосбросной трубой, по которой производят сброс сточных вод. Но по причине плохой проходимости пробы взяты в другой точке. Химические анализы воды проведены в Томском политехническом университете в лаборатории химии и микробиологии воды. В результате получены данные и проведено их сравнение с нормативами хозяйственно-питьевого и рыбохозяйственного назначения.

В данной таблице представлены результаты анализов, которые были отобраны ниже выпуска сточных вод в реку. В результате определения средних значений и сравнения их со значениями норматива ПДК мы получили превышение по нескольким показателям. А именно: для хозяйственно-питьевого водоснабжения у нас имеется превышение по: мутности, перманганатной окисляемости и Fe<sub>общ</sub>. Для восстановления рыбохозяйственного использования реки нам необходимо снизить содержание: нефтепродуктов, Cu, Mn, Fe<sub>общ</sub>, NH<sub>4</sub>, NO<sub>2</sub>, взвешенных веществ. Если сравнить данные ниже выпуска сточных вод с данными, которые отобраны выше него, то мы получим примерно равные концентрации.

Для более детального рассмотрения состава нашего объекта, произведем расчет формулы Курлова и проклассифицируем данную воду. В результате получаем следующее – вода железистая среднеминерализованная гидрокарбонатная кальцево - магниевая слабощелочная холодная загрязненная нитритами.

Оценка качества воды в реке Кисловка – характеристика состава и свойств, определяющих пригодность для хозяйственно-питьевого и рыбохозяйственного водопользования, - проводилась неоднократно. Анализ данных, изложенных выше, позволил получить обобщенную характеристику качества речных вод рассматриваемой территории.

*Макрокомпоненты и рН.* Содержание макрокомпонентов и минерализация речной воды обычно удовлетворяет российским нормативам качества воды в водных объектах рыбохозяйственного и хозяйственно-питьевого назначения. Исключение составляют техногенные ручьи, сформировавшиеся в результате каких-либо аварий или выноса солей из мест хранения отходов производства. Значительно чаще отмечаются нарушения нормативов по величине рН. Отклонения значений рН за пределы диапазона 6,5...8,5 носят хорошо выраженный сезонный характер: значения менее 6,5 могут наблюдаться в весенний период, когда в водном стоке возрастает доля талых и болотных вод; значения более 8,5 обычно приурочены к летней межени (преобладает подземное питание).

*Микроэлементы.* Для реки Кисловка характерны относительно повышенные относительно предельно допустимых концентрации взвешенных веществ, меди, цинка, нефтепродуктов.

*Биогенные вещества.* По содержанию железа, азота аммонийного и нитратов качество речных вод с вероятностью более 20 % не соответствует установленным нормативам рыбохозяйственного водопользования. Превышения ПДК<sub>р</sub> и ПДК<sub>х-п</sub> по содержанию фосфатов, нитратов и кремния в водах реки Кисловки достаточно редки или не наблюдаются.

*Органические вещества.* Содержание нефтепродуктов, фенолов, значения ХПК и БПК являются показателями, по которым наиболее часто нарушаются российские нормативы рыбохозяйственного и хозяйственно-питьевого водопользования (вероятность превышения более 20 %).

Таблица

## Химический состав р. Кисловка

Показатели качества	Единицы измерения	Содержание	Норматив ПДК <sub>х-п</sub>	Норматив ПДК <sub>рыб.</sub>
рН		7,5	6-9	
Взвеш. в-ва	мг/л	11		6,75
Сухой остаток	--«--	347,5	1000	
Сульфаты	--«--	10	500	100
Хлориды	--«--	16,4	350	300
Нитраты (NO <sub>3</sub> )	--«--	9,296	45	40
Нитриты (NO <sub>2</sub> )	--«--	0,197	3,0	0,08
Азот аммонийный	--«--	0,554	2,0	0,39
PO <sub>4</sub>	--«--	0,03	3,5	
Fe (общ)	--«--	4,5	0,3	0,10
Марганец	мкг/л	56	0,1	40
Медь	--«--	6	1,0	0,001
Цинк	--«--	12	5,0	0,010
Свинец	--«--	2,3	0,3	0,006
Кадмий	--«--	0,5	0,001	0,005
ХПК	мгО/л	9,8		
БПК-5	мгО <sub>2</sub> /л	1,6		3,00
Нефтепродукты	мг/л	0,54	0,1	0,05
Фенолы	--«--	0,001	0,25	0,001
СПАВ	--«--	0,03	0,5	0,50

*Подходы к улучшения качества природных вод.* Установлено, что речные воды р. Кисловки в целом не соответствуют принятым в России нормативам рыбохозяйственного и хозяйственно-питьевого водопользования практически повсеместно. Это отмечалось и в течение всего периода наблюдений. Как показали исследования, подобная ситуация обусловлена комплексным действием природных и антропогенных факторов, причем среди последних важное значение имеет неорганизованное поступление веществ с территорий населенных пунктов, дорог, производственных площадей и выпадение веществ из загрязненного атмосферного воздуха. Следовательно, состояние р. Кисловки можно оценить как умеренно загрязненное. При проведении мероприятий по снижению негативного влияния хозяйственной деятельности человека необходимо учитывать региональные особенности условий формирования водного стока и химического состава речных вод. Кроме того, учитывая сложившуюся в регионе экономическую ситуацию и достаточно суровый климат, на наш взгляд, при очистке сточных вод, особенно в сельской местности, следует более широко использовать физико-химические и механические способы очистки. Все это позволит существенно снизить затраты на проведение природоохранных мероприятий без ущерба их эффективности, а высвободившиеся средства использовать на усиление контроля за соблюдением природоохранного законодательства.

Проявляется, безусловно, и значительное антропогенное влияние на химический состав речных вод. Степень и характер воздействия хозяйственной деятельности человека на содержание тех или иных компонентов неодинаковы. В наименьшей степени оно сказывается на минерализации, содержании Ca<sup>2+</sup> и HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, в наибольшей – на уровне содержания некоторых органических и биогенных веществ, причем во многих случаях происходит прежде всего активизация уже существующих миграционных циклов веществ.

## Литература

1. Савичев О.Г., Шварцев С.Л., Качество речных вод и проблемы управления водопользованием в бассейне реки Томи. Вычислительные технологии, том 11, часть 2, специальный выпуск, 2006г. С. 12.
2. Савичев О.Г. Реки Томской области: состояние, использование и охрана. Томск: Изд-во ТПУ, 2003. 202с.
3. Савичев О.Г., Кузеванов К.И., Хвощевская А.А. Янковский В.В. Методы расчета допустимых сбросов загрязняющих веществ в поверхностные водные объекты суши. Часть 1. Томск. Изд-во ТПУ, 2008. 99с.
4. СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем централизованного питьевого водоснабжения. Контроль качества».
5. Условия лицензии на право пользования водным объектом (река Кисловка) с целью сброса сточных вод, 1999 г.



**КОМПЛЕКСНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕХНОГЕННЫХ ОБЪЕКТОВ НА ЭЛЕМЕНТЫ ЛАНДШАФТА В РАЙОНЕ РАЗРАБОТКИ ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ****В.Н. Белик, Л.А. Носова**

Научный руководитель доцент Н.П. Шерстюк

*Днепропетровский национальный университет, г. Днепропетровск, Украина*

Добыча полезных ископаемых при разработке железорудных месторождений приводит к постепенному преобразованию геохимической обстановки и формированию ландшафтов с аномальным содержанием макро- и микрокомпонентов в почвах, растениях, подземных водах.

Одним из таких регионов является Криворожский железорудный бассейн, технологические объекты которого приводят к ухудшению экологического состояния окружающей среды.

В северо-восточной части Криворожского железорудного бассейна находится Северный горно-обогатительный комбинат, на территории которого проводились наблюдения за содержанием микро- и макрокомпонентов в почвах, растениях и грунтовых водах.

С целью комплексного изучения влияния техногенных объектов на элементы ландшафта (грунты и растительность) осенью 2007 г. проведены полевые исследования на северном участке между хвостохранилищем СевГОКа и с. Червоное. Отбор проб грунтов проходил по профилю (6 точек отбора) в северо-западном направлении от хвостохранилища, на открытом участке, которое используется как пастбище, длина профиля составляет 1250 м. Параллельно с полосой профиля проходит канал, который ведет из хвостохранилища и предназначенный для сброса излишка воды. Одновременно с отбором проб грунтов проводился и отбор проб растительности.

Для количественной оценки валового содержания металлов Cu, Fe, Zn, Mn, Pb, Ni в пробах грунтов и растений использовался метод атомно-абсорбционной спектроскопии. Также в пробах грунтов было определено содержание подвижных форм тяжелых металлов с помощью ацетатно-аммиачного буфера и проведен химический анализ макрокомпонентов.

Для отобранных проб по микроэлементам рассчитаны коэффициенты биологического и относительного поглощения [1].

При анализе полученных данных можно сделать вывод, что относительный коэффициент поглощения таких элементов как Fe, Zn, Mn, Pb, Ni во много раз превышает коэффициент биологического поглощения, то есть перечисленные выше тяжелые металлы хорошо мигрируют в ландшафте, а растения которые растут в зоне действия источника загрязнения активно поглощают и удерживают их.

Для установления связи между микроэлементами в грунтах с макрокомпонентами в грунтах и микроэлементами в растениях рассчитаны парные коэффициенты корреляции. Так, наиболее высокие положительные связи характерны для микроэлементов в грунтах и микроэлементов в растениях: Ni-Cu, Ni-Fe, Ni-Mn и Ni-Pb, обратные связи между: Pb-Cu, Zn-Mn, Pb-Mn. Для микроэлементов и макрокомпонентов в грунтах прямые зависимости характерны между: Cu-HCO<sub>3</sub>, Cu-Na, Pb-HCO<sub>3</sub>, Ni-Na, Ca-Mg, Ca-Cl, Ca-SO<sub>4</sub>, Mg-Cl, Mg-Cl, Mg-SO<sub>4</sub>, Cl-SO<sub>4</sub>, обратные зависимости между: Fe-HCO<sub>3</sub>, Pb-Na, HCO<sub>3</sub>-Mg, HCO<sub>3</sub>-SO<sub>4</sub>. Анализируя матрицу парных коэффициентов макрокомпонентов в грунтах и микрокомпонентов у растений видим характерную обратную зависимость между: HCO<sub>3</sub>-Zn, Ca-Fe, Ca-Ni, Cl-Cu, Cl-Pb, SO<sub>4</sub>-Pb. Прямая зависимость существует между Ca-Zn, Cl-Zn, SO<sub>4</sub>-Zn, Na-Cu, Na-Fe, Na-Pb, Na-Ni.

Для анализа изменения содержания микрокомпонентов в подземных водах были выбраны скважины 19, 1134, 1136, 1138, для которых имеется наиболее полная информация и совпадают временные ряды наблюдений. Сква.19 находится на территории промплощадки, скв.1134 - возле с.Червоное, скв.1136 - западнее хвостохранилища, скв.1138 расположена в районе аварийной емкости 1.

Формирование химического состава подземных вод на исследуемой территории сопровождается сложными гидрогеохимическими процессами: ионный обмен, сорбция, диффузия, влияние которых тяжело учесть. Существует множество методов обработки информации, для которых нужны определенные показатели. В данном случае анализ изменения микрокомпонентов по экспериментальным данным проводили с помощью статистических методов, которые включают в себя обработку информации методом первичной статистики, проверку однородности, регрессионный анализ [2].

С помощью программы REGRES [3] были построены сплайн-регрессионные модели для более точного изучения гидрогеохимических процессов, которые влияют на содержание микрокомпонентов в грунтовых водах.

Тенденция изменения содержания микрокомпонентов F, Ni, Ti, Zn, Pb, Sr, Co, Cd во времени аппроксимировалась линиями регрессии, содержание Sr в подземных водах увеличивается до 2004 г., потом происходит его резкое уменьшение.

Установлено, что до 1992 г. наблюдается увеличение концентрации F и Cd в грунтовых водах скважины 19. После 1992 г. происходит резкое уменьшение содержания этих элементов. До 2004 г. наблюдается увеличение содержания Pb, Co, Ni, Zn, а дальше происходит резкое их снижение. Эти обстоятельства свидетельствуют о снижении с 2004 г. влияния источников техногенной нагрузки на грунтовые воды. За время наблюдений не изменялось содержание Ti в подземных водах.

Проанализировав содержание элементов в воде скважины 1134, установили, что концентрация элементов Cd и Sr была незначительной, а после 2006 г. наблюдалось резкое увеличение содержания этих элементов в подземных водах. Концентрация элементов Co, Ti, Pb, F, Ni постепенно увеличивается до 2005г., а после - снижается.

При анализе содержания элементов Ti, Cd, Ni скважины 1136 отмечена невысокая концентрация этих элементов, а после 2006 г. их содержание резко увеличивается. Концентрация элементов Co, Sr, Pb в подземных водах увеличивается до 2005г., а после резко уменьшается.

В начале наблюдений содержание Pb, Sr, Ti, Ni, Cd в пробах воды скважины 1138 было незначительным, после 2005 г резко увеличилось. Постоянное увеличение содержания элементов Co, F, Zn происходило в грунтовых водах до 2004 г., после наблюдается резкое снижение их концентрации.

Для установления закономерности изменения микрокомпонентов в подземных водах исследуемой территории был проведен корреляционный анализ по стандартным методам [4] (таблица).

Так, по времени апробирования были выделены даты (11.03.1991, 01.04.2004, 01.04.2005, 05.04.2007, 12.04.2007), когда отбор проб проводился одновременно из различных скважин на данной территории. С помощью корреляционного анализа установлено, что элементы F и Ti не имеют связи ни между собой, ни с другими элементами, а микроэлементы Ni, Zn, Pb, Sr, Co, Cd имеют линейную зависимость, коэффициент корреляции составляет 0,817-0,988, что может свидетельствовать об одном источнике их поступления в подземные воды.

Таблица

Результаты корреляционного анализа микроэлементов

	F	Ti	Ni	Zn	Pb	Sr	Co	Cd
F	*	—	—	—	—	—	—	—
Ti	—	*	—	—	—	—	—	—
Ni	—	—	*	+	+	+	+	+
Zn	—	—	+	*	+	+	+	+
Pb	—	—	+	+	*	+	+	+
Sr	—	—	+	+	+	*	+	+
Co	—	—	+	+	+	+	*	+
Cd	—	—	+	+	+	+	+	*

Примечание: — линейной связи между микроэлементами нет; + линейная связь существует

Для исследуемых наблюдательных скважин рассчитан коэффициент водной миграции, который отражает интенсивность миграции химических элементов в подземных водах и позволяет сравнивать между собой коэффициенты миграции химических элементов, которые имеют различные кларки [5]. Очень часто вместо содержания элемента в породах используют кларк элемента в литосфере. Эта замена позволяет оценить положение элемента в миграционном ряду.

Из всех проанализированных микрокомпонентов самый большой коэффициент водной миграции у Cd, на всей исследуемой территории. Низким коэффициентом миграции обладают элементы Zn и Ni. Высокий коэффициент водной миграции у Sr скв.32, которая находится на территории промплощадки и у Ti скв. 589, 1134, 1517.

Проанализировав характер изменения содержания микрокомпонентов по четырем скважинам 19, 1134, 1136, 1138 установлена зависимость изменения химического состава от действия источников техногенной нагрузки. Так, на подземные воды скв. 19 влияют потери с водонесущей системы промплощадки и хвостохранилища, на подземные воды скважины 1134 – сточные воды с.Червоное, потери вод с обогатительной фабрики влияют на химический состав подземных вод скв. 1336, 1138. Под влиянием этих объектов происходит увеличение или уменьшение содержания отдельных микрокомпонентов в подземных водах территории СевГОКа.

Таким образом, установлено, что:

- в зоне влияния горно-добывающих предприятий все элементы ландшафта испытывают техногенную нагрузку;
- химический состав почв, растений и подземных вод изменяется, что свидетельствует об их загрязнении;
- тяжелые металлы мигрируют в ландшафте с водными и воздушными потоками;
- накопление тяжелых металлов в элементах ландшафта происходит на геохимических барьерах и имеет сложный характер.

Проведенные исследования подтвердили существование закономерностей распространения микроэлементов в грунтах и растениях возле хвостохранилища, а также выявили активные водные и воздушные миграционные потоки. Полученные результаты указывают на актуальность данной проблемы и необходимо продолжить исследования в данном направлении.

#### Литература

1. Перельман А.И. Геохимия природных вод. – М.: Наука, 1982. – 151 с.
2. Жернов И.Е. Моделирование подземных вод.– М.: Недра, 1970. – 286 с.
3. Остропицкий В.М. Оценка динамики химического состава вод Криворожья // Геология. География. Сб. науч. трудов. – Днепропетровск. Изд-во ДГУ. – 1998. – с. 91-95.
4. Марчук Г.И. Математическое моделирование в проблеме охраны окружающей среды. – М.: Наука, 1982. – 319 с.
5. Васильев С.В. Гидродинамические и физико-химические свойства горных пород.– М. Недра, 1977.-271 с.

**ГИДРОГЕОХИМИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ТАМБОВСКОГО ПРОМЫШЛЕННОГО РАЙОНА****А.А. Бердников**

Научный руководитель профессор В.Л. Бочаров.

*Воронежский государственный университет, г. Воронеж, Россия.*

Тамбовский промышленный район, включающий в себя множество крупных и средних предприятий, занимает площадь 750 км<sup>2</sup>. В центре района расположен г. Тамбов, являющийся крупным административным и промышленным центром с населением около 330 тыс. человек. Здесь расположены крупные предприятия химической промышленности - открытые акционерные общества: «Пигмент», «Полимермаш», «Гальванотехника», «Тамбовхиммаш», «Электроприбор» и др. Река Цна протекает с юга на север и делит территорию промышленного района на левобережную промышленную и правобережную рекреационную зоны. Хозяйственно-питьевое водоснабжение района полностью базируется на подземных водах.

В гидрогеологическом отношении территория Тамбовского промышленного района располагается в пределах Сурско-Хоперского артезианского бассейна. В гидрогеологическом разрезе выделяется две гидродинамические зоны: зона свободного водообмена и зона затрудненного водообмена. Граница между этими зонами расположена в среднефаменском водоносном горизонте на абсолютных отметках от 0 до -10 м и маркируется низкими значениями проницаемости и высокими величинами минерализации и жесткости подземных вод.

В зоне свободного водообмена выделяются следующие водоносные комплексы: четвертичный (Q), неогеновый (N<sub>1</sub>), апт-альбский (K<sub>1</sub> a-al), готерив-барремский (K<sub>1</sub> h-br), валанжинский водоносный горизонт (K<sub>1</sub> v), среднеюрский слабопроницаемый водоносный горизонт (I<sub>2</sub>), среднефаменский водоносный горизонт (D<sub>3</sub> fm<sub>2</sub>). Строение гидрогеологического разреза зоны затрудненного водообмена изучено на промышленной площадке ОАО «Пигмент» при бурении глубоких скважин для закачки промышленных стоков химического предприятия. Здесь выделяются: елецкий водоносный горизонт (D<sub>3</sub> el), задонский слабопроницаемый водоносный горизонт (D<sub>3</sub> zd), евлановско-ливенский водоносный комплекс (D<sub>3</sub> ev-lv), воронежский слабопроницаемый водоносный горизонт (D<sub>3</sub> vr), саргаевско-семилуцкий водоносный комплекс (D<sub>3</sub> sr-sm), тиманско-пашийский водоносный комплекс (D<sub>3</sub> tm-ps), старооскольский водоносный комплекс (D<sub>2</sub> so), наровский слабопроницаемый водоносный комплекс (D<sub>2</sub> nr) и ряжский водоносный комплекс (D<sub>1</sub> rz).

Подземные воды четвертичного комплекса по химическому составу относятся к гидрокарбонатному кальциево-магниевому классу с минерализацией 0,4 – 0,6 г/дм<sup>3</sup>. Жесткость подземных вод изменяется от 6 до 9 ммоль/дм<sup>3</sup>, содержание железа составляет 0,1 – 0,3 мг/дм<sup>3</sup>, марганца – 0,05 – 0,1 мг/дм<sup>3</sup>. Непосредственно в черте города подземные воды характеризуются «пёстрым» химическим составом с минерализацией, часто превышающей 1 г/дм<sup>3</sup>. Слабозащищённый четвертичный водоносный комплекс подвергается воздействию различных очагов загрязнения, расположенных на территории города. Поэтому воды этого комплекса для питьевого водоснабжения не используются, а применяются только для технических целей. Подземные воды неогенового водоносного горизонта также относятся к гидрокарбонатному кальциево-магниевому классу с минерализацией 0,6 – 1 г/дм<sup>3</sup>. Жёсткость воды составляет от 6 до 8 ммоль/дм<sup>3</sup>, содержание железа 0,1 – 0,3 мг/дм<sup>3</sup>, марганца 0,07 – 0,12 мг/дм<sup>3</sup> и для питьевого водоснабжения также не используются.

Апт-альбский водоносный комплекс развит практически повсеместно на всей территории промышленного района за исключением глубоковрезанных частей долины р. Цны. По химическому составу воды этого комплекса относятся к гидрокарбонатному кальциево-магниевому или гидрокарбонатному магниевому классам с минерализацией 0,4 – 0,7 г/дм<sup>3</sup>, жёсткость воды меняется в пределах 5- 8 ммоль/дм<sup>3</sup>. Содержание железа 0,3 – 1 мг/дм<sup>3</sup>, марганца 0,09 – 0,22 мг/дм<sup>3</sup>, что заметно превышает предельно допустимые концентрации (ПДК) для вод питьевого назначения. Подземные воды этого комплекса используются в целях водоснабжения населения в сельских поселениях за пределами г. Тамбова. Подземные воды готерив-барремского слабоводоносного комплекса и валанжинского водоносного горизонта относятся к гидрокарбонатному кальциево-магниевому классу с минерализацией 0,4 – 0,7 г/дм<sup>3</sup>. Жёсткость воды составляет 5 – 7 ммоль/дм<sup>3</sup>, содержание железа 0,3 – 0,9 мг/дм<sup>3</sup>, марганца – 0,08 – 0,15 мг/дм<sup>3</sup>. Для водоснабжения эти подземные воды не используются из-за малой водообильности и повышенного содержания тяжёлых металлов. По этой же причине не используются и подземные воды среднеюрского слабопроницаемого водоносного горизонта, относящиеся к гидрокарбонатно-сульфатному кальциево-магниевому классу с минерализацией 0,5 – 0,7 г/дм<sup>3</sup> и жёсткостью 5 – 8 ммоль/дм<sup>3</sup>. Содержание железа и марганца повышено относительно ПДК и колеблется в пределах 0,3 – 0,8 мг/дм<sup>3</sup> и 0,1 – 0,18 мг/дм<sup>3</sup> соответственно.

Водоносные горизонты и комплексы девонского возраста распространены повсеместно и представлены трещиноватыми известняками и доломитами. Среди них выделяется среднефаменский водоносный горизонт, являющийся основным источником водоснабжения г. Тамбова. По химическому составу подземные воды этого горизонта относятся к гидрокарбонатному, реже сульфатному кальциево-магниевому классам с минерализацией 0,4 – 0,7 г/дм<sup>3</sup> и жёсткостью 6 – 7 ммоль/дм<sup>3</sup>. Содержание железа и марганца несколько превышают ПДК (0,2 – 0,5 мг/дм<sup>3</sup> и 0,05 – 0,12 мг/дм<sup>3</sup> соответственно). В районе ОАО «Пигмент» наблюдается заметное ухудшение качества воды. Здесь минерализация достигает 5 – 10 г/дм<sup>3</sup>, а жёсткость – 8 – 15 ммоль/дм<sup>3</sup>.

## ИЗМЕНЕНИЕ СОСТАВА ПРИРОДНОЙ ВОДЫ, ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ТОМСКИМ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИМ ЗАВОДОМ

В.А. Боровская

Научный руководитель доцент Р.Ф. Зарубина

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

**Актуальность** тематики обусловлена влиянием производственных технологических процессов на состав используемых подземных вод, возвращаемых в природную среду, оценку их качества и с методом очистки от загрязнения.

**Целью работы** является исследование изменений состава воды, используемой Томским электромеханическим заводом, и оценка эффективности ее очистки методом электроразрядной обработки в слое металлических гранул.

ОАО «ТЭМЗ» расположено в юго-западной части г. Томска, на пересечении ул. А. Иванова и ул. Ленина. Для обеспечения производственных нужд используется подземная вода. Химический ее состав, как и воды, подлежащей возврату в природу, представлен в табл. 1.

**Таблица 1**

### Химический состав природной воды и сточной воды

Компонент		Природная вода	ПДК <sub>п</sub> [1]	Вода, подлежащая возврату в природу	ПДК <sub>р</sub> [2]	
рН, ед. рН		7,9	6–9	7,6	6,5–8,5	
Запах, балл		0	2	4	2	
Цветность	градус цветности	4	20	0,01	50	
Мутность	мг/л	12,7	1,5	0,05	0,75–1,0	
CO <sub>2</sub>		30,8	Не нормир.	22	Не нормир.	
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>		451,4	Не нормир.	451,4	Не нормир.	
Cl <sup>-</sup>		26	350	56	300	
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>		111	500	55	100	
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> по Р		0,05	1,09	5,35	0,05	
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>		4,6	45	4,2	40	
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>		0,00	3	0,05	0,08	
Si		16,7	10,0	10,2	Не нормир.	
Ca <sup>2+</sup>		124	Не нормир.	132	180	
Mg <sup>2+</sup>		34,2	Не нормир.	15,9	40	
Na <sup>+</sup>		17,5	200	60,0	120	
K <sup>+</sup>		1,0	Не нормир.	10,5	50	
Ni		0,0	0,1	28,5	0,01	
Cr <sup>3+</sup>		0,0	0,5	11,6	0,07	
Cr <sup>6+</sup>		0,0	0,05			
Fe <sub>общ.</sub>		0,22	0,3	2,95	0,1	
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>		0,0	2 по N	0,25	0,5	
Об. Ж.		мг-экв/л	9,0	7,0 (10)	7,9	Не нормир.

**Примечание:** \* - ПДК<sub>п</sub> по ГН 2.1.5.1315 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования»;

\* - ПДК<sub>р</sub> СанПин 2.1.5.980-00 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) для рыбохозяйственных водных объектов I категории»

Как следует из табл. 1, природная вода по содержанию исследованных компонентов соответствует нормативам питьевой воды за исключением повышенного содержания кремния и мутности. Характерна для используемой природной воды и повышенная жёсткость (9 мг-экв/л). Вода, прошедшая технологический процесс и подлежащая возврату в природу, по содержанию фосфатов, никеля, хрома, железа превышает нормативы для рыбообработки.

Проведен эксперимент по улучшению химического состава вод, подлежащих возврату в природу, методом электроразрядной обработки в слое металлических гранул при различном времени обработки (табл. 2). Исследования проводились на экспериментальной установке, созданной в Научно-исследовательском институте высоких напряжений при ТПУ [3].

После обработки воды, прошедшей технологический процесс и подлежащей возврату в природу, на электроустановке содержание микрокомпонентов в ней закономерно снижается. Так, после обработки воды в течение 90 секунд содержание никеля снижается с 28,51 мг/л до 0,11 мг/л при его ПДК<sub>р</sub> 0,01 мг/л, содержание

хрома – с 11,6 до 0,02 при его ПДК<sub>p</sub> 0,07 мг/л, а содержание фосфора – с 5,35 мг/л до 0,042 мг/л при его ПДК<sub>p</sub> 0,05 мг/л.

Таблица 2

Содержание компонентов в воде, подвергнутой электрообработке в слое металлических гранул

Компонент, мг/л	Содержание до электрообработки	Время электрообработки, сек				
		15	30	45	60	90
Ni	28,51	13,14	6,74	3,32	0,71	0,11
Cr	11,6	6,9	3,7	1,8	0,31	0,02
P	5,35	0,059	0,055	0,055	0,049	0,042

#### Литература

1. Санитарные правила и нормы. Сан ПиН 2.1.4.1074-01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. – М.: Минздрав. России, 2002.
2. Перечень предельно допустимых концентраций и ориентировочно безопасных уровней воздействия вредных веществ для воды рыбохозяйственных водоемов. – М.: ТОО «Мединор», 1995.
3. А. А. Андрейченко, В. И. Черкашин, О. Ю. Гончаров, Н. А. Яворовский. Электроразрядные технологии в системах водоснабжения хозяйственно-питьевого назначения. //Основные водохозяйственные проблемы и пути их решения. Материалы научно-практической конференции, г. Томск, 2005 / Томскводоканал; Сост. Л. В. Герб. — Томск, 2005.

### ОЦЕНКА РАДИАЦИОННОЙ ОБСТАНОВКИ В РАЙОНЕ ПРЕДПОЛАГАЕМОГО СТРОИТЕЛЬСТВА СЕВЕРСКОЙ АЭС

**В.А. Воробьев**

Научный руководитель профессор Е.М. Дутова

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

Для оценки современного состояния и прогноза возможных изменений окружающей природной среды под влиянием антропогенной нагрузки выполняются инженерно-экологические изыскания при строительстве любых промышленных объектов с целью предотвращения, минимизации или ликвидации вредных и нежелательных экологических и связанных с ними социальных, экономических и других последствий и сохранения оптимальных условий жизни населения [4].

Исследование и оценка радиационной обстановки выполняются на основании [1] и [2]. Радиационно-экологические исследования включают:

- оценку гамма-фона на территории строительства;
- определение радиационных характеристик источников водоснабжения;
- оценку радоноопасности территории.

Основными источниками радиоактивного загрязнения окружающей среды служат ядерно-технические установки, предприятия, работающие с радионуклидами, хранилища радиоактивных отходов, следы ядерных взрывов и др. Радиоактивными загрязнителями являются техногенные радионуклиды, аккумулирующиеся на участках захоронений, санкционированных и несанкционированных свалок, аварий, неконтролируемых протечек и газоаэрозольных выбросов, поступающие в почвы, грунты и грунтовые воды непосредственно на территории строительства или в процессе миграции с прилегающих территорий.

Радионуклидный состав загрязнений грунтов зависит от источника загрязнений, способа их поступления в грунты (поверхностное, с грунтовыми водами, из подземных захоронений) и сорбционных свойств грунтов. Глубина проникновения радионуклидов с поверхности на легких грунтах – до 50 – 100 см; основное количество техногенных радионуклидов сосредоточено в верхнем 10–сантиметровом слое почвы.

Степень радиозоологической безопасности человека, проживающего на загрязненной территории, определяется годовой эффективной дозой радиоактивного облучения от природных и техногенных источников. При этом доза от техногенных источников не должна превышать 1 мЗв/год (или 0,1 бэр/год) в среднем за любые последовательные 5 лет, что соответствует рекомендации Международной комиссии по радиологической медицине. Территории, в пределах которых среднегодовые значения эффективной дозы облучения (сверх естественного фона) находятся в диапазоне 5 – 10 мЗв/год, относят к территориям чрезвычайной экологической ситуации, а более 10 мЗв/год – к зонам экологического бедствия.

Нормальный естественный уровень мощности эквивалентной дозы (МЭД) внешнего гамма-излучения на открытых территориях в средней полосе России составляет от 0,1 до 0,2 мкЗв/ч, а в отдельных, например, в предгорных и горных районах – до 0,3 мкЗв/ч.

Для выявления и оценки опасности источников внешнего гамма-излучения проводят:

- радиационную съемку (определение мощности эквивалентной дозы внешнего гамма-излучения);
- радиометрическое опробование с последующим гамма-спектрометрическим или радиохимическим анализом проб в лаборатории (определение радионуклидного состава загрязнений и их активности).

Маршрутную гамма-съемку территории проводят с одновременным использованием поисковых гамма-радиометров и дозиметров. Поисковые радиометры используются в режиме прослушивания звукового сигнала для обнаружения зон с повышенным гамма-фоном. При этом территория должна быть подвергнута, по возможности, сплошному прослушиванию при перемещениях радиометра по прямолинейным или Z - образным маршрутам.

Дозиметры используются для измерения МЭД внешнего гамма-излучения в контрольных точках по сетке, шаг которой определяется в зависимости от масштаба съемки и местных условий. Измерения проводятся на высоте 0,05 м и 1 м над поверхностью почвы, а также в скважинах, вскрывающих насыпные грунты.

Усредненное, характерное для данной территории числовое значение МЭД, обусловленной естественным фоном, устанавливается местными органами санэпиднадзора. Участки, на которых фактический уровень МЭД превышает обусловленный естественным гамма-фоном, рассматриваются как аномальные. В зонах выявленных аномалий гамма-фона интервалы между контрольными точками должны последовательно сокращаться до размера, необходимого для оконтуривания зон с уровнем МЭД > 0,3 мкЗв/ч.

На таких участках с целью оценки величины годовой эффективной дозы должны быть определены удельные активности техногенных радионуклидов в почве и по согласованию с органами Госсанэпиднадзора решен вопрос о необходимости проведения дополнительных исследований или дезактивационных мероприятий.

Объектами радиометрического опробования являются почвы и грунты различных типов ландшафтов, поверхностные и подземные воды (в первую очередь, в зоне действующих водозаборов), донные осадки водоемов и техногенные объекты.

Отбор проб почв и грунтов производится специальными пробоотборниками, соответствующими необходимой глубине отбора. Исследование вертикального загрязнения почв и грунтов производится послойно, лабораторным методом.

В районе предполагаемого строительства Северской АЭС техногенным источником радиоактивного загрязнения окружающей среды является Сибирский химический комбинат (СХК), который функционирует более пятидесяти лет.

В период производственной практики летом 2009 г. были проведены маршрутные инженерно-экологические наблюдения для получения количественных показателей радиационного состояния почвы в районе площадки строительства Северской АЭС. По диагонали площадки было выполнено радиометрическое опробование для последующего гамма-спектрометрического анализа проб в лаборатории отдела радиационной безопасности ОГУ «Оболкомприрода» (определение радионуклидного состава загрязнений и их активности). Пробы были взяты с поверхности грунта рядом со скважинами, сделанными инженерно-геологическими организациями г. Томска. Результаты анализа проб приведены в табл. 1.

Кроме того, на территории леса, вблизи места строительства АЭС была замерена мощность эквивалентной дозы внешнего  $\gamma$ -излучения (МЭД) и были взяты пробы почвы на глубине до 10 см для определения активности природных и техногенных радионуклидов, так как основное количество техногенных радионуклидов сосредоточено в верхнем 10-сантиметровом слое почвы. Шаг сетки 70 – 100 м. Результаты измерения МЭД с географическими координатами точек замеров приведены в табл. 2.

Таблица 1

№ точки	Результаты пробы		Характеристика пробы		
	Активность радионуклидов/погрешность определения), Бк/кг/%		Вид почвы	Эффективная активность, $A_{эфф}$ , Бк/кг	Класс материала по содержанию ПРН
1	К-40 209/30 Ra-226 10/30 Th-232 19/23		Супесь	53	I
2	Be-7 5/90 K-40 173/40 Ra-226 4/40 Th-232 5/35		Песок	25	I
3	К-40 244/18 Ra-226 6/123 Th-232 7/15		Песчанник	36	I

Таблица 2

№ п/п	№ точки	Географические координаты		МЭД, мкЗв/ч	
		N – широта от экватора	E – Восточная долгота (по Гринвичу)	на расстоянии 5 см от поверхности	на расстоянии 1 м от поверхности
1	21	56°46,668 (56,7778°)	084°41,668 (84,69°)	0,10	0,02
2	22	56°46,862' (56,781°)	084°41,749' (84,69°)	0,12	0,10
3	23	56°46,888 (56,7814°)	084°41,70 (84,6950°)	0,12	0,09
4	24	56°46,901(56,78168°)	084°41,636 (84,6939°)	0,14	0,11
5	25	56°46,922 (56,782°)	084°41,715 (84,6952°)	0,11	0,09
6	26	56°46,945 (56,83246°)	084°41,673 (84,69455°)	0,11	0,05
7	27	56°46,967 (56,7827°)	084°41,609 (84,6934°)	0,11	0,10
8	28	56°47,004 (56,7834°)	084°41,678 (84,6946°)	0,11	0,09
9	29	56°46,957 (56,7826°)	084°41,681 (84,6946°)	0,13	0,09

10	30	56°,47,051 (56,7842°)	084°,41,627 (84,69378°)	0,12	0,09
11	31	56°,47,042 (56,78403°)	084°,41,707 (84,6951°)	0,11	0,08

На полупроводниковом гамма-спектрометре был определен радионуклидный состав проб, результаты анализа проб приведены в табл. 3.

Таблица 3

№ пробы	Активность радионуклидов/погрешность определения), Бк/кг/%	Эффективная активность, $A_{эфф}$ , Бк/кг	Класс материала по содержанию природных РН
1	Be-7 9/10 K-40 107/35 Cs-137 43/14 Ra-226 6/50 Th-232 3/50	19	I
2	K-40 314/17 Cs-137 20/17 Ra-226 8/30 Th-232 9/24	46	I
3	Be-7 16/50 Cs-137 21/18 Ra-226 6/40 Th-232 10/25	37	I
4	Cs-137 90/19 K-40 346/18 Ra-226 10/40 Th-232 10/24	53	I
5	K-40 73/50 Cs-137 18/21 Ra-226 13/30 Th-232 8/35	30	I
6	K-318/16 Cs-37/14 Ra-9/28 Th-10/23	49	I
7	K-40 86/50 Cs-137 17/24 Ra-226 11/27 Th-232 6/35	30	I
8	K-40 138/30 Cs-137 23/18 Ra-226 6/40 Th-232 7/40	27	I
9	K-40 314/21 Ra-137 26/18 Th-232 14/24	71	I
10	K-40 382/15 Cs-137 18/17 Ra-226 10/21 Th-232 9/28	54	I
11	K-40 348/17 Cs-137 15/27 Ra-226 12/24	61	I

По результатам измерений в соответствии с п. 5.3.4 [3] можно сделать вывод, что материал представленных проб относится к материалам I-го класса, для которого разрешены все виды строительства. Содержание цезия – 137 в отдельных точках находится в пределах несколько выше среднего значения по Томской области, что обусловлено работой СХК

#### Литература

1. Федеральный Закон «О радиационной безопасности населения», 1995 г.
2. Закон РСФСР «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения», 1992 г.
3. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99) СП 2.6.1. 758 – 99.
4. Свод правил по инженерным изысканиям для строительства. СП 11-102-97.

### ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ ДОННЫХ ОСАДКОВ БЕЛОГО МОРЯ О.Е. Гамза

Научный руководитель в.н.с. В.П.Шевченко, с.н.с. А. Н. Новигатский  
Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, г. Москва, Россия

Акватория Белого моря занимает около 90 тыс. км<sup>2</sup>. Принято выделять основные части моря: Горло, Воронку, Бассейн и 4 залива: Двинский, Кандалакшский, Мезенский и Онежский [3]. Целью работы являлось построение карт распределения химических элементов в поверхностном слое донных осадков Белого моря. Для этого решались следующие задачи: создание базы данных по элементному составу поверхностного слоя донных осадков, построение карт распределения каждого элемента, выявление аномальных концентраций элементов. Для определения содержания химических элементов в донных осадках использовались следующие методы: атомно-абсорбционная спектроскопия (Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН (ИО РАН); нейтронно-активационный анализ (ГЕОХИ им. В.И. Вернадского); анализ общего и органического углерода (ИО РАН), фотометрический метод для определения Si, Al, P (ИО РАН).

Валовый химический состав является одной из фундаментальных характеристик осадочных пород и донных осадков современных водоемов. Крупнозернистые осадки с долей пелитовой составляющей < 50 % распространены в основном на мелководьях (Кандалакшский и Онежский заливы, Горло), где высока гидродинамическая активность придонных вод. В условиях, где придонные воды малоподвижны, преобладает тонкодисперсная фракция (>80 %) (рис. 1). Распределение химических элементов по составу коррелирует с распределением фракций в современных осадках Белого моря.

По литологическому описанию поверхность дна Двинского залива практически повсеместно покрыта слоем мелкозернистых песков. В пограничном районе между Двинским заливом и бассейном Белого моря на террасированном подводном склоне распространены алевроито-пелитовые илы; ниже по склону они постепенно сменяются глинистыми илами. В Онежском заливе на большей части поверхности современного дна наблюдаются фации нулевой седиментации (неотложения), характеризующиеся широким развитием маломощных покровных плохо сортированных песчаных осадков, вероятно, реликтовых. Рельеф Кандалакшского залива представлен чередованием относительно глубоких (около 300 м) котловин с порогами и поднятиями (до 20 и менее м), а также многочисленными островами. По этой причине здесь наблюдается пестрота состава донных отложений – от валунов, гальки и гравия с песком до тонких глинистых илов [1].

Во время работы, используя данные о валовом составе осадков, для каждого определяемого компонента составлена с помощью программы ArcView карта распределения химического элемента (карта распределения марганца в осадочной толще Белого моря).

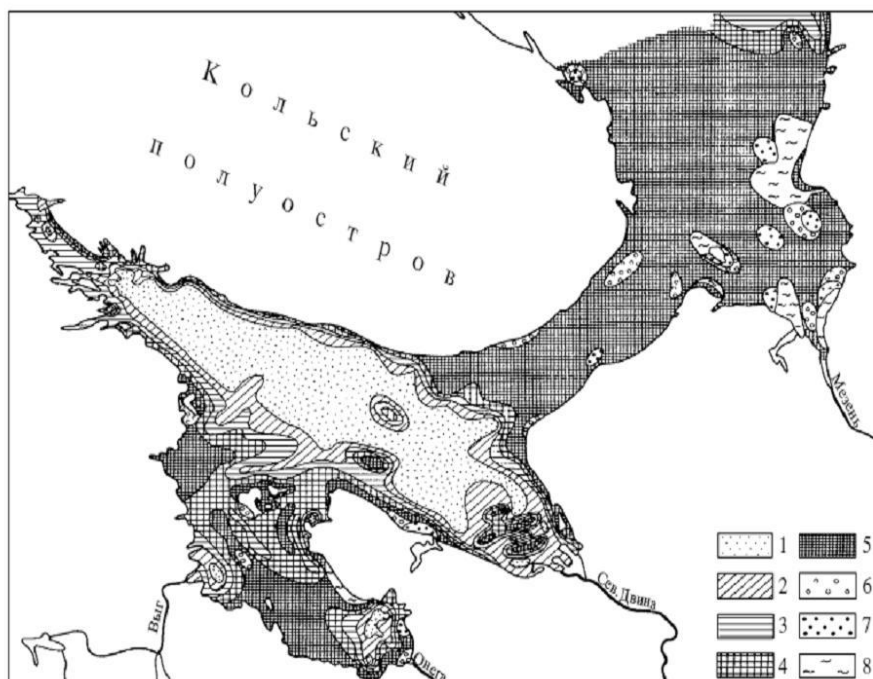


Рис. 1. Содержание песчаных и гравийных фаций в осадках (0,1-1,0 и более мм), %. 1-5 песчаные фракции: 1 -<10; 2 -10-30; 3 -30-50; 4 -50-70; 5 ->70; 6-7 -примесь гравийных фракций; 8-бенч [2]

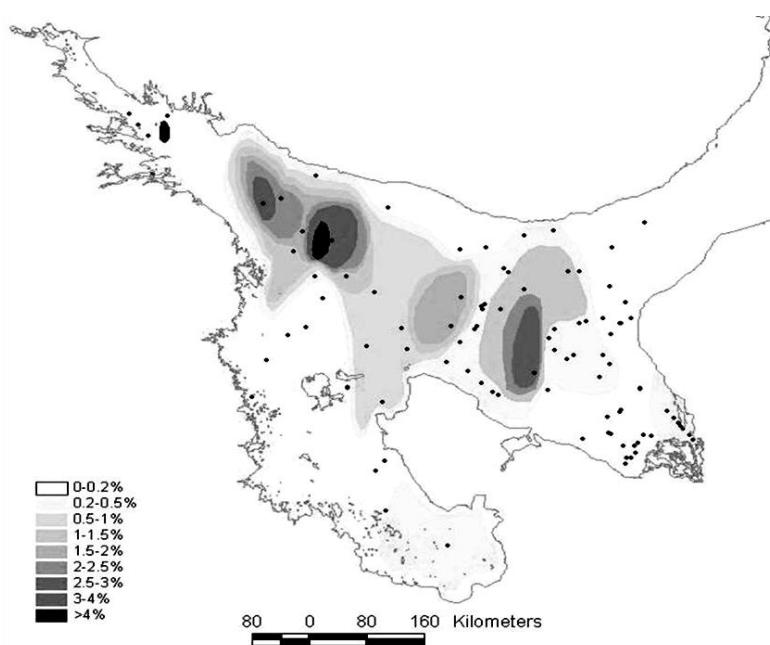


Рис. 2. Распределение марганца в донных осадках Белого моря

Распределение марганца в донных отложениях в значительной мере определяется влиянием восстановительного диагенеза. В осадочном материале Белого моря реакционноспособная форма марганца преобладает над менее подвижной, литогенной. Литогенная форма остается в осадке, реакционноспособная форма при восстановлении и растворении переходит в иловую и придонную воду, обуславливая миграцию марганца как в са-



мом осадке, так и в придонном слое морской воды. На контакте с кислородом морской воды  $Mn(II)$  окисляется, переходя в нерастворимую форму  $MnO_2$ , что и является причиной обогащения марганцем поверхностного слоя осадков. Весьма подвижный наилкок  $MnO_2$  и обогащенная марганцем взвесь придонного слоя переносится подводными течениями, накапливаясь в депрессиях дна и в центральной части моря, весьма удаленной как от источников сноса, так и от мест первичного осадконакопления [2].

Таким образом, на примере марганца можно показать связь между гранулометрическим составом осадка и концентрацией вещества. Локальные условия, ведущие к накоплению кластофильных компонентов в толщах, сводятся к следующему.

1. Повышению содержания в песках вследствие сепарации тяжелых минералов;
2. Повышению содержания в поверхностных, в основном песчано-глинистых осадках из-за присутствия конкреций
3. Повышению содержания в кровле нижней пачки осадков вследствие диагенетического стяжения.

Авторы благодарны академику А.П. Лисицыну за поддержку, А.В. Аплеталину за ценные советы; всем, кто помогал в полевых и лабораторных исследованиях донных осадков Белого моря, за предоставление данных.

Работа осуществлялась при поддержке РФФИ (гранты 09-05-10081, 09-05-00658 и 08-05-00860), Программы 17 фундаментальных исследований Президиума РАН (проект 17.1).

#### Литература

1. Кузьмина Т.Г., Леин А. Ю., Лучшева Л. Н., и др. Химический состав донных осадков Белого моря // Литология и полезные ископаемые. 2009. – № 2. – С. 115–132.
2. Невеский Е.Н., Медведев В.С., Калинин В.В. Белое море, седиментогенез и история развития в голоцене. – М.: Наука, 1977. – 236 с.
3. Белое море и его водосбор под влиянием климатических и антропогенных факторов / Под редакцией Н.Н. Филатова, А.Ю. Тержевика. – Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2007. – 335с.

### АНАЛИЗ КАЧЕСТВА ПОДЗЕМНЫХ ВОД РАЙОНА ФОРШТАДТ Г. НОВОКУЗНЕЦКА (КЕМЕРОВСКАЯ ОБЛАСТЬ)

К.А. Головачёва

Научный руководитель профессор С.Л. Шварцев

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия



Рис. Карта-схема расположения точек отбора проб (г. Новокузнецк)

Проблема определения качества подземной воды в настоящее время становится очень острой в связи с истощением источников пресных вод, а также загрязнением поверхностных водных объектов отходами жизнедеятельности человека. Также эта проблема актуальна для жителей г. Новокузнецка (района Форштадт - частный сектор) (Рис).

Основной антропогенной нагрузкой на подземные и поверхностные воды изучаемой территории является развитая промышленность. Для изучения подземных вод района Форштадт была организована работа полевого отряда ТФ ИНГГ СО РАН с 5 по 7 августа 2009 года. Объектами опробования вод являлись: колонки нецентрализованного городского водоснабжения, болото, расположенное рядом с автостоянкой, колодец, ручей, а также отстойник сточных вод металлургического комбината (табл. 1).

Полученные результаты заставляют удивиться тому, что минерализация природных вод, в

целом по территории, изменяется незначительно (от 0,5 до 0,9 г/л но в точке Н8 ее значение резко отличается и достигает 4,2 г/л. Также необычно распределение значений рН по территории исследования. В некоторых точках, например Н5, Н6 и Н8, значение этого показателя достигает 10, что не характерно для вод данной территории.

Таблица

## Химический состав природных вод г. Новокузнецка

Компонент	ПДК [2]	Концентрация, мг/дм <sup>3</sup>							
		Н1	Н2	Н3	Н4	Н5	Н6	Н7	Н8
рН	6,5-9	6,8	7,9	7,2	8,9	10	10	7,4	9
Температура, °С		9,9	11	11,9	15,1	14,9	11,4	12	21,6
Общая жесткость	7	5,70	9,70	8,25	6,60	9,40	10,30	9,30	1,50
Минерализация, мг/л		559,11	789,45	640,22	897,26	792,81	910,51	797,98	4280,4
Нитрат-ион	45	54,7	173,6	28,2	2,64	2,42	2,24	16,28	8,8
Аммоний-ион	2,5	0,036	0,054	0,018	0,30	0,28	0,72	0,14	13,0
Гидрокарбонат		231,8	317,2	298,9	536,8	500,2	573,4	481,9	2165,5
Карбонат									120
Углекислота св.		22,0	26,4	13,2	8,8	13,2	13,2	13,2	Не обн.
Фосфат-ион	3,5	0,15	0,13	0,16	0,54	0,38	0,24	0,22	9,8
Сульфат-ион	500	112,49	132,39	103,84	73,55	47,59	82,20	84,80	623,02
Хлорид-ион	350	54,32	93,37	57,51	32,31	39,76	37,63	35,50	143,78
Фторид-ион	0,7-1,5	0,15	0,18	0,76	24,45	1,20	0,23	0,39	203,0
Кальций		84,0	110,0	98,0	74,0	142,0	148,0	138,0	20,0
Магний		17,0	51,24	40,87	35,40	28,06	35,38	29,28	6,10
Натрий		58	81	41	140	30	33	27	1300
Калий		1,5	0,25	0,1	5,2	2,8	0,9	1,5	22
Литий		0,025	0,030	0,017	0,080	0,032	0,067	0,027	0,145
Стронций		0,8	2,2	1,4	1,8	2,0	3,4	2,2	4,5
Железо общее	0,3	0,12	0,31	0,07	5,71	>6	>10	1	8,0
Кремний	10	3,86	4,42	4,83	4,09	6,85	4,42	4,99	13,71
Алюминий		0,1	0,084	0,071	7,48	0,099	0,073	0,052	15,11
Марганец	100	0,26	0,061	0,014	0,580	0,18	0,93	0,61	0,47
Окисляемость перманг., мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	7	2,25	2,26	1,15	7,50	4,66	2,50	1,27	218,36

**Примечание:** Н1- ул. Флеровского, 17 (колонка); Н2- пер. Кривой, 1 (колонка); Н3- ул. Райсоветская, 5 (колонка); Н4- ручей; Н5- болото; Н6- ул. Толмачева, 16 (колонка); Н7- ул. Толмачева, 1 (колонка); Н8-отстойник сточных вод.

Такое повышение можно связать с тем, что место отбора проб находятся в зоне влияния отстойника сточных вод металлургического комбината, а также самого комбината и расположенных вблизи автостоянка и дорог. С этим же можно связать повышенное содержание аммония, фосфатов, сульфатов, фторидов, а так же железа и кремния. Превышение содержания компонентов относительно ПДК наблюдается в 62 % проб по общей жесткости; в 32 % проб по нитратам; в 50 % - по фторидам и железу; в 25 % - по перманганатной окисляемости и другим компонентам, представленным в табл. 1.

Для оценки качества природных вод также проведена оценка на физиологическую полноценность вод.

Для такой оценки автором рассчитан коэффициент ( $K_{оп}$ ). Он представляет собой аддитивную сумму отношений реальных концентраций макрокомпонентов к их оптимальным величинам (табл. 2) [3]:

$$K_{оп} = \left( \frac{M}{M_{оп}} + \frac{Ca}{Ca_{оп}} + \frac{Mg}{Mg_{оп}} + \frac{SO_4}{SO_4_{оп}} + \frac{Cl}{Cl_{оп}} + \frac{Ж}{Ж_{оп}} + \frac{F}{F_{оп}} \right) : 7,$$

где М-минерализация, Ж – общая жесткость, Са, Mg, SO<sub>4</sub> Cl, F – анализируемые макрокомпоненты; (М, Ж и т.д.) оп. - оптимальные показатели компонентов.

По величине  $K_{оп}$  физиологическая полноценность вод разделяется на 3 категории:

1. категория - воды не оптимальные:  $0,4 < K_{оп} > 31$ ;
2. категория - воды мало оптимальные:  $0,4-0,8 < K_{оп} > 1,2-30$ ;
3. категория – воды оптимальные:  $0,8 < K_{оп} > 1,2$ .

$K_{оп} 1=29,94$

$K_{оп} 5=7,84$

$K_{оп} 2=5,75$

$K_{оп} 6=4,17$

$K_{оп} 3=8,55$

$K_{оп} 7=4,33$

$K_{оп} 4=5,84$

$K_{оп} 8=3,87$

Таблица 2

*Химические показатели и уровни их оптимальности в питьевых водах*

№ п/п	Элементы	Уровень оптимальности мг/л
1	Минерализация	300-500
2	Жесткость	3,5-6,5
3	Кальций	64-81
4	Магний	21-27
5	Гидрокарбонаты	360-380
6	Сульфаты	8-12,2
7	Хлориды	1,5-3,0
8	Фтор	0,7-1,0
9	Калий + натрий	12,8-17,0

При анализе результатов нами установлено, что малооптимальный состав вод выявлен в 100 % проанализированных проб.

В связи с полученными результатами вполне обосновано принятие решения городскими властями о замене источников природных подземных вод на воды централизованного водоснабжения. Также стоит отметить, что в сравнении с анализом, проводимым в предыдущие годы, качество вод ухудшилось.[1]

## Литература

- 1 СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества». М.: Госкомсанэпиднадзор РФ, 2001
- 2 Каяц В.Е. Оценка качества питьевых вод на предмет их физиологической полноценности для здоровья населения (на примере Республики Алтай) // Мат. науч. конф. «Проблемы поисковой и экологической геохимии Сибири». Томск: Изд-во ТПУ. 2003. – С. 231 – 232.
- 3 Андреева М.П., Домрочева Е.В Современное экологическое состояние подземных вод зоны активного водообмена юга Кузбасса. Материалы конференции им. Усова. 2006. – С. 235-237

**ОЦЕНКА СОВМЕСТИМОСТИ ПЛАСТОВЫХ И ЗАКАЧИВАЕМЫХ ВОД****М.В. Гусихина, Т.В. Семенова**

Научный руководитель доцент И.Н. Безуглая-Анненкова

**ООО Научно-исследовательская фирма «РосНедра», г.Тюмень, Россия**

Разработка нефтяных месторождений в Западной Сибири проектируется в настоящее время с заводнением продуктивных пластов для увеличения нефтеотдачи.

Для поддержания пластового давления необходима закачка воды в продуктивный пласт, в связи с этим встал вопрос о выборе водоносного горизонта и совместимости пластовой воды и закачиваемой.

При заводнении нефтяных месторождений образуется сложная многокомпонентная система: закачиваемая вода – пластовая вода – нефть с растворенным газом – породы пласта. Необходимость изучения состояния равновесия в этой системе вызвана проблемой солеотложения в эксплуатационных скважинах нефтяных месторождений, вызывающего ухудшение коллекторских свойств продуктивных пластов и тем самым снижение их нефтеотдачи.

Опыт разработки нефтяных месторождений показывает, что отложение солей в нефтяных коллекторах и на нефтепромысловом оборудовании имеет место вследствие изменения термодинамических условий пластовых флюидов, находящихся в состоянии насыщения по отношению к карбонатам коллектора, нестабильности закачиваемых вод в пластовых условиях, смешения химически несовместимых вод.

Прогноз возможности выпадения осадка карбоната кальция основывается на учете процессов, способствующих образованию твердого осадка из водных растворов – смешение несовместимых вод, движущихся вместе с нефтью; разложение бикарбоната кальция в результате изменения физико-химических условий; уменьшение растворимости карбоната кальция в воде при снижении парциального давления и при уменьшении минерализации попутно добываемых вод и др.

Возможность образования твердого осадка карбоната кальция и его количество контролируются карбонатным равновесием, которое в значительной степени зависит от содержания в пластовой воде диоксида углерода ( $\text{CO}_2$ ), гидрокарбонат-иона ( $\text{HCO}_3^-$ ) и карбонат-иона ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) [2].

В общем случае, вода для закачки в пласт должна отвечать требованиям ОСТ – 39-255-88 «Вода для заводнения нефтяных пластов. Требования к качеству», действие которого распространяется на воды, используемые для целей поддержания пластового давления. Показатели и нормы качества закачиваемых вод согласно ОСТ 39-225-88 представлены в табл. 1.

Смешиваемые воды считаются совместимыми, если содержание осадка, образовавшегося при их смешении, не превышает значения, установленного по ОСТ 39-255-88, с учетом коллекторских свойств пласта [3].

Если при смешении пластовых и закачиваемых вод содержание образовавшегося осадка превышает указанные нормативы, принимается факт химической несовместимости этих вод.

Для прогноза возможного осаждения карбоната кальция используют различные расчетные методы, позволяющие прогнозировать образование и осаждение солей по количественным критериям. В данном случае были использованы методики Дебая-Гюккеля, а также проведено термодинамическое моделирование физико-химических процессов в смешиваемых водах в рамках положения ОСТ-39-229-89 «Вода для заводнения нефтяных пластов. Определение совместимости закачиваемых и пластовых вод по кальциту и гипсу - расчетным методом» [4].

Таблица 1

**Показатели и нормы качества воды в соответствии с ОСТ 39-225-88  
«Вода для заводнения нефтяных пластов. Требования к качеству»**

Показатель	Норма
Водородный показатель (рН)	В пределах от 4,5 до 8,5.
Фильтрационная характеристика	При снижении коэффициента приемистости нагнетательных скважин с начала закачки воды на 20% следует проводить работы по восстановлению фильтрационной характеристики призабойной зоны и, при необходимости, улучшать качество закачиваемой воды.
Совместимость с пластовой водой и породой	При контакте в пластовых условиях закачиваемой воды с пластовой водой и породой коллектора может быть допущено снижение фильтрационной характеристики на 20%.
Размер частиц механических примесей и эмульгированной нефти	При закачке воды в поровые коллекторы проницаемостью свыше 0,1 мкм <sup>2</sup> должно быть 90% частиц не крупнее 5 мкм <sup>2</sup> ; при закачке воды в поровые коллекторы, проницаемостью до 0,1 мкм <sup>2</sup> - не крупнее 1 мкм <sup>2</sup> .
Содержание растворенного кислорода	Не должно превышать 0,5 мг/л
Набухаемость пластовых глин	По мере организации закачки воды набухаемость глин коллекторов в закачиваемой воде не должна превышать значения их набухаемости в воде на первоначальной стадии освоения месторождения.
Коррозионная активность	При коррозионной активности воды свыше 0.1 мм/год необходимо предусматривать мероприятия по антикоррозионной защите трубопроводов и оборудования.

Рассмотрим совместимость вод на примере Пайтыхского месторождения нефти, находящихся в северной части Тюменского региона (Советский район).

Пайтыхское месторождение нефти находится в 119 км к северу от г. Урая, эксплуатируется ООО «Лукойл-Западная Сибирь» ТПП «Урайнефтегаз».

Промышленно-нефтеносными в пределах месторождения являются залежи пластов Ю<sub>2-4</sub> и Ю<sub>5-6</sub>.

Для поддержания пластового давления в нефтяных залежах на Пайтыхском месторождении планируется использовать пресные подземные воды атлым-новомихайловского (куртамышского) комплекса олигоценного возраста.

Воды продуктивных нефтяных пластов солоноватые с величиной минерализации от 5,82 до 9,21 г/дм<sup>3</sup>, по типу хлоридные натриевые (по Алекину). По величине общей жесткости от мягких до умеренно жестких, величина общей жесткости вод колеблется от 2,77 до 5,29 мг-эquiv/дм<sup>3</sup>. Воды высоконапорные, термальные, пластовая температура составляет в среднем 80 °С.

Характеристика качества закачиваемых подземных вод куртамышского комплекса приведена по отобраным пробам воды при проведении опытно-фильтрационных работ. По химическому составу воды гидрокарбонатно-сульфатные кальциево-магниево-натриевые (по Алекину), пресные с минерализацией 0,09 г/дм<sup>3</sup>, по величине общей жесткости очень мягкие (0,92 мг-эquiv/дм<sup>3</sup>). По водородному показателю - нейтральные (рН=7,05).

Из лимитирующих показателей согласно ОСТ 39-225-88 в воде определялись нефтепродукты; по данным лабораторных исследований в закачиваемых водах их содержание составляет 0.02 мг/дм<sup>3</sup>, содержание механических примесей – 6,0 мг/л, что не превышает нормы ОСТ 39-225-88.

В результате проведенных расчетов было установлено, что пластовые воды перенасыщены относительно карбоната кальция, индекс неравновесности изменяется от –0,06 до –0,39. Пресные подземные воды атлым-новомихайловского (куртамышского) водоносного комплекса недонасыщены относительно карбоната кальция, индекс неравновесности составляет 1,40.

Термодинамическое моделирование было выполнено в следующем варианте: воды продуктивных пластов Ю<sub>2-6</sub> - закачиваемые воды атлым-новомихайловского (куртамышского) комплекса.

Полученные результаты смешения пластовых и закачиваемых вод приведены в таблице 2. Как видно из таблицы выпадение осадка карбоната и сульфата кальция не происходит (табл. 2) [1].

Исследуемые воды могут считаться совместимыми. Однако, в рамках проведения мониторинговых исследований необходима дальнейшая постановка опытов по совместимости закачиваемых и пластовых вод.

Таблица 2

Оценка возможности карбонатного осадкообразования из смесей вод в пластовых условиях  
Пайтыхского нефтяного месторождения

Доля воды в смеси, %		Содержание осадкообразующих компонентов, г/л						Минерализация г/дм <sup>3</sup>	Осадок CaCO <sub>3</sub> г/дм <sup>3</sup>	Осадок CaSO <sub>4</sub> г/дм <sup>3</sup>	Ионная сила	Степень насыщенности
Пластовая	закачиваемая	Ca	Mg	HCO <sub>3</sub>	Na+K	Cl	SO <sub>4</sub>					
100	0	0,044	0,007	3,684	2,734	2,057	0	8,550	0	0	0,122	0,992
80	20	0,037	0,006	2,958	2,189	1,646	0,003	6,864	0	0	0,098	0,724
70	30	0,033	0,006	2,595	1,916	1,440	0,005	6,017	0	0	0,086	0,606
60	40	0,030	0,006	2,232	1,643	1,235	0,006	5,171	0	0	0,074	0,497
50	50	0,027	0,006	1,868	1,370	1,029	0,008	4,325	0	0	0,062	0,396
40	60	0,024	0,005	1,505	1,097	0,824	0,009	3,479	0	0	0,049	0,301
30	70	0,020	0,005	1,142	0,825	0,618	0,011	2,632	0	0	0,037	0,207
20	80	0,016	0,005	0,779	0,552	0,413	0,013	1,786	0	0	0,026	0,113
10	90	0,013	0,005	0,416	0,279	0,207	0,014	0,939	0	0	0,014	1,459
0	100	0,010	0,005	0,053	0,007	0,002	0,016	0,090	0	0	0,002	1,183

## Литература

1. Безуглая-Анненкова И.Н., Семенова Т.В. «Подсчет эксплуатационных запасов подземных вод атлым-новомихайловского (куртамышского) водоносного комплекса для целей ППД на площади Пайтыхского месторождения нефти», 2007.
2. Кащавцев В.Е., Гаттенберг Ю.П., Люшин С.Ф. Предупреждение солеобразования при добыче нефти. - М.: Недра, 1985. – 215с.
3. ОСТ-39-225-88 «Вода для заводнения нефтяных пластов. Требования к качеству».
4. ОСТ-39-229-89 «Вода для заводнения нефтяных пластов. Определение совместимости закачиваемых и пластовых вод по кальциту и гипсу расчетным методом».

### ХИМИЧЕСКИЙ И МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЙ СОСТАВ ВОДЫ ПОВЕРХНОСТНОГО И ПОДЗЕМНОГО ВОДОЗАБОРОВ БАЗЫ ОТДЫХА «БАГУЛЬНИК» Г. АБАЗЫ (РЕСПУБЛИКА ХАКАСИЯ)

С.С. Данченко

Научный руководитель доцент Н.Г. Наливайко

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

Для питьевого водоснабжения на базе отдыха «Багульник» используются подземные воды локального водозабора, расположенного на ее территории (скважина № 311), который эксплуатируется водоносный горизонт палеозойских отложений, а также из реки Абакан, которая поступает в распределительную сеть после водоподготовки. Цель данной работы состояла в изучении и сравнении химического и микробиологического состава воды этих источников и оценки ее качества. Летом 2009 г. во время производственной практики были отобраны пробы воды из реки Абакан в районе поверхностного водозабора, речная вода из-под крана, прошедшая соответствующую водоподготовку, и из эксплуатационной скважины № 311 локального водозабора. В пробах воды были определены макрокомпоненты и органическое вещество (показатель перманганатной окисляемости). На основе полученных результатов была определена формула солевого состава. Микробиологический анализ состоял в выявлении и количественном учете ряда физиологических групп бактерий: мезофильных и психрофильных сапрофитов, гетеротрофных железобактерий и нефтеокисляющих бактерий. Микроорганизмы указанных физиологических групп участвуют в процессах самоочищения природных вод, а также могут служить индикаторами на наличие в воде загрязняющих органических и минеральных веществ [1, 2].

Результаты изучения химического состава показали, что вода локального водозабора является слабощелочной, ультрапресной, мягкой. В небольшом количестве присутствуют хлориды, нитриты и нитраты. Вода из р. Абакан в районе поверхностного водозабора является слабокислой, ультрапресной, очень мягкой. Содержание хлора незначительное, но почти в два раза выше, чем в подземной воде локального водозабора. В ней также выше концентрация азотистых соединений и особенно органического вещества: величина перманганатной окисляемости составляет в подземной воде 5 мгО<sub>2</sub>/л, а в речной воде - 15 мгО<sub>2</sub>/л. После водоподготовки речная вода по величине pH становится почти нейтральной; в ней практически в два раза уменьшается сумма солей, в 2,5 раза снижается величина жесткости и почти в три раза – количество органического вещества (табл. 1).

Таблица 1

Компоненты химического состава подземной и речной воды, мг/л

Компоненты	Предельное содержание по ГОСТ 2874-82 "Вода питьевая"	№№ проб или их название		
		Скважина №311	р. Абакан	из-под крана (г. Абаза)
pH, ед.шкалы	6-9	7,8	6	6,6
Cl <sup>-</sup>	350	26,625	43,75	14
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	500	0	0	4
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	45	26	22	6,45
ОЖ, мг-экв/л	7	1,55	0,5	0,2
Ca <sup>2+</sup>	-	23	6	9
Mg <sup>2+</sup>	-	0,48	2,44	0,61
Fe	0,3	0	0	0,3
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	2	0	0,1	0
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	3	0,02	0,01	0,1
M	1000	135,6	115,2	72,7
Перманганатная окисляемость, мг О/л	5 - 7	5,7	14,4	5,5

Таким образом, вода из р.Абакан до водоподготовки не удовлетворяет нормативным требованиям ни для рыборазведения, ни для хозяйственно-питьевого назначения по количеству органического вещества. Подземная вода из скважины № 311 и речная вода после водоподготовки соответствует требованиям по ГОСТ 2874-82 «Вода питьевая».

Микробиологический анализ показал, что как в поверхностной, так и в подземной воде преобладает автохтонная микрофлора, представленная олиготрофами и психрофильными сапрофитами. Мезофильные сапрофиты, которые являются показателями фекального загрязнения, в речной и подземной воде отсутствовали. Это означает, что подземная вода безопасна в санитарном отношении. Психрофильные сапрофиты – индикаторы интенсивности процессов самоочищения и наличия загрязнения органическим веществом – обнаружены в подземной воде в количестве почти в два раза больше, чем в речной. Нефтеокисляющие микроорганизмы были обнаружены только в речной воде в очень небольшом количестве. Железобактерии во всех пробах отсутствовали (табл. 2). Речная вода после водоподготовки совсем не содержала микробов.

Таблица 2

Микробиологический состав проб воды

Физиологические группы бактерий, кл/мл	Вода р. Абакан	Вода из-под крана	Вода из скважины
Мезофильные сапрофиты, кл/мл	0	0	0
Психрофильные сапрофиты, кл/мл	6050	0	11350
Гетеротрофные железобактерии, кл/мл	0	0	0
Нефтеокисляющие, кл/мл	260	0	0

Таким образом, в санитарно-гигиеническом отношении подземная и поверхностная вода безопасна. Но по количеству психрофильных сапрофитов вода реки является слабозагрязненной, а подземная вода из скважины – загрязненной [2]. Высокое содержание психрофильных сапрофитов в изученных пробах воды обусловлено повышенным содержанием в них лабильного органического вещества. Для использования подземной и речной воды в питьевых целях необходима водоподготовка, которая, как показали анализы, улучшает как химический, так и микробиологический состав воды.

## Литература

1. Гавришова Н.А. О комплексе микробиологических показателей при характеристике качества воды. // Самоочищение и биоиндикация загрязненных вод. М.: Наука, 1980. – С. 74 – 80.
2. Романенко В. И., Кузнецов С. И. Экология микроорганизмов пресных водоемов (практическое руководство). – Л.: Наука, 1974. – 193 с.

**ЗИМНИЙ МИНИМАЛЬНЫЙ СТОК РЕК БАССЕЙНА АБАКАНА****Д.В. Дроздова**Научный руководитель преподаватель А.И. Петров  
Томский государственный университет г. Томск Россия

Река Абакан является основной водной артерией республики Хакасия. Бассейн ее площадью 32000 км<sup>2</sup> охватывает порядка 52 % территории республики с общей численностью населения около 300 тыс. человек. Определение характеристик минимального стока рек составляет наиболее ответственную часть всего гидрологического расчета при разработке проектов питьевого, хозяйственно-бытового и промышленного водоснабжения, а также в горнодобывающей промышленности, при проектировании ГЭС, ТЭЦ и АЭС. Вопросы охраны вод от загрязнения и истощения не могут решаться без данных о минимальных расходах воды. Поэтому одной из основных целей современных научных исследований является уточнение данных о минимальном стоке и его основных характеристиках, а также разработка и совершенствование имеющихся методов расчета зимнего низкого стока слабоизученных рек.

В ходе работы были рассмотрены физико-географические и гидрологические особенности исследуемой территории как главные факторы формирования минимального стока. Расчет и анализ характеристик зимнего минимального стока производился на основе среднемесячных и суточных значений расходов воды по 15 гидрологическим постам с момента их открытия по 1996 г. включительно.

Статистическая проверка надежности исходных данных позволила установить репрезентативные и в большинстве своем однородные периоды наблюдений. Кроме того, в результате предварительного анализа статистических рядов было подтверждено, что более надежными по сравнению с суточными минимумами являются среднемесячные значения низкого стока, по ним и были произведены последующие расчеты. В среднем для бассейна величина переходного коэффициента от среднемесячных минимальных значений расходов воды к суточным минимумам составила 0,83. Величина коэффициента  $K$  зависит от степени естественной зарегулированности стока и интенсивности истощения запасов грунтовых вод. Однако следует отметить, что значения  $K$  часто не одинаковы и в большой степени зависят от размеров водосбора, которые и определяют в основном его регулируемую роль. Поэтому с особой осторожностью следует принимать величину  $K$  для малых рек, сток которых менее зарегулирован. Особенно это характерно для условий недостаточного увлажнения, где значения суточных минимумов могут быть равными нулю.

Выделенные расчетные ряды позволили уточнить данные последних (за период по 1969 г.) обобщений гидрологических наблюдений за меженным стоком, опубликованных в «Ресурсах поверхностных вод», с учетом современной информации. Уточнение осуществлялось с помощью переходных коэффициентов. Сравнение основных характеристик минимального стока за периоды обобщения позволило проанализировать временную изменчивость зимних минимумов и выявить общую тенденцию увеличения зимнего стока, наблюдаемую в последние десятилетия. В среднем для бассейна минимальные среднемесячные увеличились на 23,6 %, а для суточных – на 32,8 %, причем наибольшие изменения величины стока претерпевают в степных районах и на водосборах малых рек. Одной из возможных причин этого процесса является глобальное изменение климата, особенно заметное в условиях недостаточности увлажнения.

Количественная и качественная оценка зимнего стока рек бассейна Абакана производилась по основным характеристикам: среднемноголетний расход или норма минимального стока ( $\bar{Q}_{\min}$ ), модуль стока ( $M_{\min}$ ), среднее квадратическое отклонение однолетних средних минимальных расходов воды от среднемноголетнего или стандарт ( $\sigma$ ), коэффициент вариации ( $C_v$ ) и минимальный расход воды заданной обеспеченности ( $Q_{80\%}$ ). В результате расчетов был определен диапазон колебаний модуля минимального стока в пределах от 0,06 до 2,62 л/с·км<sup>2</sup>. Причем, значения более 2 л/с·км<sup>2</sup> характерны для горных территорий со средней высотой водосбора более 1000 м в верхнем течение Абакана. К тому же эта часть бассейна характеризуется наименьшими значениями коэффициента вариации, не превышающими 0,32, при максимальном по всему бассейну 0,59.

По результатам статистического анализа был сделан вывод о зависимости характеристик минимального зимнего стока исследуемой территории, прежде всего, от высоты водосбора рек. Данная зависимость использовалась при выделении районов по связи модуля стока от средней высоты водосбора. В итоге с учетом физико-географических факторов формирования стока удалось выделить три однородных района.

I район занимает юго-западную высокогорную часть территории, представленную бассейнами рек верхнего Абакана (р.р. Б. Он, Она, и сам Абакан выше г. Абаза).

II район представлен реками среднегорья (Джебаш, Матур, Таштып).

III район включает полугорные реки наиболее засушливых подветренных склонов Абаканского хребта (Аскиз, База, Тея,) и реки лесостепной, степной зон (Табат и Бея). Также к этому району может быть отнесена река Малые Арбаты. Река Уйбат была исключена из рассмотрения.

Оценка минимального стока производилась статистическими методами. В результате были рассчитаны параметры распределения и построены кривые обеспеченности для среднемесячного зимнего минимального стока. Для перехода от среднемесячных минимальных значений расходов воды к суточным минимумам был построен график связи. Таким образом, в среднем для бассейна величина переходного коэффициента составила 0,83.

Наличие современных достаточно надежных данных по зимним минимальным расходам воды позволило произвести сравнение среднемесячных и суточных минимумов стока, опубликованных в «Ресурсы поверхностных вод» за 1973 г. и рассчитанных с учетом современной информации. В результате были определены пере-

ходные коэффициенты, которые могут быть использованы для уточнения опубликованных данных.

Таблица

**Основные характеристики минимального среднемесячного зимнего стока рек бассейна Абакана**

номер рай-она	Река – створ	$F$ , км <sup>2</sup>	$H_{cp}$ , м	$M_{min}$ , л/с*км <sup>2</sup>	$\bar{Q}_{min}$ , м <sup>3</sup> /с	$Q_{80\%}$ , м <sup>3</sup> /с	$\sigma$ , м <sup>3</sup> /с	$C_v$
I	р. Абакан – г.Абаза	14400	1459	2,30	33,2	27,54	7,80	0,24
	р. Б.Он – п. Б.Он	1040	1658	2,20	2,29	1,71	0,68	0,30
	р. Она – п. Малый Анзас	4410	1592	2,11	9,31	7,73	1,50	0,16
II	р.Джебаш – д.Джебаш	2350	1011	2,62	6,15	4,58	1,97	0,32
	р.Матур – п. Матур	383	829	2,30	0,88	0,58	0,36	0,41
	р.Таштып – с.Таштып	1940	802	1,89	3,67	2,74	1,05	0,29
III	р.Тея – с.Сакеев	834	833	0,74	0,62	0,40	0,23	0,38
	р.Аскиз – с. Казановка	860	889	1,47	1,26	0,94	0,42	0,33
	р.База – с.Верхняя База	270	925	0,96	0,26	0,13	0,15	0,59
	р.Уйбат – с.Усть-Бюрь	1080	876	0,27	0,29	0,12	0,21	0,69
	р.Табат – с.Табат	271	902	1,13	0,31	0,20	0,13	0,42
	р.Бея – с.Бея	284	729	0,50	0,14	0,08	0,07	0,48
	р.Малый Арбат – с.Малые Арбаты	137	736	0,06	0,008	0,004	2,01	0,59

Для определения зимнего минимального стока слабоизученных и неизученных рек проведено районирование модуля зимнего минимального стока в зависимости от средней высоты водосбора. Таким образом, в пределах бассейна было выделено 3 района.

Также для определения минимального зимнего стока слабоизученных и неизученных рек были построены зависимости нормы минимального зимнего стока от площади водосбора. При рассмотрении зависимости удалось выделить 2 района, для которых были определены расчетные уравнения регрессии.

Для определения коэффициента изменчивости неизученных рек была исследована зависимость стандарта от нормы стока  $\sigma=f(Q)$ . Данная зависимость получилась единая для всего бассейна реки Абакан. Определив норму стока и стандарт по полученным зависимостям, можно определить основные параметры кривой обеспеченности для слабоизученных и неизученных рек бассейна.

Для непосредственного определения минимального зимнего расхода воды 80% обеспеченности была построена отдельная зависимость.

## РАДИЙ И УРАН В ПОДЗЕМНЫХ ВОДАХ ПАЛЕОЗОЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ПЕРМСКОГО КРАЯ

Г.В. Зверев

Научный руководитель доцент И.М.Тюрина

Пермский государственный университет, г. Пермь, Россия

Добыча нефти и газа на территории Пермского края создает необходимость учета гидрохимических показателей нефтегазоносности, в том числе изучения радиоактивных элементов.

Радиоактивность подземных вод обусловлена присутствием в водоносных породах в основном урана и радия. К радиоактивным относятся воды с содержанием урана более  $3 \cdot 10^{-5}$  и радия более  $1 \cdot 10^{-14}$  г/дм<sup>3</sup>. Условиями, благоприятными для формирования радиоактивных подземных вод, является наличие урановых руд, кислых магматических пород, глинистых отложений, а также повышенная эманулирующая способность пород, содержащих радиоактивные элементы, обычно связанная с интенсивной трещиноватостью пород и продолжительностью накопления радиоактивных элементов.

Особая роль в формировании радиоактивных вод принадлежит гидрогеологическим условиям [2]. Радиоактивные воды встречаются среди весьма различных групп природных вод, их типы характеризуются весьма разнообразными условиями питания, циркуляции, выхода на поверхность и образуют месторождения различной величины и формы.

Обогащение вод теми или иными радиоактивными элементами происходит только в определенных климатических зонах, определенных гидрогеологических структурах, при определенных гидродинамических условиях циркуляции подземных вод. Характер водообмена, интенсивность циркуляции подземных вод, длительность соприкосновения вод с породами — все это определяет условия перехода радиоактивных элементов из пород в воды.

Обогащение подземных вод радием определяется в основном двумя факторами: во-первых, количественным содержанием и характером распределения в породах радия, а во-вторых, химическим составом и условиями циркуляции подземных вод [3].



Распределение радия в горных породах может быть тройким; он может присутствовать: 1) в более или менее равномерно рассеянном состоянии в толще горных пород; 2) в адсорбированном состоянии в виде местных концентраций на стенках водопроницаемых трещин и в осадках источников (травертинах, охрах, глинах и т. п.), а также в изоморфной смеси с другими элементами (радиобариты); 3) в рудных залежах.

Поскольку переход радия из пород в воду может происходить как в результате растворения, так и в результате выщелачивания горных пород, решающее значение для обогащения вод радием имеет их химический состав [2]. Очевидно, что наиболее благоприятными для растворения радиоактивных руд являются кислые воды. Поэтому в рудничных водах, проходящих обычно в процессе своего формирования стадию кислых сульфатных растворов, содержание радия может достигать значительных величин ( $n \cdot 10^{-11}$  -  $n \cdot 10^{-9}$  г/дм<sup>3</sup>) [3].

Выщелачивание радия при благоприятном составе вод может происходить как в нейтральных, так и в щелочных водах. При этом главную роль в процессах выщелачивания радия имеет катионный состав (наличие в водах значительных количеств кальция и бария).

В минерализованных водах осадочных пород с нормальным содержанием радиоактивных элементов радий концентрируется только в водах хлоридно-натриево-кальциевого состава ( $n \cdot 10^{-11}$  -  $n \cdot 10^{-9}$  г/дм<sup>3</sup>); в водах чисто хлоридных-натриевых, сульфатных и гидрокарбонатных он встречается в концентрациях не более  $n \cdot 10^{-13}$  -  $n \cdot 10^{-12}$  г/дм<sup>3</sup> вследствие того, что присутствие в растворе ионов  $SO_4^{2-}$  и  $HCO_3^-$  уменьшает выщелачиваемость радия (усиление адсорбции в щелочной среде).

Исследования в области распределения радиоактивных элементов в водах нефтяных месторождений, проведенные в различных нефтегазоносных бассейнах страны, установили, что перспективными, еще слабо изученными, косвенными гидрохимическими показателями нефтегазоносности локальных структур могут быть данные о радио- и уранонасыщенности. В Пермском крае радиоактивность вод палеозойских отложений в зоне нефтяных месторождений недостаточно изучена, хотя первые сведения о содержании в воде радия относятся еще к 30-м годам XX века.

Радиоактивность подземных вод по ряду признаков является прямым показателем нефтегазоносности, например по радю, непосредственно связанному с нефтями и газовыми залежами. Радий в восстановительной обстановке менее устойчив по сравнению с ураном. Соединения радия легко выщелачиваются из пород в присутствии органических веществ. Содержание радия с глубиной увеличивается и в значительной степени контролируется наличием залежей нефти [5].

Воды нефтяных месторождений обычно характеризуются повышенным содержанием радия. Наиболее четко влияние нефтяной залежи на накопление радиоактивных элементов в пластовых водах проявляется в зоне активного водообмена [4]. Здесь в водах накапливается радий и уменьшается содержание урана. Чем дальше от ВНК, тем меньше концентрация радия, и наоборот, с приближением к ВНК, концентрация увеличивается, что, по видимому, обусловлено поступлением в воду дополнительных количеств радия из нефти за счет радиоактивного распада урана, находящегося в составе металлоорганического комплекса нефти.

Установлено возрастание содержания радия в приконтурных водах ряда нефтяных месторождений Пермского края. На Павловском месторождении отмечается отчетливая закономерность возрастания концентрации радия с приближением к нефтяной залежи (рис.).

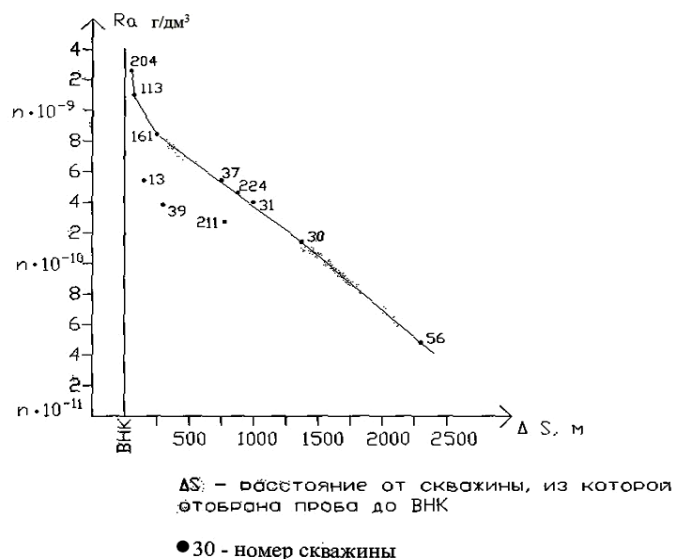


Рис. Зависимость содержания радия в водах палеозойских отложений Павловского месторождения от близости ВНК

Это прослеживается как по абсолютным значениям радия ( $\text{г/дм}^3$ ), так и по относительным значениям радионасыщенности. Высокое содержание этого элемента в водах свидетельствует о существовании в рассмотренных гидрогеологических комплексах геохимической обстановки благоприятной для выщелачивания и накопления в водах радия. Так же возрастание концентрации радия проявляется при использовании относительных значений радионасыщенности вод, характеризующих накопление радия на единицу минерализации.

При сопоставлении величины относительной радионасыщенности вод палеозойских отложений на Павловском месторождении с расстоянием от места отбора пробы до ВНК четко прослеживается закономерность возрастания содержания в воде радия с приближением к водонефтяному контакту.

Установлено, что в окислительной обстановке вода, насыщенная углекислотой и бикарбонатами натрия, кальция, магния, содержащая органические кислоты, интенсивно растворяет уран [1]. В восстановительных условиях уран слабо мигрирует, и, вследствие этого, содержание урана в подземных водах с глубиной уменьшается, что затрудняет его использование в качестве нефтепоискового признака.

Связь состава подземных вод с нефтями и содержащимися в них радиоактивными компонентами подтверждается повышением концентрации растворенных в воде радиоактивных элементов в направлении к нефтегазодляному контакту. Отсюда следует, что региональные закономерности изменения концентрации радиоактивных элементов в подземных водах Пермского края следует рассматривать в качестве поисковых показателей на нефтегазовые месторождения.

#### Литература

1. Германов А.И. Уран в природных водах // Основные черты геохимии урана. М., Изд-во АН СССР, 1963, с. 290-336.
2. Смыслов А.А., Харламов М.Г. Естественные радионуклиды в земной коре и проблемы радиозекологии // Советская геология. 1992. №4. С. 72.
3. Токарев А.Н., Щербачев А.В. Радиогидрогеология М.: Госгеолтехиздат 1956, 263 с.
4. Филатов К.В. Основные закономерности формирования химического состава подземных вод и поисковые признаки нефтегазоносности. М. Недра, 1976, 304 с.
5. Филонов В.А. К вопросу об использовании радиоактивности подземных вод в качестве косвенного гидрохимического показателя нефтеносности // Нефтяная геология и геофизика. 1969, № 3, с. 32-35.

### ЭКОЛОГО-ПРАВОВЫЕ АСПЕКТЫ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ НА РЕКЕ СЕЛЕНГА

**Н.Е. Зибарева**

Научный руководитель доцент В.В. Янковский

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

Одним из важнейших прав человека, закрепленных в статье 42 Конституции Российской Федерации, является его право на благоприятную окружающую среду. Однако расширение сферы хозяйственной деятельности, активизация промышленности оказывают негативное воздействие на целостность сложных естественных экологических систем, влекут за собой ухудшение экологической обстановки и истощение природных ресурсов [2].

Россия – страна величайших речных систем. Из 34 крупнейших рек мира 6 полностью протекают по территории России (Лена, Енисей, Обь, Волга, Оленек, Колыма), а Амур и Урал – на значительном протяжении своего течения [6]. Кроме крупных рек по территории России протекает около 2,5 миллиона малых рек, из которых для нужд населения и хозяйственного комплекса используется 127 тысяч. Объем речного стока, формирующегося на территории России, составляет  $4043 \text{ км}^3/\text{год}$ , или  $237 \text{ тыс. м}^3/\text{год}$  на один квадратный километр территории и  $27,82 \text{ тыс. м}^3/\text{год}$  на одного жителя. Дополнительный сток из сопредельных государств равен  $227 \text{ км}^3/\text{год}$ .

Густота речной сети на территории России зависит от многих природных условий, таких как рельеф, климат и растительность. Рельеф влияет на характер течения рек. Большинство крупных рек страны имеют равнинный характер, долины их широки, уклон рек мал, течение медленное. Реки, протекающие в горах, имеют узкие долины и бурное течение, большой уклон.

Государство заинтересованно в рациональном использовании и охране поверхностных вод, как одного из источников питьевого водоснабжения. Поэтому существует водное законодательство, разработаны и приняты такие документы и законы как Водный кодекс Российской Федерации, Федеральные Законы «Об охране окружающей среды», «Об охране озера Байкал» и ряд других нормативных документов, обеспечивающих рациональное использование водных ресурсов.

Река Селенга, самый крупный приток Байкала, берет начало в Монголии. Исток Селенги – место слияния двух рек Идэр-Гол и Дэлгэр-Мурэн. Некогда Селенга была очень многоводной и занимала огромную площадь. Ныне ее древнее русло превратилось в широкую, живописную долину, с которой связана история многих народов. В глубокой древности она была главной дорогой, по которой люди пришли с юга к Байкалу, упоминание о ней встречается в китайских хрониках, трудах ученых мусульман и других источниках [7].

Существует несколько гипотез о далеком прошлом Селенги. Согласно одной из них, в древние времена – еще до образования Байкальской впадины – Селенга и Ангара были одной рекой. Другая гипотеза предполагает, что Селенга когда-то была притоком Лены.

В вопросе о происхождении названия Селенги единая точка зрения отсутствует. Есть версия, что слово «селенга» произошло от эвенкийского «сэлэ» – «железо», есть и другая версия – от бурятского «сэл» – «разлив», «озеро». Против второй версии говорит то, что название «Селенга» использовалось в те далекие времена, когда буряты как народность еще не сложились, а против первой то, что никакого отношения к железу Селенга не имеет [9].

Водосборная площадь бассейна Селенги имеет хорошо развитую гидрографическую сеть.

В среднем за год Селенга приносит в озеро Байкал около 30 км<sup>3</sup> воды, что составляет около половины всего притока в озеро. В течение года сток в Селенге распределен неравномерно. Наиболее многоводна река в июне и июле, наименее – в январе, феврале и марте. Для Селенги характерны паводки, летние – после сильных дождей, и бурный весенний паводок, когда уровень реки повышается со скоростью до 20 см/час [9]. Средний расход воды вблизи границы Монголии и России 310 м<sup>3</sup>/сек, в 127 км от устья - 935 м<sup>3</sup>/сек.

Территория рассматриваемого бассейна составляет 26776 км<sup>2</sup>, здесь проживает около 439 100 человек в 129 населенных пунктах. На Селенге расположены – города Сухэ-Батор (Монголия), Улан-Удэ и посёлок городского типа Селенгинск [4].

Русло реки Селенги расчленено островами, косами, протоками, ширина его достигает 1,0 км. Дно реки сложено песчано-галечными и песчаными отложениями, берега частично обрывистые высотой 1,5 – 2,0 м. Глубина реки в основном русле колеблется в широких пределах от 1,5 до 11 метров.

Селенга несет в Байкал огромное количество твердой взвеси – песка и т.п., в среднем 3,6 миллиона тонн в год, при этом во время паводков количество приносимого песка может достигать 7 миллионов тонн за один месяц.

Площадь современной дельты около 540 кв. км, до постройки Иркутской ГЭС, площадь дельты была в два раза больше. Возраст дельты Селенги – около 500 тысяч лет. В районе дельты реки Селенга наиболее явно проявляются изменения уровня озера, в связи с природными и антропогенными процессами, связанными с деятельностью Иркутской ГЭС.

Дельте Селенги приходится играть роль природного фильтра, выполняя первичную очистку промышленных стоков, поступающих по Селенге в Байкал. И хотя внешне дельта, особенно вблизи Байкала, выглядит очень живописно, купаться в Селенге, а тем более использовать селенгинскую воду для питья и приготовления пищи, следует с большой осторожностью [9].

Более широкомасштабная проблема при использовании водных ресурсов возникает в связи с причинами антропогенного характера. Влияние промышленного и сельскохозяйственного производства на окружающую среду, в первую очередь на гидросферу, привело к загрязнению. В водную среду загрязняющие, вредные для здоровья человека, вещества попадают различными путями.

В данный период около 249 предприятий пользуются водными ресурсами Селенгинского бассейна, из них 143 являются промышленными и другими объектами несельскохозяйственной отрасли, жилищно-коммунальное хозяйство составляет 44 водопользователя и сельское хозяйство – 62. Селенгинский бассейн несет основную промышленную нагрузку, т.к. в его пределах размещены крупные промышленные объекты: Гусиноозерская ГРЭС, Улан-Удэнские ТЭЦ-1 и ТЭЦ-2, Холбольдзский угольный разрез, промобъекты города Улан-Удэ, Селенгинский ЦКК и др., загрязняющие воды экологически высокоопасными компонентами – нефтепродуктами, фенолами, тяжелыми металлами [1].

Поступающие загрязнения на поверхность земли с атмосферными осадками и от антропогенных источников постепенно проникают в подземные горизонты. Далее загрязнения могут разгружаться сначала в р Селенга, а затем попадают в Байкал.

Все это позволяет обратить особое внимание на изучение экосистемы дельты реки Селенга, как естественного биофильтра и индикатора современного экологического состояния озера. Дельту реки Селенга нужно рассматривать как ключевой фактор устойчивости экосистемы озера Байкал.

Среднегодовой забор воды из реки составляет 609,26 млн м<sup>3</sup>, из которых подвергается сбросу 499,66 млн м<sup>3</sup>. Основными водопотребителями являются и другие несельскохозяйственные отрасли, у них среднегодовое потребление составляет 473,25 млн м<sup>3</sup>, что соответствует 77,7 % от общего водозабора. На жилищно-коммунальное хозяйство приходится 10,7 % и на долю сельскохозяйственного водоотведения 56,21 млн м<sup>3</sup>, что составляет 9,2 % от общего водозабора [3].

Озеро Байкал представляет собой чрезвычайную ценность для всего человечества. Стратегически важно его сохранение, обеспечивающее благоприятные условия жизнедеятельности современным и будущим поколениям.

Когда мы говорим об охране водных ресурсов, то обычно речь идет о сохранении качества воды, ее чистоты, об охране вод от загрязнения. Однако в тех районах, где потребление воды велико, где близки к исчерпанию возможности водозабора, охрана вод подразумевает и ограничение количества изымаемой воды. Здесь особенно нужно введение системы оборотного водопотребления. Ее использование создает замкнутый круг водоснабжения, что обеспечивает многократное использование одного и того же объема воды и прекращение сброса в водоемы загрязненных вод [6].

Так как вместе с водой Селенга приносит в Байкал 60 % общего объема поступающих в озеро загрязнений, необходимо следить за состоянием реки, не допускать сбросы бытовых и промышленных стоков в реку с превышающей предельно допустимой концентрацией веществ [2].

Важность рационального использования и охраны реки Селенга подтверждается тем, что существует Федеральный Закон «Об охране озера Байкал», который определяет правовые основы охраны озера, являющего-



манганатная окисляемость (ПО) 0,06 – 3,16 мг O<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>; ХПК в интервале от 0,84 до 12,50 мг O<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>, концентрация кремния в поверхностном слое от 2,11 до 2,13 мг/дм<sup>3</sup>; минеральные формы азота: от 0,18 до 0,28 мгN/дм<sup>3</sup>; общий фосфор от <0,005 до 0,013 мгP/дм<sup>3</sup>.

Притоки Телецкого озера по протяженности и ширине русла разнообразны. Вода этих рек очень мягкая, прозрачная, с низким содержанием органических веществ, окисляемость воды не превышает 3-5 мг O<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>. Минимальная минерализация наблюдается в апреле-мае, а на реках ледникового и высокогорного снегового питания – в июне и июле.

По данным наблюдений вода притоков имеет слабощелочную реакцию среды: 7,2-8,6. Величины окислительно-восстановительного потенциала имеют высокие значения (от +175 до +506 mV) и хорошо согласуются с концентрациями растворенного кислорода, содержание которого достаточно высоко (7,7-13,5 мг/дм<sup>3</sup>). Минерализация колеблется в широком интервале от 12 мг/дм<sup>3</sup> до 150 мг/дм<sup>3</sup>.

Река Бия – правая составляющая Оби – единственная река, которая вытекает из Телецкого озера. Расход Бии в устье равен 482 м<sup>3</sup>/с. Площадь бассейна р. Бии 37 тыс. км<sup>2</sup>, общая длина – 301 км. Река Бия является одной из главных водных артерий Алтайской горной страны. На ней внутригодовые колебания минерализации выражены слабо.

В табл. 1 представлены данные по концентрации фенола в воде акватории и притоков за август и за октябрь.

Таблица 1

Содержание летучих фенолов в воде Телецкого озера и связанных с ним рек (P=0,95)

Станция	Дата	Глубина, м	ПДК, мг/дм <sup>3</sup>	Фенолы, мг/дм <sup>3</sup>	Превышение
Пелагиаль					
Артыбаш	20.08.2006	0	0,001	0,003	3 ПДК
Мыс Караташ	08.08.2006	0	0,001	0,0015	1,5 ПДК
Пос. Яйлю	15.08.2006	0	0,001	0,006	6 ПДК
Кокши	15.08.2006	0	0,001	0,0004	0,4 ПДК
Чулышман	12.08.2006	0	0,001	0,003	3 ПДК
Реки					
Исток р. Бии,	20.08.2006	0	0,001	0,00065	0,65 ПДК
Река Тевенек	08.10.2006	0	0,001	0,0096	9,6 ПДК
Река Ойер	08.10.2006	0	0,001	0,00425	4,25 ПДК
Река Самыш	07.10.2006	0	0,001	0,00095	0,95 ПДК
Река Колдор	07.10.2006	0	0,001	0,0006	0,6 ПДК

Максимальная концентрация фенолов наблюдается на реке Тевенек – 0,0096 мг/л. Минимальная – в пункте отбора ст. Кокши – 0,0004 мг/л. Превышение ПДК выявлено на следующих точках: станция Артыбаш – 3 ПДК, мыс Караташ – 1,5 ПДК, поселок Яйлю – 6 ПДК, точка отбора Чулышман – 3 ПДК, река Тевенек – 9,6 ПДК, река Ойер – 4,25 ПДК. Превышение концентрации фенола по отношению к величине ПДК<sub>рх</sub> составляет от 1,5 до 9,6. В случае, когда концентрации фенола составляет 1,5 - 3ПДК можно говорить о природном загрязнении фенолами акватории озера за счет гидробиологических процессов (Артыбаш, мыс Караташ, Чулышман) [3]. В случаях, когда превышение составляет более 3 ПДК, можно с уверенностью говорить об антропогенном загрязнении. К таким пунктам наблюдения относятся :Яйлю, река Тевенек, река Ойер.

Изучение временной динамики распределения фенолов в пределах акватории озера показало, что наиболее высокая концентрация этого компонента характерна для весенних месяцев (табл. 2).

Высокие концентрации установлены в мае 1999 г. (по всем станциям наблюдения – 4,0-8,0 мкг/дм<sup>3</sup>) и 2003 г. (Артыбаш и Яйлю – 6-12 мкг/дм<sup>3</sup>). Минимальные концентрации выявлены в сентябре и октябре за все годы. Станция Артыбаш – повышенные концентрации в мае 1999 г. и 2003 г., апреле 2000 г. и 2002 г. и марте 1999-2002 гг. Станция Яйлю – повышенные концентрации летучих фенолов: май 1999 г. и 2002 г., июнь 2000 г. и 2003 г., ноябрь 2002-2003 гг. В Кыгинском заливе повышенные концентрации фенолов установлены в мае, августе 1999 г. и апреле 2003 г. На каждой точке наблюдения за все годы превышения наблюдаются весной в мае месяце.

Таблица 2

Содержание летучих фенолов в поверхностном слое Телецкого озера (данные Росгидромета), мг/дм<sup>3</sup>

месяц	Артыбаш					Яйлю					Кыгинский залив		
	годы					годы					годы		
	1999	2000	2001	2002	2003	1999	2000	2001	2002	2003	1999	2000	2003
III	0,003	0,002	0,002	0,002	0,001	0,001	0	0,001	0,001	0,003	-	0	-
IV	-	0,003	-	0,004	-	-	-	-	-	-	0,001	0,003	0,007
V	0,004	0,001	-	0,001	0,012	0,005	0,001	0	0,001	0,006	0,004-0,008	0	0
VI	0	-	-	-	0,002	0,001	0,003	-	-	0,003	-	-	-
VII	-	-	-	-	-	-	0,002	-	-	-	-	-	-
VIII	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,005	-	-
IX	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0-0,003	-	-
XI	0	0	-	0,003	0	-	-	-	0,003	0,003	-	0	0,002

В последние годы происходит увеличение рекреационной нагрузки на Телецкое озеро и его притоки, в связи с ростом количества теплоходов и маломерного водного транспорта, загрязняющих озеро. Кроме того, эти вещества попадают в воду озера и его притоков со стоками от автомобильного транспорта и в виде атмосферных осадков. Также наблюдается усиление процессов гниения древесины, что также является источником увеличения концентрации летучих фенолов в воде.

## Литература

1. Алекин, О.А. Основы гидрохимии – Л.: Гидрометеиздат, 1953. – 232 с.
2. Гидрохимическая характеристика Телецкого озера / Ю. К. Васильева; Е. И. Иванова [и др.]. – Иркутск, 1989. – 55 с.
3. Лепнева, С. Г. Термика, прозрачность, цвет и химический состав воды Телецкого озера / С. Г. Лалнева // Исследование озер СССР. – П.: Гидрометеиздат, 1937. – Вып. 9. – С. 3–105.
4. Гидрохимический словарь / Под ред. А.М. Никанорова. – Л.: Гидрометеиздат, 1988. – 239 с.
5. Селегей, В.В.; Селегей, Т.С. Телецкое озеро. – Л.: Гидрометеиздат, 1978. – 187с.
6. Ежегодные данные о качестве вод суши 1999...-2005 гг Государственный водный кадастр. – Новосибирск; Зап.-Сиб. тер. управление по гидрометеорологии и мониторингу окруж. среды, 2000.-2006.

## ГЛОБАЛЬНОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОДЗЕМНЫХ ВОД

Д.М. Иманбаева

Научный руководитель профессор Н. Жалгасулы

Институт горного дела им. Д.А. Кунаева, г. Алматы, Казахстан

«Вода вездесуща, и нет минерала или иного тела на Земле, в состав которого она бы не входила и на строение которого не влияла» - писал академик В.И. Вернадский. Земная кора до самых глубин пронизана водоносными пластами или заполненными водой трещинами. Объем всех подземных вод в земной коре во всех состояниях составляет 60000 тыс. км<sup>3</sup> [1].

В зоне активного водообмена, от поверхности до глубины 800 м, содержится около 4 млн. км<sup>3</sup> воды. Подземные пресные воды всегда были и остаются самой ценной частью мирового запаса пресных вод и играют важную роль в водоснабжении. Миллионы буровых скважин и колодцев снабжают водой население всех пяти частей света. Около 80 % сельского и половина городского населения постсоветского пространства пользуются пресными подземными водами. В Дании, Бельгии и Финляндии 90 % потребности в воде удовлетворяются за счет подземных вод, в Голландии и Марокко — 71 % и т.д.

Основной источник пополнения подземных вод — атмосферные осадки, вода разлившихся весной рек и ручьев, которая проникает в грунт, проходит сложный путь, встречая на пути различные породы. В результате вертикальной инфильтрации атмосферных осадков и бокового просачивания трещинных вод через базальты, метаморфические породы, известняки, песчаники, глинистые сланцы, вода очищается, либо проходя через пласты рудных минералов, наоборот, обогащается различными компонентами.

Например, во многих районах Сибири и Урала повышенное содержание меди в водах связано именно с влиянием рудных месторождений. В Горном Алтае в рудорудных поясах, протягивающихся на сотни километров, горно-лесные почвы содержат до 1,6-2,4 г/т Hg при фоновом содержании в почвах за пределами этих поясов на уровне 0,02-0,12 г/т.

Исследованиями рудничных вод оловорудных месторождений Дальнего Востока [2] установлено, что загрязнение рудничных вод токсичными металлами зависит от состава руды, минерализации околорудного ореола и гипергенных процессов, которые формируют поровые растворы. Из-за нарушения естественных биоцено-

зов самоочищение вод нередко практически не происходит и концентрация токсичных металлов в водах все увеличивается.

Загрязнение почв и подземных вод мышьяком наблюдается в ряде стран (Испания, Франция, Бангладеш, Индия), что связано с рядом факторов, в том числе с горными работами [3,4]. Установлено его высокое содержание в почвах на участках, прилегающих к горным выработкам. В ореолах размером до 500 м содержание его в почвах достигает 1000 мг/кг, а в водах до 10 мг/л.

В Восточной Монголии на территории свыше 10 тыс. км<sup>2</sup> в зоне влияния пояса месторождений плавикового шпата постоянными являются повышенные концентрации фтора в подземных водах.

Микрокомпонентный состав подземных вод Жездинского месторождения, эксплуатируемого в течение 60 лет, характеризуется повышенным содержанием марганца (до 14 ПДК), бария (до 7 ПДК). Высокий уровень загрязнения рек Бас-Актума и Керей (Карагандинская область) связан с поверхностными твердым и жидким стоком с Турской марганцево-рудной зоны [5].

Исследования подземных вод Жайремского месторождения показало, что с глубиной отмечается повышение общей минерализации (до 1-5 г/л), подземные воды приобретают сульфатный-натриевый состав.

Внесенные с территории рудника в гидрографическую сеть в составе подпитывающих вод химические элементы и их соединения переходят в грунтовые воды и далее перемещаются по всему геологическому разрезу. Практика разработки пластовых месторождений показывает, что радиус депрессионного влияния действующего рудника в течение нескольких лет достигает 10 км и более. Выявлено опасное загрязнение тяжелыми металлами (кадмием, свинцом, бериллием) подземных вод в Восточно-Казахстанской и Карагандинской областях. Тяжелые металлы поступают в водные экосистемы и из почв в результате химических и микробиологических процессов выщелачивания с паводковыми и дождевыми водами. Причиной ухудшения химического состава вод является современное состояние атмосферы, наглядным показателем которого является выпадение «кислотных дождей». Дождевые воды, ввиду изменения окислительно-восстановительного потенциала, приобретают способность при их движении через грунт растворять отдельные минералы и выносить элементы (марганец, медь, свинец, хром, цинк и др.). То есть, нарушение физико-химического равновесия в системе «вода-грунт», вызванное загрязнением атмосферного воздуха, влечет за собой соответствующие изменения концентраций химических элементов в подземных водах. В природных водах атомы тяжелых металлов присутствуют в различных ионных и молекулярных формах. Такие элементы как железо, хром, марганец могут быть представлены разными валентными состояниями. Важную роль в миграции атомов тяжелых металлов играют растворенные в воде органические соединения - гуминовые и фульвокислоты, аминокислоты.

Наибольшей реакционной способностью и биологической доступностью обладают ионные формы тяжелых металлов. Можно выделить растворимую форму металла, связанную с растворенным органическим веществом, коллоидную. Ионы тяжелых металлов связываются в прочные комплексные соединения с растворимыми органическими веществами, в том числе с веществом живых организмов. Обследование подземных вод в районе Семипалатинского полигона (поселки Балкудук и Азгыр) показало наличие тяжелых металлов — меди, цинка, никеля, кадмия, марганца, свинца, кобальта, хрома, молибдена, ванадия, таллия, ртути и фтора. Предельно допустимые концентрации превышаются и по таким компонентам, как хлор, сульфаты, нитраты, бром. Повышена общая минерализация. Все эти нарушения связаны с техногенной нагрузкой на линзы пресных вод в районе полигона. Не могли не сказаться на качестве подземных вод и рекультивационные работы, сопровождающиеся снятием значительных объемов грунта и изменением мощности зоны аэрации и испарения.

Изучение закономерностей миграции микроэлементов различными методами позволяет сделать однозначный вывод: развитие гидрогеохимических процессов определяется общими гидрогеологическими, метеорологическими и экологическими условиями региона и взаимодействиями в системе «атмосфера – почва – вода – порода». Загрязнение подземных вод нефтепродуктами наблюдается повсеместно. Наличие нефтепродуктов в шахтных водах объясняется присутствием техники, самоходного оборудования под землей и связанного с этим пролива масел и нефтепродуктов.

Прогрессирующий стресс хозяйственной деятельности уже в значительной мере сказывается на экологическом состоянии подземных вод. Из 513 месторождений подземных вод, разведанных в недрах Республики Казахстан для хозяйственно-питьевого водоснабжения городов и населенных пунктов, 112 в той или иной мере загрязнены различными ингредиентами — продуктами промышленной и сельскохозяйственной деятельности.

Подземные воды для Республики Казахстан, большая часть территории которой расположена в засушливой, так называемой аридной зоне, являются важнейшим стратегическим ресурсом и их следует рассматривать как полезные компоненты, которые в комплексе с другими полезными элементами должны быть рациональным образом использованы для различных хозяйственных нужд или в повторно-оборотной системе.

Однако, как показывает анализ литературных данных и результаты мониторинга, проведенного авторами на Анненском руднике Жезказганского месторождения, шахтные воды высоко минерализованы (до 14-18 г/дм<sup>3</sup>) и по химическому составу являются карбонатно-сульфатно-хлоридными. Санитарными правилами и нормами (СанПиН 2.1.4.559-96) содержание примесей в воде санитарно-бытового назначения регламентируется в пределах 250-350 мг/дм<sup>3</sup>, т.е. в подземных шахтных водах Жезказганского месторождения содержание примесей в десятки раз превышает предельно допустимые нормы (ПДК) и, следовательно, такую воду нельзя сбрасывать ни в поверхностные водотоки, ни на рельеф, так как это приведет к гибели биоты (растений, живых организмов), засолению почв. Кроме того эти воды обладают сульфатной агрессивностью по отношению к несulfатостойкому цементу и корродирующими свойствами по отношению к металлу и, следовательно, не могут быть использованы в повторно-оборотной системе для внутренних потребностей рудника (мокрого бурения, пылеподавления или закладочных работ).

Из всего сказанного следует один вывод: весь объем водоотлива Анненского рудника, который достигает 3-3,1 тыс. м<sup>3</sup>/час, должен подвергаться очистке. Использование синтетических ионообменных смол или биологических способов нецелесообразно вследствие высокой стоимости. И только применение природных сорбентов, а именно породообразующих минералов или окисленных бурых углей, может решить эту глобальную задачу.

В Институте горного дела им. д.А. Кунаева совместно с Жезказганским университетом им. О.А. Байконурова проведены экспериментальные исследования по очистке воды на модельных растворах, результаты которых проверены на шахтной воде с использованием породообразующих минералов Жезказганского месторождения. На модельных растворах исследованы сорбционные свойства алюмосиликатов (актинолита, плагиоклаза, эпидота, шамозита), являющихся составляющими породообразующих минералов Жезказганского месторождения. Результаты испытаний показали, что как в динамическом, так и статическом режиме происходят сорбционные процессы, вследствие которых содержание сульфат- хлорид- и карбонат-ионов снижается в десятки раз. Определены кинетические параметры процесса сорбции.

Исследованы параметры очистки воды с использованием окисленного бурого угля месторождения Киякты. Особенности химического состава этого угля, содержащего до 60-70% гумуса, позволили предположить возможность его использования для очистки воды. Гумусовые и фульвокислоты, входящие в состав гумусовой составляющей угля, обладают высокой реакционной способностью по отношению к ионам металлов, как тяжелым, так и щелочным, щелочноземельным и, следовательно, будут вступать в реакции обмена, что приведет к снижению их концентрации в воде. Положительным фактором, усиливающим сорбционные свойства, является и то, что уголь этого месторождения, кроме гуминовых составляющих, содержит аморфный кремнезем, который, как известно, обладает сорбционными свойствами по отношению к сульфат- и хлорид- ионам.

Исследования кинетики очистки вод на модельных растворах и пробах шахтной воды показали целесообразность использования угля. Проработана схема очистки шахтной воды при просачивании ее через слой породы или угля.

#### Литература

1. Абрамов Л.С. Круговорот воды. М.: Знание, 1966, 160 с.
2. Зверева В.П. Техногенные системы оловорудных месторождений Дальнего Востока, их рудничные и шламовые воды. // Минералогия техногенеза: сб. докладов 5 науч. семинара. - 2004. ИМинУрОРАН. С. 153-164.
3. Жалгасулы Н. Аралбекова М.А. Черний Г.М. Очистка шахтных вод Анненского рудника. Горный журнал Казахстана. 2005. № 8.
4. Машковцев И.Л., Саумитра Нараян Деб, Закир Хоссейн. Мышьяковые загрязнения вод в Бангладеш и Индии — результаты геологического строения приграничных угольных бассейнов. // Уголь. - 2004. - №5. - С.58-59.
5. Jarsia-Sanchez A., Alvares —Ayuso E. Мышьяк в почвах и воде и его связь с горными работами в провинции Саламанка (Испания). // J. Geochem Explor. —2003. - 80. - №1. - С.69-79.

#### РЕЗУЛЬТАТЫ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОГО СПОСОБА ОЧИСТКИ ДРЕНАЖНЫХ ВОД

**В. Г. Кабанник<sup>1</sup>, О.П. Саева<sup>2</sup>**

Научные руководители в.н.с. О.Л. Гаськова<sup>1</sup>, в.н.с. С.Б. Бортникова<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Институт минералогии и геологии СО РАН, г. Новосибирск, Россия

<sup>2</sup>Институт нефтегазовой геологии и геофизики СО РАН, г. Новосибирск, Россия

Проблема очистки промышленных стоков возникает в различных отраслях народного хозяйства, но особенно остро она стоит в металлургической промышленности, что обусловлено большими объемами сточных вод, часто содержащих высокие остаточные концентрации тяжелых металлов. Нельзя обойти вниманием твердое вещество отходов производства – отвалы. При многолетнем его взаимодействии с кислородом воздуха и природными осадками часто формируется кислый дренаж, который выносит в поверхностные и подземные воды широкий ряд элементов разных классов токсичности. Поэтому большое значение приобретает поиск способа задержки и извлечения токсичных компонентов для остановки их дальнейшей миграции.

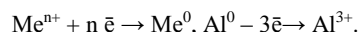
Беловский цинковый завод расположен в г. Белово Кемеровской области. В течение шестидесяти лет завод стабильно производил до 10 000 тонн цинка ежегодно и попутно до 30 000 тонн H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> переработкой сфалеритового концентрата. В настоящее время завод прекратил свою деятельность, однако на территории остались бесконтрольно складированными около миллиона тонн отходов, представленных шлаками и золами. Визуально клинкеры представляют собой грубозернистый песок типичного шлака, содержащего 0,7-15 % Zn, 0,3-8,5 % Cu, 0,03-0,7 % Pb и 2-400 г/т Cd. Кроме того, в отвал сливалась некондиционная серная кислота [Бортникова и др., 2006]. Воды дренажного ручья кислые (рН=3,5) и высокоминерализованные со значительными концентрациями сульфат-иона (до 20 г/л), меди (до 6 г/л) и цинка (до 4 г/л), что позволяет считать их макрокомпонентами. Широкий ряд микроэлементов в стоках превышает ПДК химических веществ в объектах хозяйственно-питьевого и культурно-бытового использования. Основные химические формы присутствующих металлов (Al, Mn, Zn, Fe, Co, Ni, Pb, Cu) – это аква-ионы и сульфатные комплексы.

Ранее коллективом нашей лаборатории проводились работы, направленные на поиск способа понижения концентраций токсичных компонентов в стоках Беловского предприятия – сорбционная очистка природными глинами [Гаськова, Кабанник, 2009], осаждение токсикантов на карбонатном барьере [Юркевич и др., 2008], однако желаемого результата в силу того, что этот объект представляет собой очень сложную химическую сис-



тому, мы так и не получили. В данной работе приводятся результаты экспериментальных исследований по очистке кислых дренажных вод Беловского цинкового завода от целого ряда токсичных элементов в процессе электрохимических с активным (расходным) анодом -  $Al_{мет}$ .

Для достижения поставленной цели был поставлен следующий эксперимент. К дренажному раствору объемом 100 мл добавили алюминиевую фольгу массой 0,3 гр. В электрохимическом ряду активности Al стоит левее рассматриваемых металлов: K, Ca, Na, Mg, Al, Mn, Zn, Fe, Co, Ni, Pb, H, Cu, Ag, Pt, Au, т.е. обладает более отрицательным потенциалом. При взаимодействии металлического алюминия с раствором, содержащим соли металлов с менее отрицательным потенциалом, будет происходить переход электронов от алюминия к  $Me^{n+}$ . Таким образом, произойдет восстановление  $Me^{n+}$  и окисление алюминия:



*Таблица*

**Концентрация элементов, в мг/л, по результатам атомно-эмиссионной спектроскопии с возбуждением в индуктивно-связанной плазме**

	pH	Al мг/л	Cu мг/л	Zn мг/л	Fe мг/л	Mn мг/л	Se мг/л	Co мг/л	Ni мг/л	Pb мг/л	Be мг/л
Дренажный раствор	3.5	320	5500	4000	10	130	1.2	28	30	5.5	0.033
После взаимодействия с $Al^0$	3.9	1900	10	4100	40	170	0.9	32	40	<0.05	<0.0005
После нейтрализации	7.5	0.5	0.2	220	0.5	100	<0.1	6,2	10	<0.05	<0.0005
ПДК, мг/л [ГН, 2003]	6.5-8.5	0.5	1	1	1	0.1	0.01	0.1	0.02	0.01	0.0002

Через семь суток эксперимента обнаружено, что ярко-голубой дренажный раствор обесцветился (pH=3,9), пластинка растворилась приблизительно наполовину, на дне стакана выпала в осадок порошковая медь (0,5 гр). Благодаря тому, что гидроксиды алюминия начинают выпадать при pH раствора > 4, мы смогли беспрепятственно отделить фильтрованием порошковую медь от раствора. На следующем этапе эксперимента осадили гидроксиды алюминия при помощи нейтрализации раствора аммиаком до pH 7,5. Выпавшие белые хлопья отделили от раствора также фильтрованием.

По результатам эксперимента, приведенным в таблице видно, что после взаимодействия с алюминиевой фольгой в растворе осталось 10 мг/л; Cu и Pb <0,05 мг/л, концентрации других металлов остались на том же уровне. Это можно объяснить тем, что медь и свинец обладают наибольшей разницей потенциалов с алюминием. После нейтрализации на втором этапе эксперимента концентрация Al стала на уровне ПДК. Благодаря соосаждению на гидроксидах алюминия количество токсичных элементов Be, Se стало сравнимо с ПДК; для Fe, Cu – меньше ПДК. В растворе осталось 6 % Zn, Co – 20 %, Ni – 60 %, Mn – 77 %, от исходных концентраций. Кроме того, на выходе мы получаем порошковую медь и гидроксиды алюминия, которые в промышленности используются для производства коагулянтов и антипирена (подавителя горения в пластиках и других материалах).

Полученные результаты позволяют говорить о том, что предложенный способ очистки дренажного раствора добавлением металлического алюминия с дальнейшей нейтрализацией даёт возможность в значительной степени снизить кислый дренажный поток ряда токсичных элементов разных классов опасности и поднять уровень pH до природного.

#### Литература

1. Бортникова. С.Б., Гаськова О.Л. Геохимия техногенных систем. Новосибирск: Академическое изд-во «Гео», 2006, 169 с.
2. Гаськова О.Л., Кабанник В.Г. Экспериментальное изучение сорбции тяжелых металлов природными глинами с целью очистки дренажных вод // Химия в интересах устойчивого развития. 2009, № 17, с. 359-369.
3. ГН 2.1.5.1315-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования, 2003.
4. Юркевич Н.В., Бортникова С.Б, Саева О.П. Осаждение металлов, мышьяка и сурьмы из дренажного потока на карбонатном барьере по данным анализа РФА-СИ // Поверхность. Рентгеновские, синхротронные и нейтронные исследования, 2008, № 11, с. 1-5.

## МНОГОЛЕТНИЙ РЕЖИМ ГРУНТОВЫХ ВОД В РАЙОНЕ ДРОЖЗАВОДА И П. НИЖНИЙ СКЛАД (Г. ТОМСК)

Д.В. Калентьева

Научный руководитель профессор ВА. Льготин

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В последнее время в различных регионах отмечаются определенные изменения окружающей среды и климата, в том числе приземных слоев воздуха и гидросферы. Подобные изменения зафиксированы и на территории Томской области [1],[2]. В развитие этих исследований в данной работе сделана попытка провести анализ изменения уровней грунтовых вод на одном из участков г. Томска.

В настоящей работе проведен анализ многолетних изменений уровней грунтовых вод неоген-четвертичных отложений, вскрытых режимными скважинами государственной наблюдательной сети №61р и 273Ар. Скважина № 273Ар расположена в п. Нижний склад на левом берегу в пойме реки Томи. Скважина № 61р находится в г. Томске на правом берегу на первой надпойменной террасе Томи на застроенной территории в районе дрожжевого завода.

Исходной информацией послужили данные ОАО «Томскгеомониторинг» и Томской геолого-разведочной экспедиции об уровнях подземных вод по двум режимным скважинам с 1965 г. по 2008 г. включительно.

Для оценки изменения среднемноголетних уровней подземных вод в рассматриваемых скважинах проведен статистический анализ, который заключался в проверке нулевых гипотез при уровне значимости  $\alpha=5\%$  на однородность рядов наблюдений с помощью критерия Стьюдента  $t$  по средним значениям уровней и критерия Фишера  $F$  по дисперсии.

Проведенные исследования позволили выявить нарушение однородности среднегодовых уровней подземных вод в скважине №61р, которое связано с увеличением среднемноголетних значений уровней в период 1992-2007 гг. по сравнению с периодом 1965-1991 гг. Нарушения однородности среднегодовых уровней воды в скважине 273Ар по дисперсии и средним значениям не обнаружены.

С учетом выявленной неоднородности были рассмотрены среднемесячные значения уровней воды в скважине № 61р за однородные периоды и построен график их распределения. Из графика видно, что за период с 1992 по 2007 гг. наблюдается значительное увеличение уровней воды по сравнению с периодом с 1965 по 1989 гг. (рис. 1).

В большинстве случаев уровни подземных вод возросли в пределах от 10 до 30 см, причем наибольшее увеличение уровней воды отмечено в весенние месяцы – до 80-90 см. Поскольку грунтовые воды имеют весенне-осеннее питание при инфильтрации талых и дождевых вод, это можно объяснить зависимостью от количества выпадающих осадков на территории города, также возрастающее за период с 1965 по 2007 гг.

На рис. 2 представлен линейный тренд увеличения температуры приземных слоев воздуха с конца XIX столетия по начало XXI века. Увеличение температуры воздуха влечет за собой увеличение температуры подземных вод, что способствует увеличению скорости фильтрации через водопроницаемые породы.

На рис. 3 представлен график изменения среднегодовых значений уровней вод, из которого видно, что среднее значение уровней воды за период с 1992 по 2007 гг. увеличилось на 0,43 м по сравнению со средним значением за период с 1965 по 1989 гг.

Нарушение однородности рядов среднегодовых уровней воды в скважине 273Ар (рис. 4) по среднему значению и дисперсии при уровне значимости  $\alpha=5\%$  не установлено. Отсутствие значимых изменений уровней подземных вод в скважине № 273Ар предположительно объясняются меньшей продолжительностью ряда наблюдений.

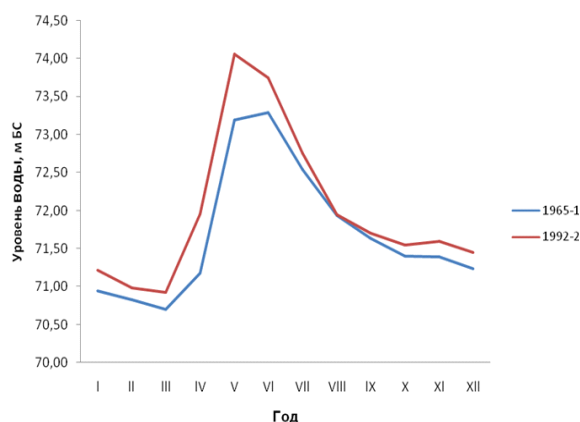


Рис. 1. Изменение среднемесячных уровней для двух однородных периодов для скважины №61р

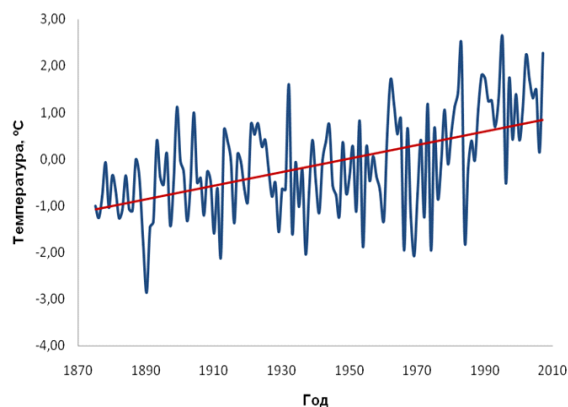
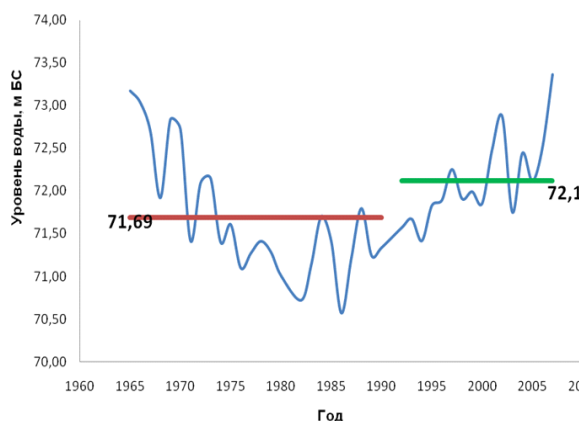
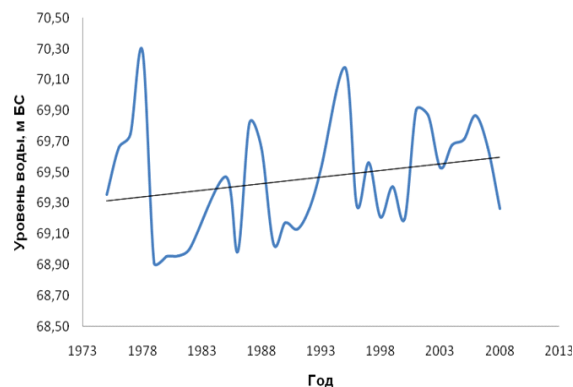


Рис. 2. Многолетние изменения температуры воздуха с 1885 по 2008 гг. (Метеостанция г. Томска)



**Рис. 3. Многолетние изменения среднегодовых уровней воды в скважине №61р**



**Рис. 4. Изменение среднегодовых уровней в скважине №273Ар за 1975-2008 гг.**

Таким образом, выявленные изменения связаны с увеличением среднегодовых уровней грунтовых вод, что объясняется общим региональным ростом уровней грунтовых вод, выявленным в работе [2], на фоне которых можно отметить влияние техногенных факторов, а именно подтопление территории, а также некоторые изменения в гидрологическом режиме, связанные со смещением сроков снеготаяния. Региональный рост уровней объясняется изменением термического режима, а именно увеличением температуры приземных слоев воздуха, которые напрямую отражаются на уровнях грунтовых вод.

В настоящее время многолетние изменения уровней грунтовых вод представляют большой интерес в связи с тем, что подземные воды верхней гидродинамической зоны формируют основную часть меженного речного стока и увеличение их уровней влечет за собой все большее развитие болот на равнинной территории. Поэтому необходимо продолжение исследований изменения климата и его влияния на другие компоненты окружающей среды в Западной Сибири и в г. Томске в частности.

#### Литература

1. Региональный мониторинг атмосферы. Ч.4: Природно-климатические изменения. - Томск, 2000. - 269 с.
2. Лыготин В.А., Савичев О.Г., Макушин Ю.В. Многолетние изменения среднесезонных и среднегодовых уровней и температура подземных вод верхней гидродинамической зоны в Томской области // Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология, - 2010, № 1, - с. 23–29

### ПОДЗЕМНЫЙ ВОДНЫЙ СТОК В ЮЖНОТАЕЖНОЙ ПОДЗОНЕ БАСЕЙНА СРЕДНЕЙ ОБИ

**О.А. Камнева**

Научный руководитель профессор О.Г. Савичев

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

В последние десятилетия наблюдается некоторое увеличение меженного и подземного стока рек, впадающих в Северный Ледовитый океан [1, 5]. Исследования кафедры гидрогеологии, инженерной геологии и гидрогеоэкологии Томского политехнического университета подтвердили это, выявив в ряде случаев увеличение уровней грунтовых вод и меженного стока больших и средних рек в бассейне Средней Оби [4, 6]. Таким образом, актуальным представляется исследование подземного стока и его многолетних изменений, что и определило цель работы. Данная работа продолжает цикл упомянутых выше исследований и посвящена оценке подземного водного стока и его многолетних изменений в южнотаежной подзоне бассейна Средней Оби.

Объектом исследований является Средняя Обь и ее притоки в пределах южнотаежной подзоны – р. Обь у г. Колпашево; притоки первого порядка – рр. Томь, Чулым, Кеть, Тым, Вах, Аган (правые притоки); рр. Шегарка, Чая, Парабель, Васюган, Большой Юган, Малый Юган (левые притоки); притоки второго порядка – рр. Кия, Пайдугина, Икса, Бакчар, Парбиг, Кенга, Чузик. Исходной информацией для проведения исследований послужили данные наблюдений Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. Схематичное расположение района исследований и положение гидропостов представлено на рис.

Методика исследований включает в себя две задачи. Во-первых, необходимо оценить величину подземного водного стока в южнотаежной подзоне бассейна Средней Оби. Во-вторых, оценить изменения подземного стока в многолетнем периоде. Оценка величины подземного водного стока проведена при помощи расчленения общих речных гидрографов. Расчет подземного стока данным способом позволяет оценить наиболее устойчивую его часть, которая формируется под влиянием гидрогеологических, гидрометеорологических и факторов текущего и предыдущих гидрологических лет. Определяет величину подземного стока по большей части приток грунтовых вод неоген-четвертичных отложений и вод глубоко залегающих палеогеновых отложений.

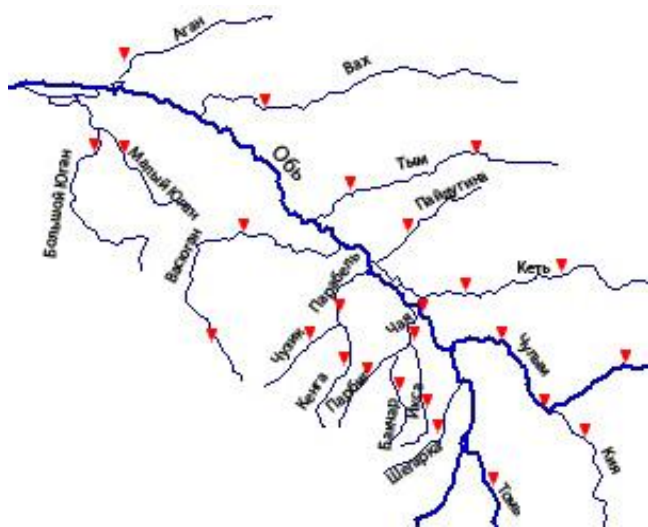


Рис. Схема расположения района исследований и положения гидропостов

для проверки однородности по дисперсии – параметрический критерий Фишера F [2, 3, 8]. В результате статистической проверки среднегодовых величин подземного стока на однородность были выявлены однородные периоды, в пределах которых подземный водный сток оставался статистически неизменным. С учетом этого ниже (табл.) приведены результаты исследований.

Таблица

Подземный водный сток\* южнотаежной подзоны бассейна Средней Оби и его многолетние изменения

Река, пункт**	Пери-	$Q_z$	До-	$r(1) \pm \sigma_{r(1)}$	$\tau_r / \tau_r$	Река, пункт	Пери-	$Q_z$	До-	$r(1) \pm \sigma_{r(1)}$	$\tau_r / \tau_r$
Обь, Колпашево	1936-	1183±1	30,6	0,45±0,	-0,13	Большой Юган, Угут	1936-	32±0,9	23,2	0,30±0	0,48
Чулым, Батурино	1936-	224±4	28,5	0,51±0,	0,81	Паробель, Новиково	1936-	22±0,4	31,8	0,49±0	0,35
	1936-	216±5	27,3	0,42±0,	-0,12		1936-	48,6±1,	38,8	0,21±0	-0,30
Чулым, Зырянское	1936-	138±4	25,0	0,58±0,	0,91	Аган, Варь-Еган	1936-	48,5±1,	38,7	0,30±0	0,39
	1936-	134±5	24,2	0,42±0,	-0,16		1970-	48,7±2,	38,9	0,19±0	<b>-3,51</b>
Кеть, Родионовка	1936-	210±6	47,4	0,66±0,	-0,18	Кия, Окунеево	1936-	40±1	23,8	0,12±0	0,49
	1936-	204±2	44,3	0,34±0,	<b>-1,01</b>		1936-	39±1	23,5	0,07±0	0,01
Томь, Томск	1936-	190±5	18,4	0,50±0,	-0,39	Тым, Ванжиль-Кынак	1970-	41±2	24,1	0,13±0	<b>1,31</b>
	1936-	192±10	18,5	0,57±0,	<b>-1,09</b>		1936-	28±0,5	35,8	0,51±0	<b>2,30</b>
Вах, Лобчинское	1936-	210±4	41,1	0,50±0,	0,49	Парбиг, Веселый	1936-	9,6±0,1	29,0	0,57±0	0,28
	1970-	189±4	18,4	0,21±0,	<b>2,88</b>		1936-	9,4±0,2	28,2	0,81±0	-0,46
Чулым, Тегульдет	1936-	68±2	23,3	0,47±0,	0,59	Шегарка, Бабарыкино	1936-	2,8±0,1	15,6	0,57±0	<b>1,58</b>
	1936-	65±2	21,8	0,53±0,	-0,49		1936-	2,5±0,1	13,6	0,76±0	-0,82
Кеть, Максимкин Яр	1936-	82±2	34,1	0,40±0,	<b>1,38</b>	Малый Юган, Юрты Кинямини	1970-	3,1±0,1	17,3	0,24±0	<b>1,92</b>
	1936-	77±2	31,5	0,54±0,	0,61		1936-2007	12±0,3	22,6	0,20±0,11	0,45
Васюган, Средний Васюган	1936-	36±1,1	23,8	0,44±0,10	0,27	Кенга, Центральный	1936-	8,3±0,2	25,6	0,50±0	-0,12
	1936-	26±0,7	27,8	0,53±0,	0,08		1936-	8,4±0,2	27,3	0,53±0	-0,31
Чая, Подгорное	1936-	26±1,2	24,7	0,60±0,	<b>-1,43</b>	Чузык, Осипово	1936-	3,9±0,1	20,4	0,55±0	0,22
	1970-	26±0,8	31,4	0,39±0,	<b>6,85</b>		1936-	3,8±0,1	19,0	0,60±0	-0,81
Тым, Напас	1936-	71±1,3	36,4	0,60±0,	<b>2,99</b>	Бакчар, Гореловка	1970-	4,0±0,2	21,7	0,57±0	-0,85
	1936-	63±1,2	34,8	0,63±0,	<b>1,23</b>		Васюган, Майск	1936-2007	19±0,4	38,4	0,52±0,09
	1970-	77±1,6	37,6	0,20±0,	0,62	Пайдугина, Березовка		1936-	17±0,3	37,6	0,62±0
							1970-	20±0,6	39,1	0,36±0	<b>-2,36</b>
						Икса, Плотниково	1936-	1,9±0,1	13,3	0,29±0	0,39
							1936-	0,51±0,	7,5	0,19±0	1,70
							1936-	0,40±0,	5,8	0,51±0	3,93
							1970-	0,61±0,	9,0	0,03±0	<b>0,21</b>

\*Величина подземного водного стока представлена расходом воды (м<sup>3</sup>/с) и долей в суммарном водном стоке (%);

\*\* Реки приведены в порядке уменьшения площадей водосборных территорий.

Приток подземных вод в южнотаежной подзоне Средней Оби составляет от 7,5 (р. Икса, с. Плотниково) до 47 % (р. Кеть, с. Родионовка) от суммарного водного стока. В среднем для рассматриваемой территории доля подземного стока составляет 30 %. Величина подземного стока изменяется по мере приближения к северной части района исследований, т.е. по мере увеличения заболоченности территории растет и доля подземного стока.

Коэффициент автокорреляции достаточно высок (средний – 0,43), что указывает на естественную зарегулированность подземного стока на данной территории. Результаты статистического анализа свидетельствуют о статистически значимом увеличении подземного стока на рассматриваемой территории в 1960–1970-е гг. Для большинства рек было выявлено нарушение однородности. В ряде случаев выявлены линейные тренды, указывающие на наличие тенденций к изменению стока. С 1936 по 2007 г. отмечены только положительные тренды, что свидетельствует об общем увеличении подземного стока в рассматриваемый период. Проведенные исследования подтвердили выводы об увеличении подземного и, соответственно, меженного стока рек бассейна Средней Оби. Результаты работы также согласуются со сделанными ранее выводами об увеличении уровней грунтовых вод на заболоченных территориях Томской области [4, 6, 7].

Таким образом, в 1960–1970-е гг. в южнотаежной подзоне Средней Оби произошло определенное увеличение подземного водного стока. Временной период после 1970 г. является относительно стабильным, в ряде случаев выявлены тенденции к изменению и в данном периоде. Это обуславливает более детальное изучение проблемы, в частности исследование внутригодового распределения подземного стока и его перераспределения в многолетнем периоде и выяснение причин таких изменений.

#### Литература

1. Паромов В.В. Водные ресурсы бассейна Верхней Оби: современная оценка и тенденции изменения. – Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. – Иркутск. ИГ СО РАН, 1999. – с.24
2. Пособие по определению расчетных гидрологических характеристик. – Л.: Гидрометеиздат, 1984. – 448 с.
3. Рождественский А.В., Чеботарев А.И. Статистические методы в гидрологии. – Л.: Гидрометеиздат, 1974. – 424 с.
4. Савичев О.Г., Макушин Ю.В. Многолетние изменения уровней подземных вод верхней гидродинамической зоны на территории Томской области // Известия Томского политехнического университета, 2004, Т.307, №4, С.60–63.
5. Савичев О.Г., Паромов В.В., Решетько М.В. Гидрология и геоэкология рек Томской области: Учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2005 – 106 с.
6. Савичев О.Г. Реки Томской области: состояние, использование и охрана. Томск: Изд-во ТПУ, 2003. – 202 с.
7. Савичев О.Г., Харанжевская Ю.А. Многолетние изменения гидроклиматических условий в бассейне реки Чая (Западная Сибирь) // Известия Томского политехнического университета. – 2008. – Т. 313. – № 1. – С. 82–87.
8. Христофоров А.В. Надежность расчетов речного стока. – М.: Изд-во МГУ, 1993. – 168 с.

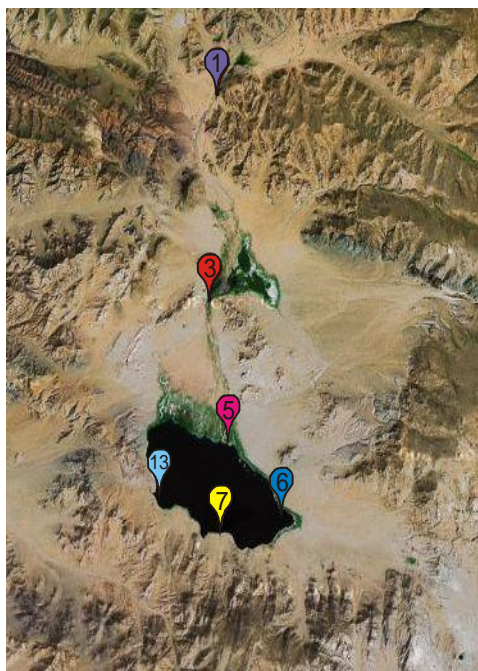
### ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ОЗЕРА ШАДЗГАЙ-НУР (СЕВЕРО – ЗАПАДНАЯ МОНГОЛИЯ)

М.Н. Колпакова

Научный руководитель профессор С.Л. Шварцев

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

Цель статьи – оценить состав озера Шадзгай-Нур и выяснить источники питания озера.



**Рис. 3. Схема расположения точек опробывания озера Шадзгай-Нур**

Соленакпление – это следствие одной из стадий взаимодействия воды с горными породами, которая достигается в условиях крайне замедленного водообмена, интенсивного испарения и геологически длительного развития региона в условиях аридного климата, обеспечивающего аккумуляцию солей из горных пород огромного водосборного бассейна на локальных, относительно небольших, площадях.

Химический состав озерных вод Монголии изучен пока еще недостаточно. В то же время потребность в химических характеристиках природных вод постоянно возрастает в связи с интенсивным хозяйственным освоением территории.

Котловина Больших озер (КБО) является одной из самых обширных бессточных впадин Центральной Азии, где среди аридных ландшафтов расположены крупнейшие и большие пресноводные и солоноватые озера. Эта котловина вытянута на 600-700 км и опущена относительно окружающих гор до 2000-2500 м. В данной статье мы рассмотрим озеро Шадзгай-Нур, расположенное в северо-западной части этой котловины (рис. 1). Озеро имеет достаточно существенную площадь (около 8,0 км<sup>2</sup>), а объем составляет примерно 0,01 км<sup>3</sup>.

Существование озер в этой засушливой части МНР, где среднее годовое количество осадков составляет 100-200 мм, а испарение достигает 1000-1500 мм, поддерживается стоком таких крупных рек как Кобдо, Завхан и Хунгуй. В озеро Шадзгай-Нур впадает река Харгайн-Гол (расход реки 0,1 м<sup>3</sup>/с), имеющая минерализацию 0,19-0,22 г/л (табл. 1). В месте впадения реки образовалась болотистая местность.[3]

Оз. Шадзгай-Нур, расположенное на высоте 1700 м,

является водосемом конечного стока и поэтому содержит минерализованную воду (минерализация озера колеблется от 12,5 до 13,5 г/л). Со всех сторон оно окружено полупустынными и сухостепными ландшафтами и характеризуется почти полным отсутствием прибрежной растительности, а более возвышенные места поросли своеобразной солончаковой растительностью. Растительность степи представлена в основном травами и акацией [4, 5]. По классификации М.Г. Валяшко (1962 г.) [2] оз. Шадзгай-Нур относится к содовому типу соляных озер. Вода в реке относится к гидрокарбонатному натриево-кальциевому типу.

Таблица

Химический состав оз. Шадзгай-Нур

№ пробы	æ, млS/см	pH	M	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Si	B, мкг/л	Li, мкг/л	Sr, мкг/л	U, мкг/л
1	0,3	8,6	188	-	96,4	9,95	24,6	16	2,44	37,0	1,20	7,0	180	128	910	87
3	0,3	8,2	215	-	115,9	7,36	29,8	20	4,88	36,0	1,20	7,5	153	109	125	30
5	17,2	9,3	12491	624	2233	281	4935	8,0	17,1	4338	55,0	5,3	9570	950	285	1000
6	17,1	9,4	11915	660	2074	485	4509	8,0	17,1	4122	41,0	5,1	9370	937	297	1100
7	17,0	9,4	13476	612	2471	260	5325	8,0	14,6	4760	25,0	6,3	9440	930	293	1100
9	17,3	9,4	13589	576	2285	597	5325	4,0	17,1	4760	25,0	6,8	9340	930	290	1100
11	17,8	9,4	14196	648	2269	554	5680	12	13,4	4995	25,0	5,9	9380	938	290	1000
13	17,2	9,4	17107	543	2532	476	7384	6,0	11,0	6133	23,0	5,2	9390	936	292	1000
1-ТП	17,1	9,3	12155	574	2192	627	4509	8,0	14,6	4172	59,0	4,3	9387	951	290	1000

Химический состав озера Шадзгай-Нур (табл.) изменяется равномерно по всей периферии озера. По всей площади наблюдаются высокие содержания Si (до 7,5 мг/л), U (до 1 мг/л), Li (до 0,9 мг/л) и B (до 9,3 мг/л). Кислотно-щелочной показатель озера держится на одном уровне во всем озере, около 9,4, включая место впадения реки pH 9,3.

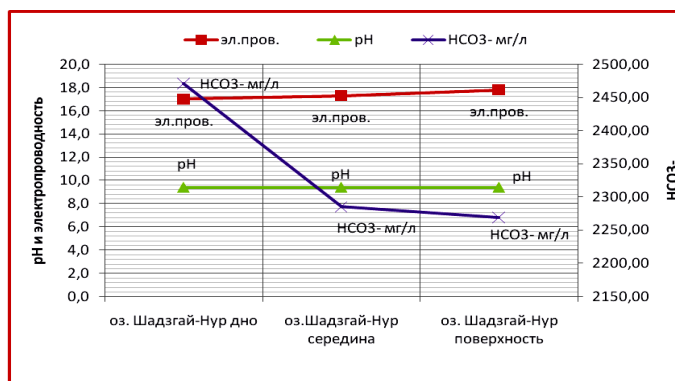


Рис. 4. Параметры озера Шадзгай-Нур по глубине

Анализ вод по глубине показывает, что минерализация уменьшается с глубиной, также как и содержание хлоридов и сульфатов. pH озера сохраняется и на глубине – 9,4, также как и электропроводность (рис. 2).

Концентрация лития, натрия, калия, магния, рубидия, бора, кремния и урана в различных точках, как на поверхности акватории, так и в его глубине (3 и 6 м), варьируется незначительно. В то же время наблюдается достаточно существенное колебание концентрации кальция и, в меньшей степени, для стронция.

Содержание урана в озере около 1 мг/л, что говорит о наличии иных источников поступления элемента в озеро, помимо реки Харгайн-Гол.

Таким образом, озеро Шадзгай – Нур может представлять интерес как полигон для исследования процессов накопления ценных компонентов (Li, B, Br, U) в озерных водах, так и с точки зрения модельного объекта для извлечения ценных компонентов (Li, Br, B) из озерных вод.

## Литература

1. Алекин О. А. Основы гидрохимии. Л.: Гидрометеиздат, 1970. - 296 с.
2. Валяшко М.Г. Закономерности формирования месторождений солей. Издательство Московского Университета, 1962г. – 397 с.

3. Гидрогеология Азии. Под ред. Н.А. Маринова. М., Недра, 1974. - 574 с.
4. Дзэнс-Литовский А.И. Соляные озера СССР и их минеральные богатства. М.: Недра, 1968 г. – 119с.
5. Озера МНР и их минеральные ресурсы. А.А. Рассказов, Д.В. Севастьянов, А.Н. Егоров, Ж. Цэрэнсодном. М.: Недра, 1991г. – 136 с.
6. Перельман А.И. Геохимия элементов в зоне гипергенеза. М.: Недра, 1972 г. – 288 с.
7. Шварцев С.Л. Гидрогеохимия зоны гипергенеза. – М.: Недра, 1998 г. – 336 с.
8. Геологическая эволюция и самоорганизация системы "вода-порода": в 5 томах. Том 1. ответственный редактор Шварцев С.Л.– Издательство СО РАН, 2005 – 244 с.

## СИСТЕМА «РУДНЫЙ ДРЕНАЖ-ПРИРОДНЫЙ ВОДОЕМ»: ХАРАКТЕРИСТИКА И МЕХАНИЗМ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

(НА ПРИМЕРЕ БЛЯВИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ, г. МЕДНОГОРСК)

Т.В. Корнеева

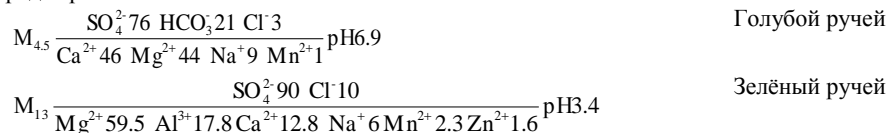
Научный руководитель профессор С.Б. Бортникова

*Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН,  
г. Новосибирск, Россия*

Сульфиды техногенных отходов интенсивно окисляются, в результате чего формируются техногенные потоки сульфатных вод различной кислотности с высоким содержанием железа, марганца, халькофильных и литофильных элементов (Zn, Cd, Cu, Pb, Al и другие) [1, 2], которые по составу резко отличаются от природных речных вод (по степени кислотности, по макросоставу и минерализации, по содержаниям рудогенных и литофильных металлов). Техногенные потоки вещества включаются в гипергенные циклы миграции, в результате чего существенным образом меняется не только химический тип природных вод, но и состояние ландшафтов на сопредельных территориях. В настоящее время существует достаточно много публикаций (в российской и зарубежной печати), посвященных проблеме загрязнения окружающей среды в связи с разработкой полезных ископаемых, геохимии процессов окисления сульфидных отходов, формированию кислого дренажа и механизма переноса металлов в потоках. Однако проблеме гидрогеохимических барьеров (каковыми являются природные водоемы, реки, ручьи и т.д.) при впадении в них дренажа разной кислотности и состава уделено небольшое внимание, в то время как значения гидрогеохимических барьеров для техногенно-природных ландшафтов очень велико: на них идет нейтрализация и разбавление высокоминерализованного дренажа, формирование взвеси гидротенных минералов, изменение химических форм нахождения элементов в связи с изменением физико-химических условий.

Мощное техногенное воздействие испытывает гидросфера Медногорского территориально-промышленного комплекса, которая формируется водотоками бассейна р. Урал: реками Блява, Шарля, Херсонка, Жирикля и их притоками. Основной техногенный прессинг связан, прежде всего, с деятельностью Медногорского медно-серного комбината, который выпускает черную и рафинированную электролизную медь, драгоценные металлы, серную кислоту и другую продукцию. Основными источниками загрязнения речных систем являются отвалы пустых пород и некондиционных медно-цинковых колчеданных руд. Сульфиды техногенных отходов интенсивно окисляются и в результате формируются агрессивные воды с высокими концентрациями солей тяжелых металлов, хорошо растворяющих и формирующих воды, по химическому составу коренным образом отличающиеся от поверхностных вод региона.

Воды подотвальных ручьев Блявинского месторождения характеризуется кислой и нейтральной средой и высокой минерализацией от (4,5 до 13 г/л). Преобладающими катионами являются кальций, магний и алюминий. Анионный состав представлен в основном сульфат-ионом и в меньшей степени хлорид- и гидрокарбонат-ионами, что отражено в формулах Курлова Все ручьи впадают в р. Жирикля, которая является притоком второго порядка реки Блява:



Концентрации тяжелых металлов в растворе подотвальных ручьев превышают фоновые значения в 10-10000 раз (рис.), причем наибольшие концентрации элементов характерны для кислого Зеленого ручья.

Воды реки Блявы слабоминерализованы (общая минерализация от 0,13 до 1,6 г/л) и являются нейтральными и слабощелочными. Среди макрокатионов преобладают кальций, натрий и магний, среди макроанионов – гидрокарбонат-ион и сульфат-ион. Общая сумма концентраций микроэлементов составляет 0,3 – 6,4 мг/л, достигая максимальных значений в р. Курган. Полученные результаты исследований показали, что со стоком рек Херсонка и Жирикля в блявинские воды поступают следующие металлы: кадмий, цинк, никель, медь, свинец, железо, марганец и алюминий. Их концентрации превышают фоновые значения в 2-210 раз.

Корреляционный анализ состава поверхностных вод выявил сильную корреляционную связь между элементами следующей группы металлов: Al, Fe, Mn, Cu, Zn, Co, Cd, Ni, Pb. Следует заметить, что параметр pH показал исключительно отрицательную корреляцию со всеми металлами, а электропроводность показала значимую на уровне 99 % положительную связь со всеми компонентами.

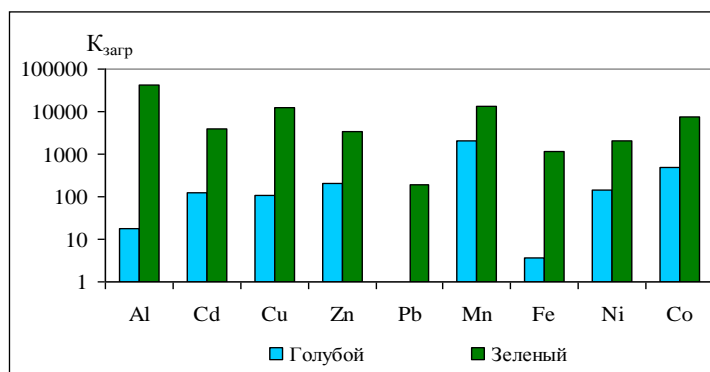


Рис. 1. Коэффициенты загрязнения вод подотвальных ручьев Блявинского месторождения

С помощью программного комплекса WATEQ4f [4] были рассчитаны химические формы нахождения элементов. Долевое соотношение химических форм нахождения металлов в поверхностных водах Блявинского месторождения различно. В Голубом ручье с нейтральным значением pH элементы находятся в виде свободных ионов, гидроксидов, карбонатов и гидрокарбонатов, сульфатов.  $Al^{3+}$  и  $Fe^{3+}$  в ручье находятся исключительно в виде гидроксидных комплексов. Медь и никель образуют большей частью нейтральные карбонатные комплексы типа  $MeCO_3^0$ , а также примерно в равных долях свободноионные  $Me^{2+}$  и сульфатные комплексы типа  $MeSO_4^0$ . Кроме того, медь образует гидроксидные формы в ручье ( $CuOH^+$  и  $Cu(OH)_2^0 \sim 7\%$ ). Формы бария представлены аква-ионами  $Ba^{2+}$  (41 %) и сульфатными комплексами  $BaSO_4^0$  (58 %). В долевом распределении форм Cd, Zn и Mn преобладают свободноионные комплексы, сульфатные и гидрокарбонатные комплексы. Другая картина наблюдается в Зеленом ручье. Так, в кислом растворе ручья элементы находятся преимущественно в виде свободных ионов и сульфатных комплексов. Лишь у кадмия и железа (III) дополнительно образуются хлоридные  $CdCl^+$  и гидроксидные  $FeOH^{2+}$ ,  $Fe(OH)_2^+$ ,  $Fe_2(OH)_2^{4+}$ ,  $Fe_3(OH)_4^{5+}$  комплексы. В зоне смешения этих двух ручьев наблюдается переход железа (III) в железо (II) в свободноионные и сульфатные комплексы. У элементов Al, Ba, Cd преобладающей химической формой становятся сульфатные комплексы. Гидрокарбонатные комплексы появляются у Cu и Zn, однако доля сульфатных и акваионных форм все же больше. По мере течения р. Блявы, в которую впадают р. Жирикля и Херсонка, подвергающиеся антропогенному воздействию, химические формы элементов соответственно тоже изменяются. Так для цинка характерно увеличение доли аква-ионов, повышение доли сульфатных форм и уменьшение доли гидрокарбонатных комплексов до слияния с р. Жирикля. Затем наблюдается снижение доли сульфатных комплексов и увеличение гидрокарбонатных. Для железа (III) и алюминия характерны различные гидроксидные комплексы на всем протяжении реки. Химические формы кадмия представлены в основном аква-ионами, лишь увеличение доли сульфатных комплексов меняет их долевое распределение вниз по течению. Свинец на всем протяжении реки Блява находится в виде нейтральных карбонатных комплексов, для которых незначительно снижаются при впадении в нее р. Жирикля, образуя сульфатные комплексы и аква-ионы. Для никеля основная доля химических форм приходится на нейтральные карбонатные, однако после слияния с р. Жирикля появляются аква-ионы и сульфатные комплексы. У меди преобладают гидрокарбонатные и гидроксидные комплексы и увеличивается доля аква-ионов (до 15% в р. Курган).

Химический состав донных отложений и суспензионных охр является чутким индикатором природных и техногенных процессов в пределах водосборной территории. Донные осадки подотвальных ручьев Блявинского рудника визуально представляют собой белые и рыжие охры. В макрокомпонентном составе Голубого ручья присутствуют Al (13,8 %), Ca (1,19), K (0,37), Mn (0,05) и Fe (0,05), в Зеленом ручье Al (7,2), Ca (0,88), K (0,62), Ti (0,1), Cr (0,07), Mn (0,24), Fe (46,7). По данным термического анализа осадок Голубого ручья состоит из  $Al_2O_3$  (40,55),  $SiO_2$  (3,38),  $P_2O_5$  (1,09),  $SO_3$  (15,53), CaO (0,82), FeO (0,56) и  $H_2O$  (38,27). Гидробазалюминит, с химической формулой  $Al_4(SO_4)(OH)_{10} \cdot 12-36H_2O$ , возникает как продукт нейтрализации Al-содержащих высокосульфатных вод, сформированных окислением пирита и последующего растворения серицита, хлорита и кислых плаггиоклазов в составе алюмосиликатных пород отвалов. Базалюминит и урбанит с формулой  $Al_4(SO_4)(OH) \cdot 5H_2O$ , сформированы как продукты обезвоживания гидробазалюминита. Воды с белыми охрами, имеющие высокие содержания Al и  $SO_4$ , обычно свидетельствуют о наличии кислой среды с pH менее 4,4. В водах с pH менее 4,5 алюминий обычно является производным от сернокислотного выветривания хлорита, серицита и плаггиоклазов, являющихся основными фазами в отвальной массе. Al-содержащие кислые воды с высоким содержанием сульфатов и низким pH смешиваются с нейтральными или субнейтральными водами и при гидролизе в диапазоне pH от 4,5 до 5,2 происходит выпадение в русле ручьев белых «охристых» осадков. В белых «охрах» встречаются пластинчатые индивиды, которые, судя по пикам на дифрактограммах с 7,86 и 3,07 Å, представлены гипсом. Также был сделан рентгенофазовый анализ пробы р. Жирикля, представлявшую собой влекомую бурую взвесь. Это абсолютно рентгеноморфная фаза с узким гало при максимуме в области 2,5 Å, что соответствует области основных отражений как гидроксидножелезистых так и гидросульфатных фаз Fe.

Таким образом, особенностью вод Медногорской ГТС является относительно высокие значения pH



(8,07–8,25), что при слиянии с техногенными водами приводит к мгновенному самораскислению их и переходу потенциальнотоксичных металлов в гидроокисные формы. Благодаря этому металлы выводятся из миграционного потока за короткое время на коротких дистанциях. Так, например, обычно коэффициенты скорости самоочищения речных вод для меди и цинка соответственно 1,8 и 0,6 (1/сут.) [3], здесь же, благодаря наличию щелочного барьера, концентрации этих элементов уменьшаются до нескольких раз на участках в десятки метров. Основным фактором этого процесса является гидролиз Al и Fe с образованием гидроокислов, обладающих высокой сорбционной способностью. Образующиеся на начальных стадиях гидролиза хлопья гидроксидов Fe и Al продолжают мигрировать в водоотоках в виде влекомой взвеси.

#### Литература

1. Елпатьевская В. П. Взаимодействие подотвалных вод полиметаллических месторождений с водами местного речного стока: На примере юга Дальнего Востока // География и природ.ресурсы.-1997.-N 2.- С.57-62
2. Елпатьевский П.В. Гидрохимические потоки, продуцируемые сульфидизированными техногенными литоаккумуляциями // География и природные ресурсы. — 2003. — № 2.
3. Опекунов А. Ю. Экологическое нормирование. Министерство природных ресурсов РФ, ВНИИ Геологии и минеральных ресурсов Мирового океана. СПб, ВНИИ Океанология, 2001. 216 с.
4. J. Ball., D. Nordstrom User's manual for WATERQ4F, with revised thermodynamic database. Menlo Park, California: U.S, Geological Survey, 1991.

### ЭКОЛОГО–ГИДРОГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ТЕРРИТОРИИ БРАТСКОГО АЛЮМИНИЕВОГО ЗАВОДА (ИРКУТСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Н.О. Костюкова

Научный руководитель профессор Е.М. Дутова

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

Предприятия по производству алюминия, в силу специфических особенностей, являются активными загрязнителями природной среды, в том числе и подземных вод. К основным отходам, образующимся в результате основной деятельности предприятия, связанной с использованием сырья и сырьевых материалов, относятся: отработанная угольная футеровка электролизеров; отработанная кирпичная футеровка металлургического оборудования; отработанные аноды и сколы анодов; пековый осадок; пыль электрофильтров; шлам газоочистки; угольная пена; хвосты флотации угольной пены. К отходам вспомогательного производства относятся: шлак кокса, обтирочный материал, опилки, осадок мойки автомобилей, твердые бытовые отходы и пр. [1]

Одним из таких предприятий является *Братский алюминиевый завод*, который находится в 8 км к юго-западу от основной жилой застройки г. Братска. Ближайший жилой массив – ж.р. Чекановский – расположен в 2 км на север, а в 2,5 км юго-западнее расположено садоводство «Моргудон». Все производственные объекты ОАО «РУСАЛ Братск» расположены на правом берегу реки Вихорево. Отходы производства, содержащие экологически опасные примеси, складированы на полигоне промтоходов, промплощадке, шламохранилище, свалке нетоксичных строительных-промышленных отходов (полигон ТБО). Характерными загрязнителями являются, в основном, *алюминий, фтор, сульфаты, натрий*.

Для ведения наблюдений за состоянием подземных вод на территории влияния алюминиевого завода в 1992 – 1994 гг. «Северной геологической экспедицией» ПГО «Иркутскгеология» создана контрольно-наблюдательная сеть (КНС). Стационарные наблюдения за режимом подземных вод в скважинах проводятся с 2003 года. В 2003 году мониторинг подземных вод по скважинам КНС выполнялся ИП Рыбаковым Н.М. С 2004 года он выполняется специалистами ООО «ЦГТ». В настоящее время сеть состоит из 28 наблюдательных скважин, одна из которых расположена выше предприятия по потоку подземных вод и является фоновой (скв. № 32). Воды этой скважины пресные с минерализацией 0,2 г/л гидрокарбонатные магниево – кальциевые; содержание в них микрокомпонентов не превышают ПДК. Контроль ведется за водами *локально распространенного братского водоносного горизонта (O<sub>2-3</sub>br<sub>2-3</sub>)*, вскрытого скважинами № 28, 16, 19, и *верхнемамырско-нижнебратского водоносного комплекса (O<sub>2-3</sub>mt<sub>2</sub>-br<sub>1</sub>)*. Воды комплекса наблюдаются скважинами 32 (фоновая), 15, 20 (полигон ТБО и шламонакопитель), 1, 2, 3, 4, 5, 7, 22, 23, 24, 25 (промплощадка), 8, 9, 10, 11, 12, 13, 29, 30, 33, 34 (район расположения гидротехнических сооружений).

Мониторинг подземных вод в скважинах КНС выполняется с целью: оценки изменения площади и интенсивности загрязнения подземных вод по скважинам существующей наблюдательной сети; контроля изменения динамического, температурного и гидрогеохимического режимов подземных вод.

По результатам химических анализов проб была произведена выборка и построены графики изменения температур и среднегодовых содержаний минерализации, алюминия, бора, фторидов, железа, сульфатов. Данные графики отражают эколого – гидрогеохимическую обстановку исследуемой территории не полностью, так как построены по данным химических анализов лишь некоторых скважин и приведены в этой статье только те, которые наиболее ярко показывают изменение показателей среды.

Оценка качества подземных вод проведена относительно предельно-допустимых концентраций (ПДК) компонентов в соответствии с СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества» [3] с учетом содержания компонентов в фоновой скважине 32, расположенной выше предприятия по потоку подземных вод и определяющей качество подземных вод верхнемамырско-нижнебратского водоносного комплекса поступающих на его территорию.

Для Братского района фоновая температура подземных вод (по фоновым данным) составляет + 4 °С. На большей части территории алюминиевого завода прослеживается температурное загрязнение, как братского водоносного горизонта, так и верхнемамырско – нижнебратского водоносного комплекса. Но наиболее ярко оно проявляется в районах расположения гидротехнических сооружений (рис. 1, а) и промплощадки (рис. 1, б).

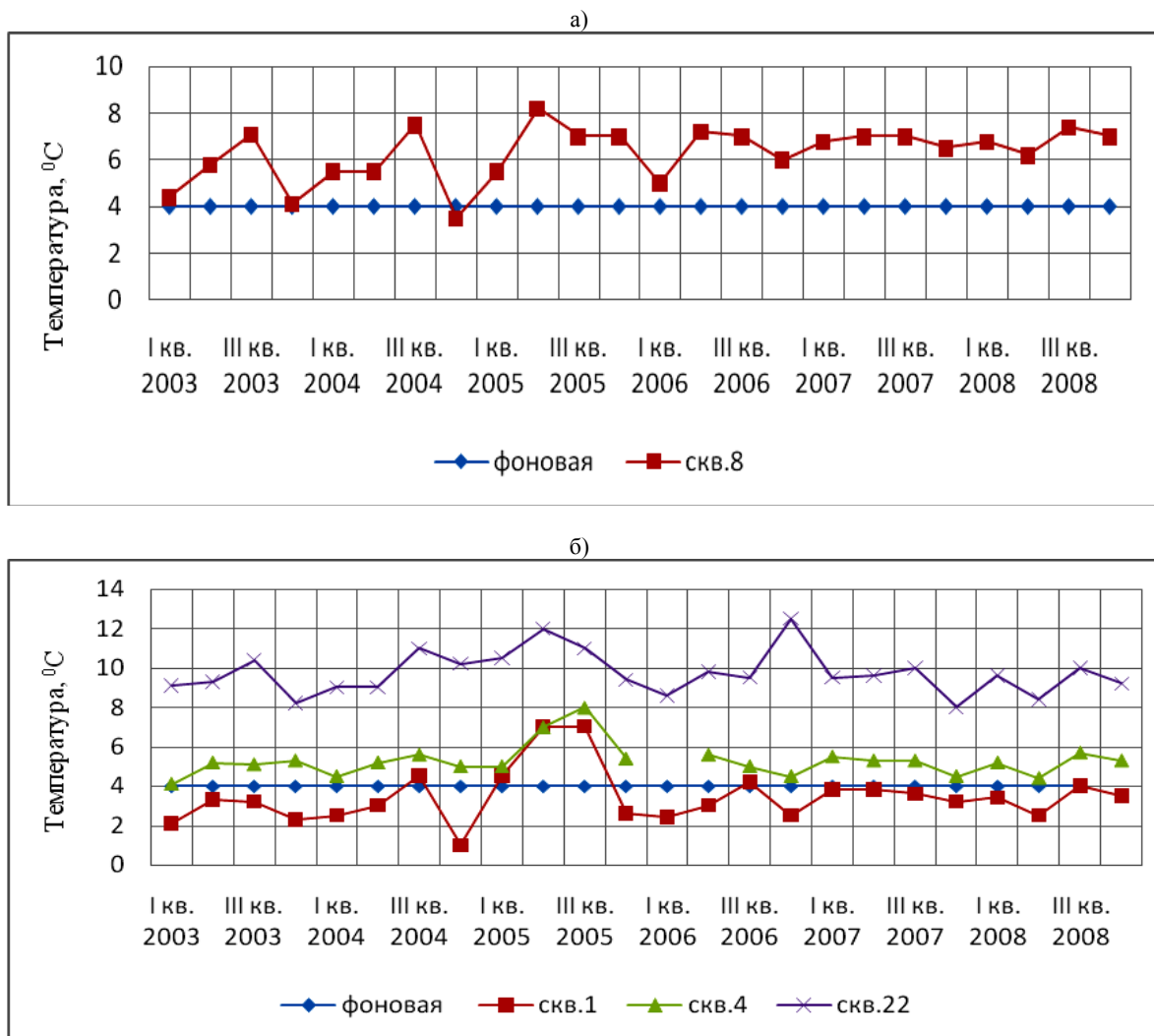


Рис. 1. Графики изменения температуры в подземных водах ( $O_{2-3}m_2-br_1$ ) в районах расположения; а) гидротехнических сооружений и б) промплощадки

Также происходит изменение химического типа подземных вод. Это отражается в росте минерализации и большом содержании сульфатов, не характерном для пресных вод Братского района (рис. 2 а и б).

На территории деятельности алюминиевого завода проявляются высокие содержания фторидов, которые являются характерными загрязнителями (рис. 3 а и б). В фоновой скважине их содержание составляет десятые доли миллиграмм в литре, а в водах скважин в районе промплощадки целые и в районе гидротехнических сооружений - сотни миллиграмм в литре.

По результатам проведенных наблюдений можно отметить, что деятельность предприятия оказывает негативное влияние на состояние подземных вод, которое выражается в изменении их динамического и температурного режимов и химического состава. Наблюдается, что наибольшее влияние на качество подземных вод оказывает эксплуатация комплекса гидротехнических сооружений.

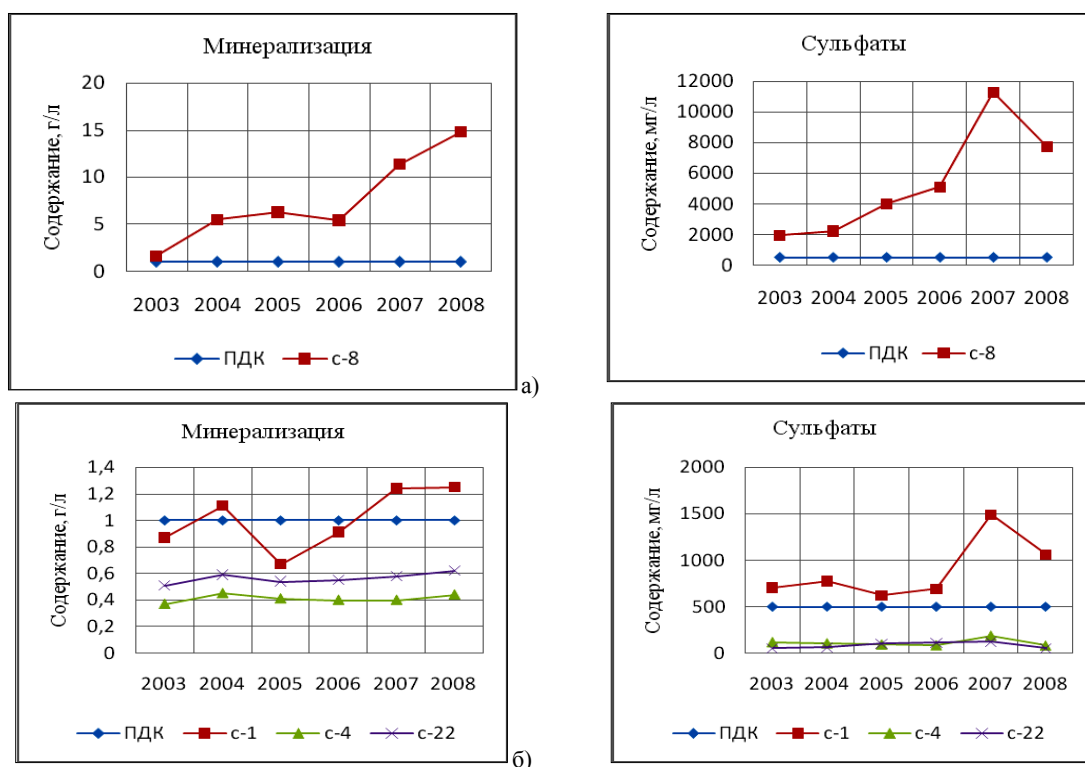


Рис. 2. Графики среднегодовых значений минерализации и содержания сульфатов в подземных водах ( $O_{2,3}m_2-br_1$ ) в районах расположения а) гидротехнических сооружений и б) промплощадки

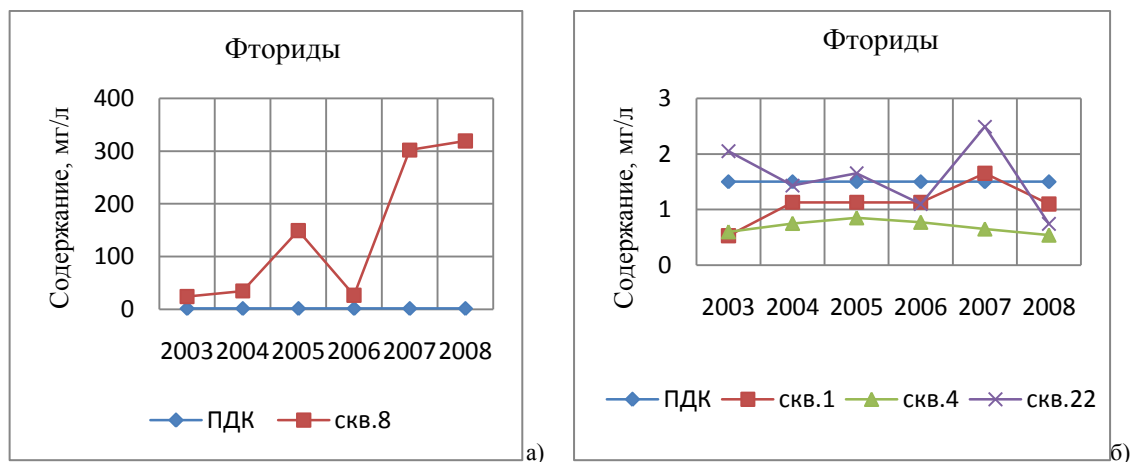


Рис. 3. Графики среднегодовых содержания фторидов в подземных водах ( $O_{2,3}m_2-br_1$ ) в районах расположения; а) гидротехнических сооружений и б) промплощадки

Литература

1. Гольдберг В.М. Методические рекомендации по гидрогеологическим исследованиям и прогнозу для контроля за охраной подземных вод. М., ВСЕГИНГЕО, 1980 г.
2. Отчеты о результатах объектного мониторинга подземных вод по скважинам ведомственной контрольно-наблюдательной сети ОАО «БрАЗ» за 2003 – 2008 гг. Братск, ИП Рыбаков Н.М.
3. СанПиН 2.1.4.1074-01 Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества.

## СТОЧНЫЕ И ПРИРОДНЫЕ ВОДЫ ПЛОЩАДКИ БАЙКАЛ -1 СЕМИПАЛАТИНСКОГО ИСПЫТАТЕЛЬНОГО ПОЛИГОНА

А.А. Курбатова

Научный руководитель профессор Н.М. Рассказов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г.Томск, Россия

**Цель:** установить взаимосвязь состава природных и сточных вод в районе площадки «Байкал-1».

**Задачи:**

- исследование качества сточной воды для разработки корректирующих мер при обнаружении изменений в природных водах;
- определение состава сточной воды по показателям, регламентированным в нормативных документах;
- идентификация источников загрязнения водного объекта;
- сравнить состав природных (подземных) вод с «Санитарно-эпидемиологические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения».

**Актуальность работы:** выяснение влияния площадки на водные природные ресурсы района и установление возможности сброса сточных вод на прилегающую территорию.

Семипалатинский полигон расположен в С-В части Казахстана в степной и полупустынной зоне. Площадка находится на расстоянии 70 км к югу от г. Курчатова. [1].

**Система сброса сточных вод**

Хозяйственно-бытовые сточные воды жилой зоны поступают на сооружения биологической очистки сточных вод. После очистки сточная вода сбрасывается на рельеф.

Хозяйственно-бытовые сточные воды технической зоны поступают в:

- канализационную насосную станцию; затем они самотеком поступают в септик объемом 5 м<sup>3</sup>; и затем сбрасываются на рельеф.

Производственные сточные воды технической зоны поступают в:

- накопительно-испарительный бассейн, исключающий проникновение воды в грунт.

Сточные воды из септиков сбрасываются на рельеф, а сточная вода из накопительно-испарительного бассейна испаряется. Состав сточных вод приведен в табл. 1-2 [2].

**Гидрогеология района**

В гидрогеологическом строении принимает участие один водоносный горизонт, приуроченный к верхней трещиноватой зоне скальных пород на глубине 12-14 м. Направление грунтового потока в сторону р. Иртыш. Уклон его зеркала составляет 0,003. Коэффициент фильтрации водовмещающих пород – от 0,19 до 0,6 м/сут.

По катионному составу эти воды относятся к натриевым, реже к магниевым, а по анионам - преимущественно к хлоридным и хлоридно-сульфатными (табл. 3).[2]. Грунтовые воды на глубине 2,5-4 м. имеют общую минерализацию 3 - 10 г/л, что дает возможность отнести их к средне минерализованным. Вода без цвета и запаха. По значению величины рН воды можно отнести к нейтральным и слабокислым. Температура верхнего слоя воды составляет +9 °С до глубины 35 м она постепенно повышается и на глубине 35 м достигает +11 °С.

Состав подземных вод в табл. 4.

Сравнение состава подземных вод с нормами оценки качества воды питьевого водоснабжения в табл. 5.

Таблица 1

Проба 1, отобранная 16 июля 2009 на площадке 1А «Байкал-1»

Определяемые элементы	ПДС, мг/л	Результаты определения, мг/л	В реке Иртыш (апрель)	Водопровод (апрель)
Взвеш. вещества	48,0	39,0	--	--
Сухой остаток	285,0	240,5	--	--
БПКполн.	5,4	4,5	--	--
Аммоний солевой	6,0	5,0	--	--
Нитриты	0,05	0,055	1,03	0,96
Нитраты	1,15	0,86	0,008	0,0034
Фосфаты	0,82	0,52	--	--
Хлориды	121,00	50,63	10,8	12,7
Сульфаты	37,0	24,72	33,9	43,5
СПАВ	0,067	0,048	--	--
Железо общее	0,25	0,2	0,10	0,046
Медь	0,02	0,02	--	--
Кобальт	0,01	--	--	--

Таблица 2

Проба 2, отобранная 16 июля 2009 на площадке 1Б «Байкал-1»

Определяемые элементы	ПДС, мг/л	Результаты определения, мг/л	В реке Иртыш (апрель)	Водопровод (апрель)
Взвеш. вещества	33,50	29,5	--	--
Сухой остаток	278,0	235,5	--	--
БПКполн.	5,20	4,9	--	--
Аммоний солевой	6,0	5,0	--	--
Нитриты	0,3	0,264	1,03	0,96
Нитраты	1,10	0,75	0,008	0,0034
Фосфаты	0,81	0,81	--	--
Хлориды	73,90	45,55	10,8	12,7
Сульфаты	54,70	32,4	33,9	43,5
СПАВ	0,06	0,043	--	--
Железо общее	0,26	0,2	0,10	0,046
Медь	0,01	0,005	--	--
Кобальт	0,01	--	--	--

**Методические исследования**

- пробы по скважинам отбиралась с глубины от 2,5 до 4,1 метра;  
 - анализ вод проводился в лабораторных условиях ; рН – потенциметрически, хлориды – титрометрия, сульфаты – колориметрия, гидрокарбонат – титрометрия, кальций – титрометрия, жесткость – титрометрия, взвешенные вещества - гравиметрически, сухой остаток – гравиметрически, нитриты - фотоколориметрия, нитраты – колориметрия, хлориды – аргентометрически, фосфаты – фотоколориметрически, железо общее – фотоколориметрически.

- Сфон. (среднее) рассчитывалось с помощью программы Excel.

- было проведено сравнение состава подземных вод с «Санитарно-эпидемиологические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения» (табл. 4).

**Вывод:** при сравнении состава подземных соленых вод с нормами оценки качества воды хозяйственно-го водоснабжения СанПиН 2.1.4.1074-01 (2002 г.), можно обоснованно сделать вывод, что воды непригодны для такого водоснабжения.

Анализ приведенных характеристик площадки «Байкал-1» дает возможность сделать также вывод о том, что, комплекс «Байкал-1» по составу сточных вод не оказывает вредного воздействия на водные ресурсы данного района и поэтому вполне возможно производить сброс сточных вод на прилегающую территорию.

Таблица 3

Состав подземных вод площадки «Байкал – 1», мг/л

№ скважин	Ж	рН	CO <sup>2</sup> <sub>своб</sub>	Cl	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Na <sup>+</sup>	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	Минерализация
1	6,3	6,9	17,6	680,77	1054	287,6	909,49	16,15	30,4	3057
2	37,4	7,3	88	1063,7	3085	756,4	1592,21	440,88	187,26	7268
3	42	7,1	88	1241	2945,5	786,6	1539,22	480,96	218,88	7264
4	96,8	7	39,2	957,34	2165	732	1032,08	428,86	216,45	5620
5	39,3	7,2	70,4	1099,17	2114,95	780,8	1115,95	456,91	200,64	5740
6	3,7	7,1	17,6	709,14	865	317,2	908,69	44,09	18,24	2703,7
7	4,3	6,9	26,4	585,04	849	317,2	806,73	50,1	21,89	2471,3
8	22,1	7,2	79,2	460,94	1595	402,6	706,25	252,5	115,52	3331,5
С <sub>фон.</sub> (ср.)				849,63	1834,18	547,55	1076,31	271,306	126,16	4681,9

Таблица 4

Сравнение показателей состава подземных вод на площадке с ПДК

Загрязняющее вещество	Величина загрязняющего вещества в водах	Величина ПДК, мг/л
Сухой остаток	-	1000
Нитриты	-	3,0
Нитраты	-	45,0
Хлориды	849,63	350,0
Сульфаты	1834,18	500,0
Фосфаты	-	3,5
СПАВ	-	0,5
Аммоний солевой	-	2,6
Железо	-	0,3
Медь	-	1,0
Кобальт	-	0,1

## Литература

1. Калиакпар Калемулы, Правда о полигоне, 2005. – 175 с.
2. Проект нормативов допустимых сбросов и загрязняющих веществ со сточными водами на рельеф местности для Дочернего Государственного предприятия «Институт Атомной Энергии» Республиканского государственного предприятия «Национальный Ядерный Центр Республики Казахстан».
3. www.info.poligon.kz.

**ВОЗМОЖНЫЕ ПУТИ РАЗРЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ КАЧЕСТВА  
ХОЗЯЙСТВЕННО-ПИТЬЕВОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ КРУПНЫХ ГОРОДОВ  
(НА ПРИМЕРЕ Г. КАЗАНИ)**

**Н.А. Курлянов, З.Г. Файзрахманова**

Научный руководитель доцент Р.Х. Мусин

*Казанский государственный университет им. В.И. Ульянова-Ленина, г. Казань, Россия*

Важнейшей мировой проблемой двух последних десятилетий является проблема качественного состояния окружающей среды [1, 10]. Вследствие её неуклонной деградации чрезвычайно актуальны вопросы, связанные с обеспечением жизнедеятельности человечества (минеральные-, энерго- и др. ресурсы), наиболее приоритетными из которых являются продовольственное- и водоснабжение.

Проблему качества хозяйственно-питьевого водоснабжения можно продемонстрировать следующими данными [3]: около 80 % всех заболеваний в развивающихся странах связано с употреблением некачественной воды; в России к началу XXI в. было загрязнено (участками экстремально) ~70 % поверхностных вод и ~30 % объема пресных подземных вод; ~70 % предприятий жилищно-коммунального хозяйства подают потребителям воду, качество которой не отвечает санитарным нормам. Даже в наиболее богатой стране мира – США данная проблема стоит очень остро [5], поэтому одной из наиболее высокооплачиваемых там стала специальность гидрогеолога [4].

Водоснабжение крупных городов России (Москва, Санкт-Петербург, Н. Новгород и др.) базируется на использовании поверхностных вод. В связи с прогрессирующим загрязнением поверхностной гидросферы затраты на очистку единицы объема воды, как и затраты на утилизацию осадков, образующихся на фильтрах очистных сооружений, неуклонно возрастают, при этом очистка не всегда гарантирует 100 % питьевое качество воды на выходе с очистных сооружений. Исключением не является и г. Казань, где 80-90 % водопотребностей покрывается за счет использования воды Куйбышевского водохранилища. Её ежесуточный отбор составляет 540 тыс. м<sup>3</sup>, из них 440 тыс. м<sup>3</sup> идут на удовлетворение хозяйственно-питьевых нужд [2]. Кроме волжской воды в отдельных районах города для хозяйственно-питьевого водоснабжения (ХПВ) используют воды ряда подземных водозаборов.

Воды Куйбышевского водохранилища в районе г. Казани (в частности в районе Волжского водозабора) имеют минерализацию (по сухому остатку) 0,3-0,4 г/дм<sup>3</sup>, общую жесткость 3-5 ммоль/дм<sup>3</sup>, а по удельному комбинаторному индексу загрязнённости воды (УКИЗВ) они относятся к классу качества 4 – «грязные». Максимальное превышение ПДК обычно характерно для тяжёлых металлов (Cu, Mn, Zn) и таких показателей как биохимическое и химическое потребление кислорода (БПК и ХПК). Качество же воды, подаваемой в водопроводную сеть, высокое. Из более чем 50 тыс. ежегодно проводимых химических и микробиологических анализов воды, количество нестандартных анализов (не соответствующих питьевому качеству) редко когда превышает 3 % [2]. Воды подземных водозаборов подаются в водопроводную сеть без серьёзной водоподготовки, при этом их состав варьирует в широком диапазоне, а качество очень часто не отвечает санитарным нормам, чаще всего по величине общей жесткости и концентрациям железа. Невысокое качество подземных вод в системе централизованного водоснабжения Казани и не совсем благоприятное состояние волжской воды непосредственно у потре-

бителей (запах хлорки, мутность, иногда буровато-жёлтый цвет) обусловили то, что значительная часть населения для удовлетворения питьевых нужд использует: воду родников, расположенных непосредственно в черте и ближайших окрестностей города; бутылированную воду, реализуемую как в торговых центрах, так и развозимую заказчиком многочисленными малыми предприятиями; воду, разливаемую в тару потребителя в специальных киосках, которые появились практически во всех районах 1,5-2 года назад; а также бытовые фильтры для очистки водопроводной воды.

Целью работы авторов было выявление качества водопроводной воды в разных районах Казани, родниковой воды наиболее популярных источников; бутылированной воды, интенсивно рекламируемых и относительно недорогих марок; воды, разливаемой в киосках; а также проверка надёжности и эффективности работы популярных бытовых фильтров для доочистки водопроводной воды «Барьер» и «Аквафор». При проведении аналитических исследований определялись преимущественно компоненты, входящие в состав сокращенного химического анализа воды по [6], при этом использовались стандартные методики [8].

Результаты исследований:

Водопроводная вода в большей части районов города удовлетворяет требованиям санитарных норм [7], лишь в отдельных микрорайонах, где для ХПВ используются подземные воды, зафиксированы повышенные значения общей жёсткости – 8-9 ммоль/дм<sup>3</sup>, но при этом практически везде отмечаются не совсем удовлетворительные органолептические свойства воды – опалесценция (слабая мутность), часто неприятный (железистый) привкус, слабый запах хлорки.

Воды всех городских родников непригодны для питья: жёсткость – 8-14 ммоль/дм<sup>3</sup>, содержания нитратов 40-120 мг/дм<sup>3</sup>, перманганатная окисляемость – 5-10 мг О/дм<sup>3</sup>.

Воды, бутылированные в ёмкости 5 л и реализуемые в торговых центрах по цене 23-67 рублей, обладают питьевым качеством, но оно у всех проанализированных марок воды не достигает категории высшего питьевого качества по [9], хотя отдельные организаторы розлива сопровождают бутылки соответствующими надписями. Особенностью бутылированных вод часто является несоответствие наименования воды и параметров её состава, отраженных на этикетках, реальным показателям состава и качества воды.

Воды, бутылированные в ёмкости 19,2 л и доставляемые заказчику (вариации цены за литр – 4,4-8,8 руб.), также в основном обладают питьевым качеством, но в отдельных случаях были зафиксированы сверхпредельные концентрации железа, нитратов и значения окисляемости, другим настораживающим фактором является выявленная закономерность, что некоторые марки воды обладают довольно значительно варьирующим составом (именно в этих водах отмечалась питьевая некондиционность).

Воды, разливаемые в специальных киосках по цене 1,5-2 рубля за литр, в отдельных пунктах розлива отличались повышенной жесткостью – 7,5-8,5 ммоль/дм<sup>3</sup> и перманганатной окисляемостью – 6 мг О/дм<sup>3</sup>.

Бытовые фильтры «Барьер» и «Аквафор», имеющие по данным производителей средний ресурс 300 л, при доочистке водопроводной воды с жёсткостью 9 ммоль/дм<sup>3</sup> показали меньшую производительность.

**Выводы.** В крупных городах, где водопроводная сеть имеет протяженность многие сотни километров, и основная её часть представлена металлическими трубами, довольно проблематично выдержать высокое питьевое качество воды непосредственно у потребителей. В связи с этим необходимо всемерно поощрять и поддерживать как на региональном, так и федеральном уровнях организацию разнообразных систем питьевого водоснабжения населения и более строго следить за качеством реализуемой в той или иной форме воды, а также за добросовестностью выполнения лицензионных соглашений организаторами розлива. Целесообразно – оградить население от родников с некачественной водой путём их отвода в гидросеть или коллектора, или путём простого вывешивания у источников табличек с характеристикой качества воды; при первом выявлении питьевой некондиционности бутылированных и разливаемых вод предавать широкой огласке марки воды, пункты их продажи и организаторов розлива, а при повторном выявлении некачественности реализуемых вод лишать лицензий организаторов розлива; просвещение населения путём создания доступных и красочных телевизионных передач о воде (особенности состава и структуры, свойства), системах водоподготовки, влиянии воды на здоровье и т.д., и ввести в эфир регионального телевидения еженедельную короткую программу – подобно прогнозу погоды – о состоянии систем жизнеобеспечения населённых пунктов (продовольственное, питьевое, лекарственное и др. снабжение; качество атмосферного воздуха, воды и др. компонентов среды; марки наиболее качественных продуктов, включая воду, и их поставщики и т.д.).

#### Литература

1. Голубев Г. Н. Геоэкология. Учебник для студентов высших учебных заведений. – М.: Изд-во ГЕОС, 1999. – 338 с.
2. Государственный доклад о состоянии природных ресурсов и об охране окружающей среды Республики Татарстан в 2005 г.; научный редактор Торсуев Н. П. – Казань, 2006. – 494 с.
3. Зекцер И. С. Подземные воды как компонент окружающей среды. – М.: Научный мир, 2001. – 328 с.
4. Мироненко В. А., Румынин В. Г. Проблемы гидрогеоэкологии: Монография в 3 т. – М.: Издательство Московского государственного горного университета. – Т. 1. Теоретическое изучение и моделирование геомиграционных процессов, 1998. – 610 с.
5. Небел Б. Наука об окружающей среде: Как устроен мир: В 2 т. – Т. 1. Пер. с англ. – М.: Мир, 1993. – 424 с.
6. Отраслевой стандарт. Воды подземные. Классификация по химическому составу и температуре. – М.: ВСЕГИНГЕО, 1986. – 12 с.
7. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества: Санитарные правила и нормы: СанПиН 2.1.4.1074-01. – М.: Информационно-издательский центр Госкомсанэпиднадзора России, 2001. – 113 с.
8. Резников А. А., Муликовская Е. П., Соколов И. Ю. Методы анализа природных вод. – 3-е изд. переработано и

- дополнено – М.: Недра, 1970. – 488 с.
9. Экологически чистые подземные питьевые воды (минеральные природные столовые). Рекомендации по освоению перспективных участков для добычи с целью промышленного розлива. – М.: ГИДЭК, 1998. – 31 с.
10. Экология, охрана природы, экологическая безопасность, под редакцией А.Т.Никитина, С.А.Степанова. – М.: Издательство МНЭПУ, 2000. – 648 с.

### КАЧЕСТВО ВОД Р. ТОМИ В РАЙОНЕ СБРОСА СТОЧНЫХ ВОД Г. ТОМСКА

С.К. Леушина

Научный руководитель доцент Р.Ф. Зарубина

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

**Актуальность** тематики обусловлена влиянием вод, возвращаемых в природу, на качество поверхностных вод в районе сброса вод. Рассмотрение вопросов, связанных с оценкой качества вод и с методами очистки вод, возвращаемых в природу имеет как теоретическую, так и практическую значимость.

**Целью работы** является исследование качества вод р. Томи для целей рыборазведения в районе сброса сточных вод г. Томска и оценка эффективности очистки сточных вод существующим методом и перспективным методом электроразрядной обработки в слое металлических гранул.

Канализационные очистные сооружения хозяйственно-бытовых и производственных сточных вод являются муниципальной собственностью Департамента недвижимости г. Томска. В настоящее время их обслуживает ЗАО «Городские очистные сооружения». Очистные сооружения были введены в эксплуатацию в 1980 году – первая очередь и в 1995 году – вторая очередь. Проектное расширение производства было произведено с 146 тыс. м<sup>3</sup>/сутки до 220 тыс. м<sup>3</sup>/сутки в 1993 году. Вторая очередь очистных сооружений обеспечивает очистку стоков в объеме 220 тыс. м<sup>3</sup>/сутки, в том числе:

-г. Томск (172 000 м<sup>3</sup>/сутки);

-ТЭЦ-3 (4 000 м<sup>3</sup>/сутки);

-ТНХК с сельхозпредприятиями и ливневый амбар ТНХК (44 000 м<sup>3</sup>/сутки).

На очистных сооружениях сточные воды г. Томска подвергаются механической и биологической обработке. Сброс очищенных сточных вод производится по 2-х км коллектору в р. Томи у с. Орловка.

По полученным данным в июле 2008 г. воды р. Томи у с. Орловка (выше и ниже села) по классификации О.А. Алекина являются пресными с малой минерализацией, гидрокарбонатными кальциевыми; по величине рН воды характеризуется в диапазоне от нейтральных до слабощелочных; по жесткости – как мягкие (табл. 1). Результаты исследований вод в июле 2008 г. в целом соответствуют среднепогодным значениям, и качество вод характеризуется как «слабо загрязненные» и «загрязненные».

По химическому составу биологически очищенная сточная вода является пресной, гидрокарбонатной, натриево-кальциевой, слабощелочной и жесткой. Несмотря на различные источники сточных вод, поступающих на ГОС г. Томска, биологически очищенная сточная вода по макрокомпонентному составу незначительно отличается от состава вод р. Томи (табл. 1), но в ней повышено содержание натрия, солей жесткости, нитратов.

Таблица 1

Классификация вод р. Томи в районе выпуска сточных вод ГОС г. Томска и очищенных сточных вод ГОС г. Томска по минерализации, химическому составу, величинам рН и общей жесткости

Наименование	По минерализации согласно О.А. Алекину	Классификация О.А. Алекина по хим. составу		По рН (Гусева и др., 2001)	По жесткости (Гусева и др., 2001)
		Класс	Группа		
Воды р. Томи выше с. Орловки <sup>1)</sup>	малой минерализации	НСО <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Са <sup>2+</sup>	нейтр.	Мягкие
Воды р. Томи ниже с. Орловки <sup>1)</sup>	малой минерализации	НСО <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Са <sup>2+</sup>	слабощелочн.	Мягкие
Биологически очищенная сточная вода ЗАО ГОС г. Томска <sup>2)</sup>	Пресная, малой минерализации	НСО <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Na <sup>+</sup> , Са <sup>2+</sup>	слабощелочн.	Жесткая
Биологически очищенная сточная вода ЗАО ГОС г. Томска после электроразрядной обработки в слое металл. гранул <sup>2)</sup>	Пресная, малой минерализации	НСО <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Na <sup>+</sup> , Са <sup>2+</sup>	слабощелочн.	Жесткая

**Примечание:** 1) по материалам инженерно-экологических изысканий, выполненных в ТПУ в июле 2008 г., 2) результаты автора, 2009 г.



Таблица 2

Содержание отдельных компонентов в сточных водах в сравнении с ПДК<sub>р</sub> и эффективность их очистки на ГОС г. Томска

Компонент, мг/л	$C_{i, \text{вход}}$	$C_{i, \text{выход}}$	Эф. о., %	ПДК <sub>р</sub> [1]
Фосфаты по Р	3,8	1,75	54	0,05
Нитриты	0,13	0,44	0	0,08
Нитраты	1,34	66,5	0	40
Азот аммонийный	27,21	2,24	92	0,39
Взвешенные в-ва	69,5	9,63	86	6,75
Нефтепродукты	1,6	0,33	79	0,05
Алюминий	0,18	0,068	62	0,04
БПК полн.	70,1	7,45	89	3
Фенол	0,145	0,001	100	0,001
Железо общ.	1,92	0,39	80	0,1

Эксперимент по дополнительной очистке сточных вод, отобранных в июне 2009 года, с помощью электрического разряда в слое металлических гранул [2] показал, что содержание нитритов и нитратов уменьшается незначительно, а содержание фосфатов уменьшается резко до величины нормативов качества вод для рыбопроизводства.

Эффективность биологической очистки по исследуемым компонентам удовлетворительна. Использование дополнительной очистки сточных вод методом электроразрядной обработки в слое металлических гранул практически полностью очищает сточные воды от фосфатов.

В целом сточные воды г. Томска не изменяют качество воды р. Томи.

#### Литература

1. Перечень предельно допустимых концентраций и ориентировочно безопасных уровней воздействия вредных веществ для воды рыбохозяйственных водоемов. – М.: ТОО «Мединор», 1995.
2. А. А. Андрейченко, В. И. Черкашин, О. Ю. Гончаров, Н. А. Яворовский. Электроразрядные технологии в системах водоснабжения хозяйственно-питьевого назначения. //Основные водохозяйственные проблемы и пути их решения. Материалы научно-практической конференции, г. Томск, 2005 / Томскводоканал; Сост. Л. В. Герб. — Томск, 2005.

### ИЗУЧЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ПОДЗЕМНЫХ ВОД АТЛЫМ-НОВОМИХАЙЛОВСКОГО ВОДОНОСНОГО ГОРИЗОНТА НА ТЕРРИТОРИИ УРАЙСКОГО ГОРОДСКОГО ВОДОЗАБОРА

**А.В. Лохман, И.Н. Безуглая-Анненкова, О.А. Боровкова**

Научный руководитель доцент И.Н. Безуглая-Анненкова

ООО Научно-исследовательская фирма «РосНедра», г. Тюмень, Россия

Качество воды хозяйственно-питьевого назначения должно удовлетворять гигиеническим нормам, предусматривающим ее безопасность в эпидемическом отношении, безвредность химического состава и благоприятные органолептические свойства. Допустимые концентрации химических веществ, преимущественно встречающихся в природных водах или добавляемых в процессе ее обработки, не должны превышать нормативов, установленных СанПиН 2.1.4.1074 от 2001 года «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества».

При прогнозировании изменения качества воды в водозаборе должны быть учтены гидрогеологическая обстановка и гидрохимические условия района размещения водозабора, выявлены источники питания подземных вод, установлены существующие и возможные источники загрязнения и их гидродинамическая активность. Мероприятия по очистке воды должны быть выбраны в результате сопоставления качественных характеристик воды с теми требованиями, которые предъявляют санитарные нормы.

В данной работе авторы рассматривают превышение некоторых нормируемых показателей качества воды Урайского городского водозабора. Задачей ставится не столько заранее обнаружить, сколько своевременно предупредить возможность поступления загрязнителя в водоносный пласт.

Город Урай в административном отношении находится в пределах Кондинского района Ханты-Мансийского автономного округа Тюменской области. Для хозяйственно-питьевого водоснабжения города эксплуатируется Урайское месторождение пресных подземных вод хозяйственно-питьевого и производственного назначения, где каптируются воды атлым-новомихайловского водоносного горизонта. Урайский городской водозабор начал эксплуатироваться с 1968 года [1].

По химическому составу воды атлым-новомихайловского водоносного горизонта на изучаемом водозаборе относятся к гидрокарбонатным кальциевым.

Санитарное состояние подземных вод оценивалось по 181 пробе, отобранной в разное время года из водозаборных скважин за последние годы эксплуатации водозабора. В качестве нормативного документа использо-

вался СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества».

Авторами было проанализировано изменение качества воды во времени по отдельным компонентам химического состава Урайского городского водозабора по 25 скважинам. На примере скважины № 42 Урайского городского водозабора показано превышение уровня ПДК для некоторых отдельных компонентов - общее железо, алюминий и марганец. Авторами были построены графики изменения во времени данных компонентов.

Железо является элементом, присутствие которого чрезвычайно осложняет решение проблемы водоснабжения во многих регионах. Наличие его в водопроводной воде может придавать ей плохой вкус, вызывать отложение осадка и зарастание водопроводных труб [1] и отрицательно влиять на организм.

Для Тюменской области норматив содержания общего железа ( $Fe_{общ}$ ) в подземной воде составляет 1 мг/л. Повышенное содержание железа встречено во всех пробах; значения колеблются от 5,3 до 18,6 мг/л, в среднем – 9,55 мг/л (отклонение от нормы в 18 раз) (рис. 1) [2].

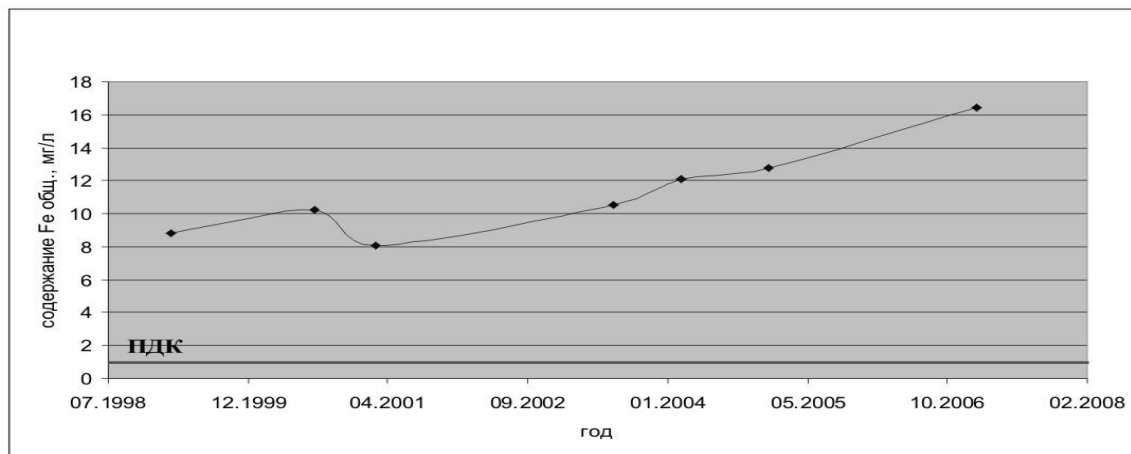


Рис. 1. Изменение содержания  $Fe_{общ}$  в скважине № 42 на Урайском городском водозаборе

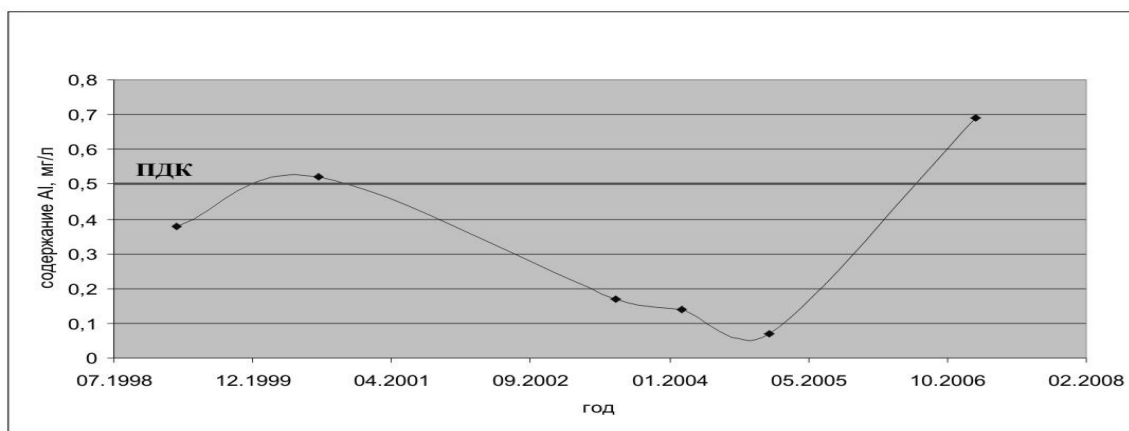


Рис. 2. Изменение содержания Al в скважине № 42 на Урайском городском водозаборе

Надо отметить, что повышенное содержание общего железа и марганца в подземных водах Западной Сибири характерно для гидрогеологических условий всего Западно-Сибирского мегабассейна и должно рассматриваться как фоновое. Их наличие связано с естественными причинами: сильная заболоченность территории, наличие в разрезе большого количества растительного детрита, железистых минералов и т.д., которые являются основными поставщиками указанных компонентов.

Алюминий является санитарно-токсикологическим показателем вредности, предельно допустимые концентрации установлены на уровне 0,5 мг/л. Содержание алюминия в подземных водах на территории водозабора имеет некоторый разброс: от 0,01 до 0,81 мг/дм<sup>3</sup>, при среднем значении 0,21 мг/дм<sup>3</sup>; при проведении полевых работ в пробах был обнаружен алюминий в количестве менее 0,04 мг/л. В некоторые дни по водозаборным скважинам отмечены превышения ПДК по алюминию в 1,6 раза в 16 пробах (рис. 2) [2].

Норма содержания марганца в соответствии с требованиями СанПиН 2.1.4.1074-01 составляет 0,1 мг/л. Фактически в подземных водах атлым-новомихайловского горизонта его содержание изменяется от 0,01 до 1,7 мг/л, при среднем значении 0,43 мг/л. В 137 пробах из 155 выявлено превышение ПДК. В пробах воды при проведении ОФР обнаружено повышенное содержание марганца до 0,23 мг/л и 0,46 мг/л (рис. 3) [2].

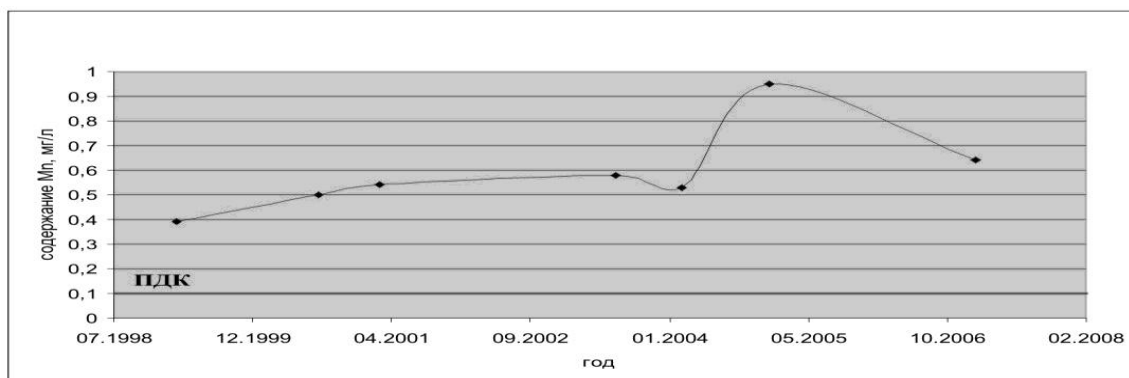


Рис. 3. Изменение содержания Mn в скважине № 42 на Урайском городском водозаборе

Сделанный авторами данной работы анализ изменения содержания отдельных компонентов показал, что амплитуды колебаний химических компонентов незначительные и от срока эксплуатации напрямую не зависят и не ведут к серьезному ухудшению качества воды.

На территории водозабора существует система очистки и кондиционирования добываемой подземной воды. Проведенные анализы по химическому составу воды, выходящей с очистных сооружений, позволяют сделать вывод о том, что существующая схема водопроводных очистных сооружений позволяет довести качество подземных вод до кондиционного уровня.

#### Литература

1. Безуглая-Анненкова И.Н., Безуглый А.В., Семенова Т.В. Переоценка эксплуатационных запасов подземных вод на территории водозабора города Урая для хозяйственно-питьевых целей. – Тюмень: РосНедра, 2007. – 202 с.
2. СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества».

### ЗАГРЯЗНЕНИЕ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ОЗЕР УРАЛА ПРИ ГОРНОПРОМЫШЛЕННОМ ТЕХНОГЕНЕЗЕ

А. В. Масленникова

Научный руководитель доцент В. Н. Удачин  
Институт Минералогии УрО РАН, г. Миасс, Россия

Южный и Средний Урал характеризуются большой плотностью предприятий горно-промышленного профиля, значительно загрязняющих окружающую среду. Донные отложения озер являются источником информации об особенностях загрязнения территории. На содержание микроэлементов нами были проанализированы донные отложения оз. Иткуль (в 20 км от предприятия ЗАО «Уфалейникель») и оз. Уфимское (в 7 км от ЗАО «Карабашмедь»). Целью исследования было определение степени техногенного загрязнения данных озер.

Оз. Иткуль расположено на восточном макросклоне Уральского хребта на севере Челябинской области. Площадь акватории озера 30 км<sup>2</sup>, максимальная глубина 16,6 м. Вода в озере пресная, с минерализацией около 167 мг/л (Челябинская область, 1995).

Оз. Уфимское расположено на восточных склонах Южного Урала. Площадь акватории озера 2 км<sup>2</sup> (Энциклопедия Челябинской области, 2006).

Колонки донных осадков оз. Иткуль (470 см) и оз. Уфимское (451 см) были взяты со льда в апреле 2008 г. Неконсолидированные донные отложения верхней части колонки мощностью 30 см отобраны пробоотборником гравитационного типа с закрывающейся диафрагмой. Остальную часть колонки отбирали поршневой трубкой с гидрозатвором.

Анализ микроэлементов в высушенных и измельченных пробах выполняли после кислотного вскрытия методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (ICP-MS, аналитик Д.В. Киселева, Институт геологии и геохимии УрО РАН).

Для оценки загрязнения озер использовали коэффициент загрязнения (C<sub>c</sub>) (Håkanson L., 1980) и коэффициент обогащения (EF) (Wiersma, 1986)

Коэффициент загрязнения (C<sub>c</sub>) определялся по формуле:

$$C_c = C_i / C_f$$

где C<sub>i</sub> – содержание вещества в поверхностном слое (0-2 см) донных отложений, C<sub>f</sub> – фоновое значение, определенное с глубины 150 см. колонки донных отложений (заведомо доиндустриальный период). При низком загрязнении донных отложений (n) C<sub>c</sub> < 1, при умеренном (u) - 1 ≤ C<sub>c</sub> < 3, при значительном (z) - 3 ≤ C<sub>c</sub> < 6.

При высоком (v) C<sub>c</sub> ≥ 6.

Степень загрязнения озера (C<sub>z</sub>) определялась как сумма всех коэффициентов загрязнения, больших единицы: C<sub>z</sub> = Σ C<sub>c</sub>.

Фактор обогащения рассчитывался относительно кларков концентрации элементов в литосфере по Фортестью (Fortescue, 1992) с использованием формулы:

$$EF = (C_i/C_{sci}) / (C_{in}/C_{sc}),$$

где  $C_i$  – содержание вещества в пробе донных отложений  $C_{sci}$  – содержание  $Sc$  в пробе донных отложений где  $C_{in}$  – кларк элемента в литосфере,  $C_{sc}$  – кларк  $Sc$  в литосфере.

Результаты подсчета коэффициентов загрязнения и обогащения, а также относительная оценка степени загрязнения озер по элементам представлены в табл. 1.

В оз. Уфимское низкий коэффициент загрязнения характерен для  $Sc$ ,  $Sr$ ,  $Li$ ,  $Co$ ,  $Ta$ ,  $Hf$ ,  $P3Э$ , умеренный –  $Ba$ ,  $Mn$ ,  $Ni$ ,  $Se$ , значительный –  $Tl$ , высокий –  $Cu$ ,  $Zn$ ,  $Cd$ ,  $Pb$ ,  $Bi$ ,  $Sb$  (рис. 1). Наибольшие значения факторов обогащения характерны для  $Cd$ ,  $Pb$ ,  $Sb$ ,  $Se$  (рис. 2).

Таблица

Характеристики загрязнения озер

Озеро	оз. Иткуль			оз. Уфимское		
	EF	Сс	загрязнение	EF	Сс	загрязнение
Sc	1	1,45	u	1	0,15	n
Ba	8,9	1,42	u	24,19	1,22	u
Sr	1,13	0,79	n	3,24	0,9	n
Li	3,69	0,86	n	15,38	0,88	n
Mn	55,71	23,49	v	7,95	2,21	u
Co	3,35	1,08	u	8,72	0,96	n
Ni	9,84	1,56	u	8,7	1,46	u
Cu	3,48	1,11	u	683,5	14,9	v
Zn	9,32	1,73	u	343,6	18,6	v
Cd	68,06	4,48	z	2800,7	60,8	v
Pb	25,64	5,64	z	2844,5	191,6	v
Bi	4,8	3,86	z	311,9	140,7	v
Sb	34,06	7,97	v	2322,9	128	v
Se	131,45	1	n	1366,6	1,5	u
Tl	3,09	1,47	u	44,05	3,33	z
Ta	0,48	0,75	n	2,12	0,61	n
Hf	0,58	0,66	n	3,88	0,79	n
La	3,07	0,8	n	52,04	0,73	n
Ce	3	0,78	n	27	0,67	n
Pr	3,2	0,81	n	66,54	0,7	n
Nd	3,09	0,78	n	68,42	0,68	n
Sm	2,82	0,82	n	71,08	0,69	n
Eu	2,07	0,77	n	48,83	0,73	n
Gd	2,68	0,73	n	67,34	0,68	n
Tb	2,06	0,8	n	50,72	0,73	n
Dy	0,21	0,83	n	4,38	0,69	n
Ho	1,96	0,83	n	36,19	0,69	n
Er	1,83	0,72	n	31,96	0,73	n
Tm	1,93	0,8	n	27,99	0,71	n
Yb	1,79	0,78	n	25,16	0,71	n
Lu	2,11	0,78	n	25,96	0,69	n

Для оз. Иткуль низким коэффициентом загрязнения характеризуются те же элементы, что и в оз. Уфимском, исключая  $Sc$  и  $Co$ , умеренным –  $Ba$ ,  $Sc$ ,  $Co$ ,  $Ni$ ,  $Tl$ ,  $Cu$ ,  $Zn$ , значительным –  $Cd$ ,  $Pb$ ,  $Bi$ . Высокое значение коэффициентов обогащения, кроме тех же элементов, что и в оз. Уфимское, имеет  $Mn$ , что можно объяснить не процессами загрязнения, а высоким природным содержанием  $Mn$  в наилке. Также были отмечены гораздо большие значения коэффициентов обогащения (EF) и загрязнения (Сс) для элементов-загрязнителей оз. Уфимское.

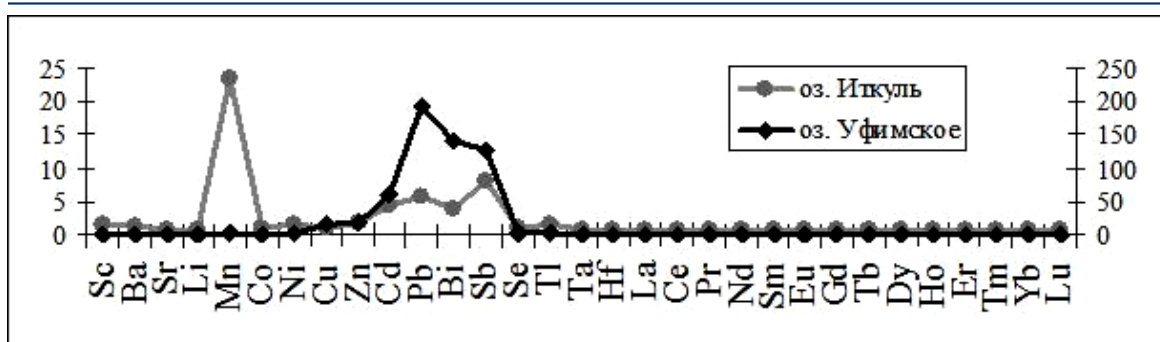


Рис. 1. Коэффициенты загрязнения (Cs)

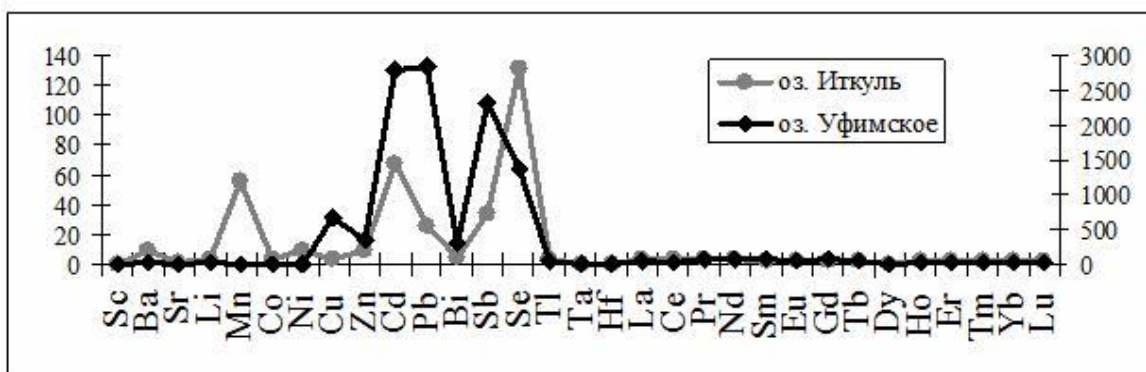


Рис. 2. Коэффициенты обогащения

Степень загрязнения (Cz) изученных озер, согласно классификации Хокансона, высокая (Håkanson L., 1980), однако ее значение для оз. Уфимского (564,39) значительно превышает таковое для оз. Иткуль (55,26). Таким образом, оз. Уфимское характеризуется более значительным общим загрязнением. Вероятными причинами можно считать близкое расположение к источнику эмиссии.

Литература

1. Челябинская область. Краткий географический справочник / отв. ред. М. А. Андреева. – Челябинск: Русское геогр. о-во, 1995. - 80 с.
2. Fortescue, J.A.C. Landscape geochemistry – Retrospect and prospect - 1990 / Fortescue // Applied Geochemistry. – 1992. - v. 7. – pp. 1-53.
3. Håkanson L. An ecological risk index for aquatic pollution control – a sedimentological approach / L. Håkanson // Water Researches. – 1980. - v.14, p.975-1001
4. Wiersma G. B., Davidson C. J. Toxic metals in the Atmosphere. N. Y.: Wiley, 1986. – P. 201-266.

**ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ БУРШТЫНСКОЙ ТЭС (УКРАИНА) НА ВОДНЫЕ ОБЪЕКТЫ**

**М.Ю. Никалина**

Научный руководитель профессор Дутова Е.М.

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

Антропогенное закисление вод является одной из актуальных проблем современной экологии и геохимии. Интенсивное загрязнение атмосферы кислотообразующими веществами отсгорания мазута и каменного угля может привести к формированию кислотных осадков, вызывающих закисление почв и вод, имеющих негативные экологические последствия для подземных вод. Рассмотрим влияние одного из самых крупных предприятий на Западной Украине (Бурштынской ТЭС) на состояние атмосферы. Концентрация пыли и сажи в атмосферном воздухе около электростанции по основному направлению розы ветров значительно превышает фон. Доля пыли в составе выбросов возрастает и достигает максимальной величины, превышающей фон в 17,2 раза. На расстоянии 15км от ТЭС концентрация пыли и сажи в атмосферном воздухе снижается до 0,66 мг/м<sup>3</sup>, но все равно превышает фон в 8,2 раза.

С помощью программного продукта CONZZ.exe, разработанного Беспаловым В.В. - сотрудником кафедры атомных тепловых электростанций теплоэнергетического факультета ТПУ – нами было промоделировано рассеивание вредных выбросов ТЭС в атмосфере. Данная программа производит пересчет приземных концентраций основных кислотообразующих выбросов из дымовых труб ТЭС, работающих при различных условиях на

топливе определенного состава. На основе полученных данных можно принимать технические решения по снижению вредных выбросов.

С помощью программного продукта были промоделированы изменения приземных концентраций загрязняющих веществ (зола,  $SO_2$  и  $NO_2$ ) при удалении от источника выбросов на расстояние 10 км с шагом 1 км с учетом различных скоростей ветра. Создание модели начинается с открытия специального файла <ish>.

В появившемся окне в строгом порядке заносятся следующие данные:

**A** – коэффициент стратификации, **A=160** (для территории Украины);

**Tн** – температура наружного воздуха, **+18 °C** ;

**N** – число дымовых труб, принимаем равным **3**;

**10** – число, указывающее максимальное расстояние от дымовых труб в км.

**NB = 0** – при расчете на опасную скорость ветра (штиль);

**FONZ MX NB FONS FONS**

**VB = 0** при расчете на опасную скорость ветра;

**KFON= 0** – при учете фоновых концентраций;

(вводится матрица фоновых концентраций на каждом километре от 0 до 10 км 1–я строчка для золы; 2-я строчка для  $SO_2$ ; 3-я строчка для  $NO_2$ ) – т.к. данных по фоновых концентрациям нет, то вводим 0;

**H** – высота дымовой трубы, м; **H<sub>1</sub> = 250м, H<sub>2</sub> = 250м, H<sub>3</sub> = 180м;**

**D<sub>0</sub>** – диаметр устья трубы, м - **D<sub>0</sub> = 8,4;**

**A<sub>T</sub> = 1,4** – коэффициент избытка воздуха на выходе из трубы;

**Z** – число котлов, подсоединенных к одной трубе ( условно принимаем = 1 ) ;

( **A<sub>p</sub>** , **S<sub>p</sub>** , **C<sub>p</sub>** , **H<sub>p</sub>** , **O<sub>p</sub>** , **N<sub>p</sub>** , **W<sub>p</sub>** ) – состав топлива,

**A<sub>p</sub>=20,7, S<sub>p</sub> = 0,9, C<sub>p</sub>=54,747, H<sub>p</sub> = 3,60, O<sub>p</sub> = 6,858, N<sub>p</sub> = 1,044, W<sub>p</sub>=10; %**

**Q<sub>н</sub><sup>р</sup>** – теплотворная способность топлива – **Q<sub>н</sub><sup>р</sup> = 21,44;** МДж/кг

**A<sub>ун</sub> = 0,95** - доля уноса летучей золы;

**q<sub>4</sub>** – механический недожог – **q<sub>4</sub> = 0,9;**

**η<sub>эф</sub>** - эффективность золоуловителя - **η<sub>эф</sub> = 99,6;**

**P<sub>1</sub>, 10 %** - коэффициент улавливания  $SO_2$  в газоходе принимаем = **10 %;**

**P<sub>2</sub>, 10 %** - коэффициент улавливания  $SO_2$  в золоуловителе принимаем = **10 %;**

**Tф**, - 1600 температура факела в топке котла – **Tф=1600;**

**Dн**, т/ч –номинальная паропроизводительность котла – **Dн=640;**

**Dф** –фактическая паропроизводительность котла – **Dф =640;**

**β<sub>1</sub>=0,178 + 0,47=0,883;** **N<sub>r</sub>** - коэффициент, зависящий от **N<sub>r</sub>** – содержание азота в топливе на горючую массу (пересчитать через **N<sub>p</sub>**);

**β<sub>2</sub>– 0,5** коэффициент учитывающий конструкцию горелок ;

**β<sub>3</sub>– 1,4** коэффициент, учитывающий вид шлакоудаления .

**RG – 10** степень рециркуляции .

**E<sub>1</sub>– 0,005** коэффициент эффективности подачи рециркуляции в топку;

**E<sub>2</sub>– 0,85** коэффициент эффективности двухстадийного сжигания топлива;

**2** – код типа котла (на твердом топливе);

**TG – 140** температура дымовых газов;

**V –23,3** на 1 котел расход топлива на один котел, кг/с.

Т.к. к 1 трубе у нас подключено однотипно 4 котла, то **V=93,2** кг/с.

На Бурштынской ТЭС установлено три трубы разной высоты, поэтому заносим исходные данные для каждой трубы отдельно (рис. 1).

Сохраняем внесенные исходные данные и открываем файл **conzz.exe**. Прописываем путь внесения исходных данных (<ish>) и выполняем пересчет путем нажатия **Enter** до полного завершения расчета и выхода программы.

В результате получаем предельные результирующие концентрации золы,  $SO_2$  и  $NO_2$ , выбрасываемые тремя трубами в пересчете на опасную скорость ветра 5,9 м/с. Для того, чтобы учесть влияние скорости ветра на характер распределения веществ, вводим число заданных скоростей равное 1, значение скорости выбираем равным 5, 10, 15 м/с. Пересчет выполняем также для всех трех труб по каждой скорости.

Полученные результаты моделирования по интересующим нас кислотообразующим соединениям ( $SO_2$  и  $NO_2$ ) приведены в виде графиков распределения веществ в приземном слое воздуха при разном удалении от источника выбросов с учетом различных скоростей (рис. 2).

Из графиков видно, что при опасной скорости ветра концентрация веществ максимальна. Наибольшее концентрирование наблюдается на расстоянии 4976 м от трубы высотой 250 м (максимальная концентрация  $SO_2$  равна 0,077135 мг/м<sup>3</sup>,  $NO_2$  – 0,015 мг/м<sup>3</sup>), и на расстоянии 3953 м от трубы высотой 180м (максимальная концентрация  $SO_2$  равна 0,135 мг/м<sup>3</sup>,  $NO_2$  – 0,026 мг/м<sup>3</sup>).

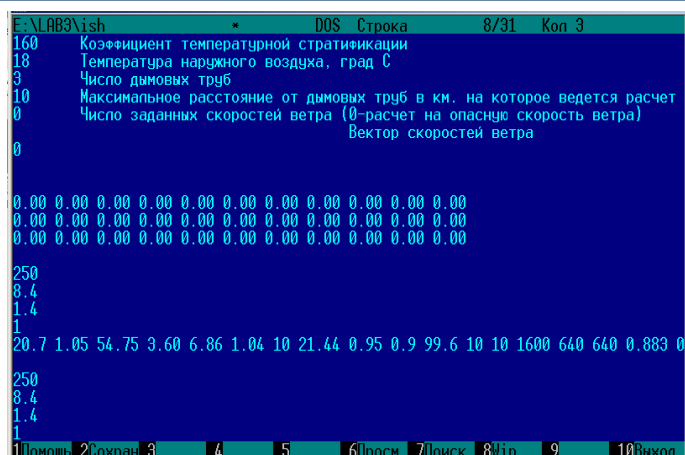


Рис. 1. Ввод исходных данных для проведения моделирования

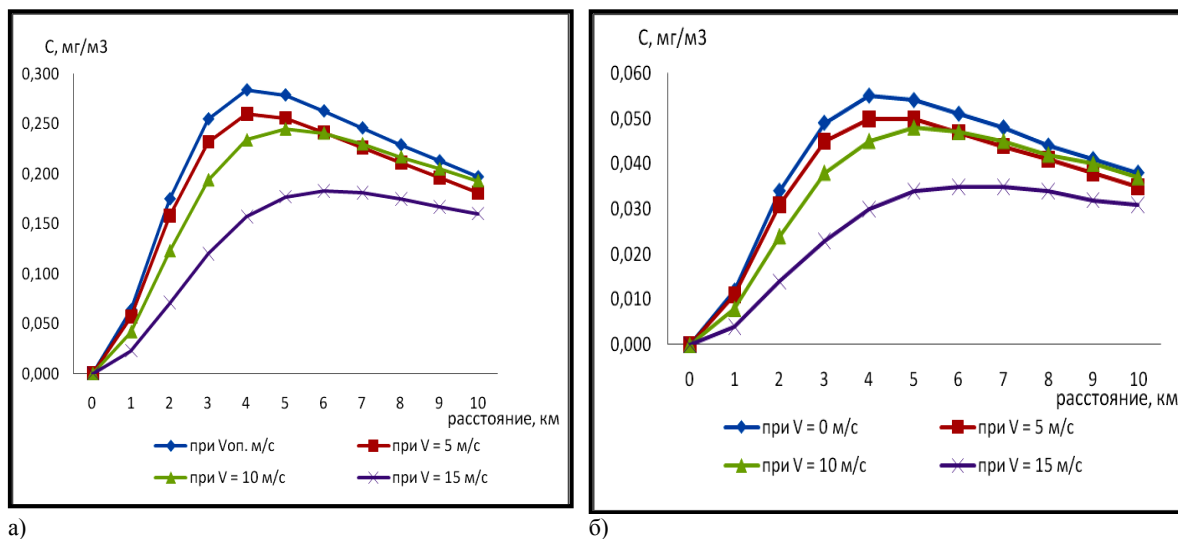


Рис. 2. Распределение концентраций кислотообразующих соединений,  $mg/m^3$  при разном удалении от источника выбросов: а)  $SO_2$ , б)  $NO_2$

Длина исследуемого водохранилища составляет 6,5 км, следовательно водный объект будет находиться под облаком выбросов загрязняющих веществ при преобладающем северо-западном направлении ветра и пик концентрации выбросов будет наблюдаться почти на всей площади водохранилища.

Проведенные исследования можно считать начальным этапом экологических исследований по влиянию выбросов предприятия на состояние водных объектов. В дальнейшем требуется более детальное исследование и моделирование, необходимо организовать постоянный мониторинг компонентов окружающей среды (атмосфера, гидросферы и педосферы) отдельно и во взаимосвязи на разных расстояниях от Бурштынской ТЭС.

### ОЦЕНКА ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ТЕРРИТОРИИ ПРЕДПРИЯТИЯ «ЗАВОД ПРИБОРНЫХ ПОДШИПНИКОВ» Г. ТОМСКА

Т.В. Новожилова

Научные руководители профессор Н.М. Рассказов, доцент Р.Ф. Зарубина  
 Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Актуальность настоящей работы обусловлена тем, что предприятие «Завод приборных подшипников» значительно влияет на геоэкологическую обстановку и качество поверхностных вод территории, на которой он расположен, а также на прилегающие территории.

Целью работы является исследование химического состава вод территории, прилегающей к предприятию «Завод приборных подшипников» г.Томска и оценка степени влияния завода на окружающую природную среду.

Предприятие расположено в г.Томске, на улице Ивановского [1].

На территории завода протекает безымянный ручей–1, предположительно искусственного происхожде-

ния. Питаясь дренажными водами, поступающими с территории завода, ручей направляется на восток, протекает на расстоянии 50-100 метров от очистных сооружений предприятия, а на расстоянии около 1 км. от завода впадает в озеро, которое используется для полива садовых участков. Из озера вытекает ручей-2, направляющийся на юго-восток, протекающий по заселенной местности.

Питание ручья-1 осуществляется за счет дренажных вод, поступающих с территории завода, и поверхностных вод с водосборной площади водотока. Примерно на расстоянии 4-5 километра от предприятия «ЗПП» ручей теряется на заболоченной территории; с этой же территории берет свое начало ручей, впадающий в реку Малая Ушайка.

Глубина ручья составляет от 0,2 до 0,5 м., ширина 0,5-1,5 м. Скорость течения составляет 0,5 м/с. Дебит ручья в среднем составляет 0,07 м<sup>3</sup>/с.

С целью оценки качества поверхностных вод прилегающей территории предприятия «Завод приборных подшипников», а также оценки антропогенного влияния на территорию, были взяты пробы воды безымянного ручья-1, протекающего на территории завода, в районе очистных сооружений, на расстоянии 1 км. и на расстоянии 5 км от завода. Координаты точек отбора указаны в табл. 1.

Таблица 1

## Характеристика точек опробования

№ точки	Объект	Координаты
1	Приток р.М.Ушайка, 5 км от ООО "ЗПП"	56°30,648' 85°08,405'
2	Безымянный ручей, после озера, 1 км от очистных сооружений ООО "ЗПП" (заселенная местность)	56°30,734' 85°06,798'
3	Безымянный ручей, 800 м от очистных сооружений ООО "ЗПП"	56°30,820' 85°06,652'
4	Безымянный ручей, район очистных сооружений ООО "ЗПП" (50м.)	56°30,827' 85°06,09'
5	Безымянный ручей, территория ООО "ЗПП"	56°30,808' 85°05,998'

По макрокомпонентному составу поверхностные воды территории пресные, слабощелочные, гидрокарбонатные кальциевые, жесткие. Был определен химический состав вод, результаты представлены в табл. 2.

Таблица 2

## Химический состав поверхностных вод территории, прилегающей к предприятию «Завод приборных подшипников» г. Томска

Показатель	Номер точки отбора				
	1	2	3	4	5
pH	7,38	8,24	7,3	7,76	7,68
CO <sub>2</sub> , мг/л	22	4,4	30,8	26,4	13,2
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мг/л	427	244	402,6	475,8	451,4
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , мг/л	3,89	3,72	3,46	2,16	20,16
Cl <sup>-</sup> , мг/л	1,85	15,12	21,28	40,32	14,56
Ca <sup>2+</sup> , мг/л	106	54	96	100	118
Mg <sup>2+</sup> , мг/л	10,98	9,76	7,32	12,2	13,42
Na <sup>+</sup> , мг/л	0,5	25	30	45	25
K <sup>+</sup> , мг/л	0,2	2,1	2,7	4	2,5
ОЖ, мг-экв/л	6,2	3,5	5,6	6	7
Fe <sub>общ</sub> , мг/л	0,32	0,19	0,17	0,37	0,23
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> , мг/л	0,996	0,24	1,02	4,16	0,27
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , мг/л	0,0015	0,0137	0,019	0,022	1,43
NO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> , мг/л	0,6	1,67	3,04	2,86	6,2
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , мг/л	0,32	0,59	0,32	12,6	0,88
Нефтепродукты, мг/л	0,0134	0,029	0,019	0,174	0,044
Перманганатная окисляемость, мгО/л	2,72	10,24	3,44	5,6	2,16
БПК <sub>5</sub> , мгО/л	1,2	0,81	1,31	2,57	2,3
O <sub>2</sub> , мг/л	5,8	5,4	5,8	6,8	6,2
Si, мг/л	6,44	3,27	6,9	7,82	6,81
Фенолы, мг/л	<0,002	<0,002	<0,002	0,01	<0,002



Оценка геоэкологического состояния территории проводилась согласно методике, по которой уровень загрязнения и преобразования окружающей среды устанавливается на основании результатов геохимического опробования компонентов природной среды (пород, почв, донных отложений, поверхностных и подземных вод, атмосферного воздуха) и последующего расчета различных коэффициентов и показателей [2].

Одна из главных характеристик геохимической техногенной аномалии – ее интенсивность, которая определяется степенью накопления элемента по сравнению с природным фоном. Так как техногенные аномалии обычно имеют поэлементный состав для них рассчитывается суммарный показатель загрязнения, характеризующий эффект воздействия группы элементов [2].

Для каждого объекта исследования рассчитывается суммарный показатель загрязнения  $Z_c$ :

$$Z_c = \sum_1^n K_{C_i} - (N - 1), \text{ где}$$

$$K_{C_i} = \frac{C_i}{C_{фон}} - \text{коэффициент концентрации,}$$

$N$  – число учитываемых аномальных элементов.

По рассчитанным суммарным показателям загрязнения определяется уровень отклонения от фона, уровень загрязнения компонента природной среды и оценивается экологическая обстановка данной территории.

Таблица 3

Геохимическое состояние поверхностных вод территории, прилегающей к предприятию «Завод приборных подшипников» г. Томска

№	Объект исследования	$Z_c$	Ассоциация веществ с $C/C_{ф} \geq 2$	Уровень отклонения от «фона»	Экологическая обстановка	Уровень загрязнения
1	2	3	4	5	6	7
<b>Поверхностные воды</b>						
1	Приток р.М.Ушайка, 5 км от "ЗПП"	4,81	$(PO_4^{3-})_2$	Минимальный	Относительно удовлетворительная	Допустимый
2	Безымянный ручей, после озера, 1 км от очистных сооружений "ЗПП" (заселенная местность)	9,78	$(NO_3, \text{нефтепродукты})_2, (Cl)_5$	Слабый	Напряженная	Умеренно опасный
3	Безымянный ручей, 800 м от очистных сооружений "ЗПП"	15,6	$(PO_4^{3-}, NO_3^-)_3, (Cl)_8$	Слабый	Напряженная	Умеренно опасный
4	Безымянный ручей, район очистных сооружений "ЗПП" (20м.)	90,4	$(NO_3, БПК_5)_3, (Cl)_{15}, (PO_4^{3-})_{16}, \text{нефтепродукты}_{17}, (NH_4)_{39}$	Сильный	Чрезвычайная	Высоко опасный
5	Безымянный ручей, территория "ЗПП"	45,6	$(NH_4)_2, (БПК_5)_3, \text{(нефтепродукты, } SO_4)_4, (Cl)_5, (NO_3)_7, (NO_2)_23$	Сильный	Чрезвычайная	Высоко опасный

Фоновые концентрации компонентов для расчета взяты по величине их содержаний в р. Ушайка между п.М. Протопопово и п.Мирным, где воды характеризуются как чистые и нет антропогенного влияния.

По каждому компоненту, превышающему фон, были рассчитаны коэффициенты концентрации, затем суммарные показатели загрязнения для соответствующей пробы. Согласно [2] определяем уровень отклонения от «фона», уровень загрязнения вод и экологическую обстановку данной территории. Результаты сведены в табл. 3.

В соответствии с данной таблицей, делаем вывод о том, что уровень отклонения от «фона» химических элементов в поверхностных водах на расстоянии более 800 метров от завода **слабый**. На территории завода и в районе очистных сооружений уровень отклонения от «фона» химических элементов в поверхностных водах **сильный**.

В соответствии с критериями оценки эколого-геохимического состояния и экологической обстановки [2], учитывающими показатель  $Z_c$  и определяемыми по максимальным отклонениям от фона, определяем, что уровень загрязнения природных сред территории предприятия «Завод приборных подшипников» г. Томска и прилегающей территории – **опасный**, экологическая обстановка **чрезвычайная**.

#### Литература

1. Майкова Т.В. Исследования сточных вод ООО «ЗПП» (Завод приборных подшипников) г.Томска. // XIII Международный симпозиум студентов и молодых ученых им. академика М.А.Усова «Проблемы геологии и освоения

- недр», посвященный 110-летию со дня рождения профессора, лауреата Государственной премии В.К.Радугина//, - Томск: Изд-во ТПУ, 2009. – С. 244–246.
2. Головин А.А., Морозова И.А., Трефилова Н.Я., Гуляева Н.Г. Учет и оценка природных ресурсов и экологического состояния территорий различного функционального использования. – М.:Минздрав СССР, 1988.
  3. Зарубина Р.Ф., Копылова Ю.Г. Оценка качества природных вод различного назначения. – Томск: Изд-во ТПУ, 2009.

## ОСОБЕННОСТИ ИНЖЕНЕРНОЙ МЕЛИОРАЦИИ Р. УШАЙКА В РАЙОНЕ С. КОРНИЛОВО Д.Л. Носкова

Научный руководитель доцент В.В. Янковский

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

В результате обследования русла реки Ушайка на предмет выявления причины ежегодного затопления части с. Корнилово было установлено, что на исследуемом участке реки наблюдается сильное зарастание русла и берегов, в результате уменьшилась пропускная способность реки, возрос риск затопления 15 домов с. Корнилово, находящихся в пойме реки и разрушения инженерной инфраструктуры села.

Конечной целью расчистки русла реки Ушайка в черте с.Корнилово является:

- исключение затопления 50,2 тыс. м<sup>2</sup> площади, на которой расположены: 15 жилых домов с подсобными постройками и с 75 жителями, 1,2 км линий электропередач, 1,3 км магистральной автодороги районного значения, автодорожный мост;
- обеспечение расчистки 2,3 км р.Ушайки;
- исключение опасного для состояния берегов реки риска разрушения береговой полосы, при прохождении весеннего паводка.

Предварительная стоимость работ по расчистке русла и увеличению пропускной способности реки Ушайка в черте с. Корнилово составляет 14 019,49 тыс. рублей. Длина расчистки русла – 2,3 км.

Для расчистки русла предварительно предполагается использование земснаряда «Watermaster» с различными насадками (ковш-грейфер, ковш-насос, обратный ковш, грабли и др.).

При расчистке русла предусматривается выполнение следующих видов работ.

1. Подготовительные работы:

- вынос проекта в натуру;
  - культуротехнические работы (сводка густого кустарника вручную на 10-метровой полосе по обеим сторонам русла, а также в русле).
  - перемещение растительности бульдозером 100 л.с.;
  - вывозка кустарника и древесных остатков на полигон ТБО;
  - транспортировка и установка земснаряда.
- Стоимость проведения подготовительных работ ориентировочно составит – 1500,0 тыс. рублей.

2. Работы по расчистке русла и дноуглублению р.Ушайки:

- проход земснарядом всего участка русла для извлечения древесно-кустарниковой растительности с подачей ее на очищенную полосу берега;
- проход земснаряда с дноуглублением до проектной отметки и подачей пульпы на берег;
- уплотнение грунта бульдозером 100 л.с.;
- планировка берегов бульдозером 100 л.с.

В местах пересечения русла линиями связи и ЛЭП проектом будут предусмотрены ручные работы.

Объем и укладка грунта составит ориентировочно – 48,0 тыс. м<sup>3</sup>, стоимость – 9,6 млн. рублей.

Оценка вероятного ущерба от вредного воздействия вод реки Ушайка составляет 131,05 млн. рублей.

В 2008 году по результатам открытого конкурса заключен государственный контракт на выполнение работ по разработке проекта «Расчистка русла и увеличение пропускной способности р.Ушайка в черте с. Корнилово» с ЗАО «Центр инженерных технологий» г.Барнаул на сумму 950,5 тыс.руб.

Предварительно стоимость проведения работ по расчистке русла составляет сумму в размере 14 019,49 тыс. рублей.

Экономическая эффективность от выполнения работ составляет 8,7.

Река Ушайка находится в федеральной собственности и полностью расположена на территории Томской области, что позволяет выполнить работы по ее расчистке и увеличению пропускной способности за счет средств федеральных субвенций, предоставляемых Томской области на реализацию отдельных переданных полномочий Российской Федерации в области водных отношений.

### Литература

1. Федеральный закон « Об охране окружающей среды № 4 2002г.»
2. Водный кодекс РФ Федеральный закон от 4 июня 2006 г.
3. Постановление от 23 ноября 2007г. № 153 об утверждении положения о департаменте природных ресурсов и охране окружающей среды Томской области.
4. Постановление Администрации Томской области от 23.11.2007 № 153 Положение о департаменте природных ресурсов и охране окружающей среды Томской области.
5. Савичев О.Г. Реки Томской области: состояние, использование и охрана.- Томск: Издательство Томск. Политехнического ун-та, 2003.-202 с.

6. Методика оценки вероятностного ущерба от негативного воздействия вод и оценки эффективности осуществления превентивных водохозяйственных мероприятий.: изд-во Москва, 2009.

### ПРОБЛЕМЫ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОБЪЕКТОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПРИ ХРАНЕНИИ ТВЕРДЫХ ОТХОДОВ

Ю.Л. Пацкова, В.А. Белецкая, Н.Е. Яцечко

Научный руководитель профессор А.А. Кроик

*Днепропетровский национальный университет, г. Днепропетровск, Украина*

Чрезвычайные техногенные нагрузки и долговременная масштабная добыча полезных ископаемых в Украине привели к значительным изменениям геологической среды. Масса отходов ежегодно возрастает. Отходы всех видов промышленности накапливаются в виде отвалов, терриконов, шламохранилищ, разного рода свалок, площади которых составляют 160 тыс. га [2]. Уровень использования отходов в Украине составляет 12 % по сравнению с мировым, который не опускается ниже 65 % [6].

Без изучения особенностей зональности перераспределения веществ за время хранения отвалов и отходов невозможен выбор оптимальной стратегии утилизации отходов. Другая причина, которая побуждает уделять серьезное внимание изучению состояния отходов - это исходящая от них реальная опасность вторичного загрязнения окружающей среды токсичными элементами за счет их рассеяния природными и техногенными водами. Различным аспектам воздействия отходов на окружающую среду посвящен ряд исследований [1, 3–5].

Загрязнения от отвалов, хвостохранилищ и шламохранилищ поступают в поверхностные и подземные воды преимущественно с атмосферными осадками. Степень обогащения атмосферных осадков компонентами-загрязнителями определяется фильтрационными свойствами материала отходов, слагающих отвалы, а также устойчивостью материала к разложению атмосферными осадками. Таким образом, процессы поступления загрязнений из твердых отходов в окружающую среду тесно связаны с процессами растворения и выщелачивания.

В настоящей работе приведены результаты исследований для угледобывающего района Западного Донбасса. Добыча угля в этом районе осуществляется 11-тью шахтами, при этом на дневную поверхность выносятся около 7 тонн шахтных пород. В Западном Донбассе отходы складированы в отвалы (19 млн т), а также используются для рекультивации (2464 га), для строительства дамб, ограждающих новое русло р. Самары (36,6 га) и искусственные водоемы (700 га).

Изучен литологический, минералогический и химический состав отвальных пород и продуктов углеобогащения Западного Донбасса. Минеральный состав пород представлен: каолинитом (18–30 %), гидрослюдой (36,0–56,0 %), мусковитом (1,4–1,8 %), кварцем (2,7–9,7 %), карбонатом (2,9–3,0 %), пиритом (до 5 %). Химический состав пород представлен в табл. 1.

Таблица 1

#### *Химический состав отвальных шахтных пород и отходов углеобогащения*

Оксиды	Содержание, %	
	в отвальных породах	в отходах углеобогащения
SiO <sub>2</sub>	53,16 – 66,16	50,86 – 52,07
TiO <sub>2</sub>	0,69 – 0,81	0,84 – 0,87
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	10,63 – 14,80	15,80 – 15,83
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,07 – 0,77	0,37 – 0,51
FeO	5,74 – 7,83	4,55 – 6,86
MnO	следы – 0,17	следы
CaO	0,57 – 1,03	1,37 – 1,51
MgO	1,69 – 2,96	1,19 – 1,69
Na <sub>2</sub> O	0,38 – 1,25	0,31 – 0,41
K <sub>2</sub> O	1,70 – 3,25	2,22 – 2,62
SO <sub>2</sub>	0,46 – 1,28	–
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,10 – 0,14	0,08 – 0,15
n.n.n.	6,40 – 17,82	20,26 – 20,86

Для решения задачи о степени влияния отвальных пород на формирование процессов техногенного преобразования природных объектов, необходимо определить факторы и получить количественные закономерности процессов выщелачивания и миграции компонентов-загрязнителей. Отвальные породы можно дифференцировать в зависимости от величины pH водной фракции. Поэтому прежде всего оценивали химический состав водорастворимой фракции из отвальных пород Западного Донбасса.

Как следует из минерального состава пород, водные фракции из пород должны быть нейтральными или близкими к нейтральным. Действительно, pH водных вытяжек большинства проб колеблется от 6,9 до 8,4, однако часть проб имеет pH водной вытяжки от 2,8 до 4,5.

Сравнительную оценку ионного состава водных фракций пород можно представить по величинам параметров распределения (табл. 2, 3).

Таблица 2

Параметры распределения солеобразующих компонентов в отвальных породах (рН = 6,8 – 8,4)

Компоненты водной фракции из пород	Параметры распределения			
	x, %	Md	$\sigma^2$	$\sigma$
Сумма ионов	0,58	0,53	10,40	3,22
Гидрокарбонат-ион	0,03	0,03	0,04	0,19
Хлор-ион	0,05	0,05	0,08	0,29
Сульфат-ион	0,31	0,31	4,83	2,20
Кальций-ион	0,05	0,04	0,13	0,36
Магний-ион	0,02	0,02	0,03	0,16
Натрий-ион	0,10	0,09	0,61	0,78

Примечание: x - среднее арифметическое; Md - медианное значение;  $\sigma^2$  - дисперсия;  $\sigma$  - стандартное отклонение

Таблица 3

Параметры распределения солеобразующих компонентов в отвальных породах (рН = 2,4 – 4,6)

Компоненты водной фракции из пород	Параметры распределения			
	x, %	Md	$\sigma^2$	$\sigma$
Сумма ионов	1,68	1,63	0,40	0,63
Гидрокарбонат-ион	0,003	0,003	0,0003	0,005
Хлор-ион	0,03	0,02	0,0008	0,09
Сульфат-ион	1,20	1,20	0,18	0,40
Кальций-ион	0,22	0,25	0,006	0,08
Магний-ион	0,07	0,05	0,003	0,05
Натрий-ион	0,23	0,12	0,063	0,25

Величины солесодержания водной фракции из шахтных пород значительно различаются: от 0,2 до 3,7 %. В породах с типом засоления сульфатно-гидрокарбонатным величина солесодержания не превышает 0,58 %, а для пород с сульфатно-хлоридным типом содержание солей может достигать 3,7 %. Породы отличаются не только запасом солей и величиной рН, но и качественным составом содержащихся в них солей.

Солевой комплекс отвальных пород представлен сульфатами кальция, натрия и магния, которые в сумме дают 69 – 92 %. Из хлоридов во всех без исключения пробах присутствует хлорид магния (7 – 8 %), лишь в некоторых – хлорид натрия (до 15 %), наименее значимым является гидрокарбонат кальция (0,3 – 6,5 %). Преобладающее значение в породах с нейтральным значением водной фракции принадлежит сульфат-ионам и ионам натрия, а основной солью является сульфат натрия (45 %).

Особенностью пород с нейтральной реакцией водной фракции является наличие в них наряду с гидрокарбонатом кальция гидрокарбоната натрия (1,2 %) и хлорида натрия (15,0 %), который полностью отсутствует в породах с кислой реакцией водной фракции. При рН=3,5 и ниже происходит увеличение в первом растворе сульфат-ионов и ионов магния. В солевом комплексе появляется сульфат магния (12,0 %) и увеличивается содержание сульфата кальция, в диапазоне рН от 7,4 до 3,0 его количество увеличивается в 3,5 раза.

Таким образом, в процессе современного выветривания в отвальных породах происходят процессы, формирующие различия в их химическом составе, связанные с продолжительностью пребывания пород на дневной поверхности и геоморфологическими условиями хранения отходов. Все это определяет условия термодинамического равновесия и состав выносимого вещества, а следовательно, и экологическую безопасность отходов. Атмосферные воды после взаимодействия с отвальными шахтными породами Западного Донбасса приобретают повышенные содержания сульфатных солей натрия, кальция и магния, которые будут за счет фильтрации и смыва поступать в поверхностные, подземные воды и почвы.

#### Литература

1. Акинфиев Н.Н., Баронецкая Л.Д., Осмоловский И.С., Швеиц В.М. Физико-химическая модель формирования состава вод отвалов горнодобывающих предприятий // Геозкология. – 2001. – № 5. – С. 411 – 419.
2. Бент О.И., Иванченко В.П. Воздействие техногенной среды на здоровье населения в Украине (геохимический аспект). – Минер. журн., 1999. – 21, № 1. – С. 66 – 71.
3. Горовой А.Ф., Горовая Н.А. Геохимия твердых промышленных отходов Донбасса // Минер. журн. – 2001. – №4. – С. 136 – 142.
4. Зубова Л.Г. Методика учета загрязнения территорий, прилегающих к отвалам шахт, тяжелыми металлами // Уголь Украины. – 2002. – №6. – С. 39 – 40.
5. Калабин Г.В., Мазухина С.И., Малиновский Д.Н., Сандимиров С.С. Исследование процессов выветривания минеральных отходов добычи и переработки апатито-нефелиновых руд // Геозкология. – 2000. – №1. – С. 111 – 116.
6. Коржнев М.М., Мищенко В.С., Шестопалов В.М., Яковлев Е.О. Концептуальні основи поліпшення стану довкілля гірничодобувних регіонів України. – К.: РВПС України, 2000. – 75 с.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ГЕОХИМИЧЕСКИХ ТИПОВ РАДОНОВЫХ И УГЛЕКИСЛЫХ ВОД РОДНИКОВ РЕСПУБЛИКИ ТУВА

А.В. Пашагин

Научные руководители доцент Ю.Г. Копылова, аспирант Н.В. Гусева

Национальный исследовательский Томский политехнический университет г. Томск, Россия

В гидрогеологии выделяются химические типы вод по преобладающим анионам и катионам, для чего предложены многочисленные классификации. Но эти классификации не улавливают геохимических особенностей вод различных ландшафтно-климатических зон.

С.Л. Шварцевым (1998) в основу выделения геохимических типов вод положена зависимость между составом воды и составом формирующихся продуктов выветривания, определяемая фундаментальными законами термодинамики.

Целью научного исследования является изучение условий формирования и химического состава минеральных вод родников в республике Тува. Всего было опробовано 4 родника в долине реки Хемчик (Бай-Тальский, Сут-Хольский, Алаш, Артыш-Хем) и 3 родника из группы источников Чойган (Молочный, Сухой газ, Молодость) и один сероводородный родник Хойто-Гол, приуроченные к Тоджинской котловине (Восточная Тува) (рис.).

Родники были систематизированы по особенностям их химического состава, и минерализации и выделены ультрапресные радоновые воды (Бай-Тальский, Сут-Хольский), пресные воды без специфических компонентов (Алаш, Артыш-Хем), щелочные углекислые термы (источники группы Чойган) и щелочные сероводородные воды. При систематизации вод определяющее значение имели работы Е. В. Пиннекера [1] и его описание этих родников. Состав исследованных подземных вод является гидрокарбонатным кальциевым и натриевым. Для оценки обогащения вод химическими элементами был изучен характер взаимодействия вод с ведущими карбонатными и алюмосиликатными минералами. Расчет равновесия с кальциевыми и магниевыми алюмосиликатами показывает, что родниковые воды равновесны с глинистыми минералами группы монтмориллонитов, а именно Са- и Mg-монтмориллонитами.

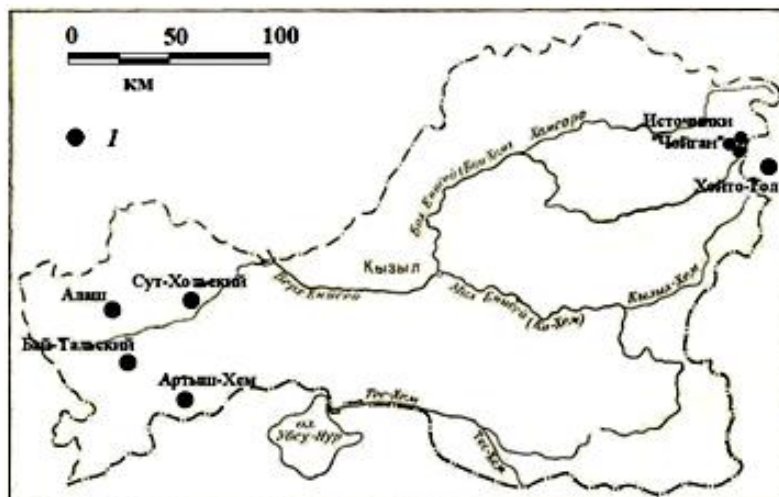


Рис. Обзорная карта района исследования.: 1 - родники

При взаимодействии ультрапресных вод с калиевыми и натриевыми алюмосиликатами достигается равновесие вод только с каолинитом. Углекислые и сероводородные воды в этих системах равновесны с иллитом и Na-монтмориллонитом, соответственно. Расчеты равновесия вод с карбонатными минералами показали, что только ультрапресные радоновые воды не равновесны к карбонату кальция. В пресных водах без специфических свойств достигается равновесие к карбонату кальция в стандартных условиях, а щелочные углекислые и сероводородные воды пересыщены относительно карбоната кальция. Достижение равновесия исследуемых вод с карбонатом кальция происходит при минерализации около 0,3 г/л и одновременно pH более 8,0, что подтверждает данные С. Л. Шварцева (1998). Это способствует тому, что карбонатные минералы в этих условиях не только не растворяются, но и высаживаются из раствора [2]. Благодаря тому, что натрий непрерывно поступает в воды из горной породы, а кальций связывается кальцитом и монтмориллонитом, формируется разный катионный состав вод и их минерализация.

На принципах, обоснованных С.Л. Шварцевым (1998), автором было выделено два геохимических типа вод: кремнисто-Mg (Са-Na-K, в зависимости от элемента, связываемого вторичной минеральной фазой (родники долины реки Хемчик и щелочной карбонатно-кальциевый (содовый) тип вод (группа родников Чойган и сероводородный источник, приуроченные к Тоджинской котловине). Кремнисто-Mg (Са-Na-K) тип вод формируется при минерализации 0,4-1,5 г/л в условиях повышенного pH (7,0-8,0) и SiO<sub>2</sub> (обычно 10-30 мг/л). Главным отличительным признаком этого типа вод служит наличие равновесия с минералами группы гидрослюд и монтмориллонита. Щелочной карбонатно-кальциевый тип вод является более соленым (0,6-1,5 г/л) и более щелочным (pH 7,4-8,6) с повышенным содержанием сульфатов и хлоридов. Наряду с кальцитом этот тип вод равновесен с монтмориллонитами.

Генетические принципы обоснования геохимических типов вод позволяют объективно проследить особенности поведения химических элементов в выделенных группах вод.

Работа выполнена при поддержке ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России на 2009 - 2013 годы» и АВЦП «Развитие научного потенциала высшей школы» (проект АВЦП - 2.1.1/2490).

## Литература

1. Пиннекер Е.В. Минеральные воды Тувы. – Кызыл: Тувинское кн. изд., 1968. – 106 с.
2. Шварцев С. Л. Гидрогеохимия зоны гипергенеза. – М.: Недра, 1998.– 366 с.

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ РЕСПУБЛИКИ ХАКАСИЯ ДЛЯ РЕКРЕАЦИОННЫХ ЦЕЛЕЙ****Е.В. Попыхина**

Научный руководитель доцент В.В. Янковский

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

В последние годы возрастает внимание к природным ресурсам с точки зрения использования их для активного отдыха населения и лечебно-оздоровительных, профилактических и медицинских мероприятий. Переход страны на рыночные отношения по-новому поставил вопросы эксплуатации курортных зон, а также развития возможностей компонентов природной среды непосредственно для лечебных целей.

Россия – одна из крупнейших по занимаемой площади стран. Огромен ее политический, природный и культурный потенциал. Россия – федеративное государство. Природа Хакасии уникальна. Здесь имеются степи, горы и тайга. Горно-таежными лесами занят весь запад и юг Хакасии: площадь, покрытая лесами, составляет 2,8 млн гектар.

Хакасия - это великолепное место отдыха, где развитая инфраструктура сочетается с великолепными видами, воздухом, природой. Хакасия расположена на юго-западе Восточной Сибири, в левобережной части бассейна Енисея и занимает значительную часть Минусинской котловины площадью около 62 тыс. км. Это вдвое больше Бельгии и в полтора раза - Дании, Швейцарии и Бельгии. Почти 2/3 территории республики занято горами. По западной части проходит Кузнецкий Алатау, южную часть занимает Западный Саян. Протяженность с севера на юг - 460 км, с запада на восток (в наиболее широкой части) - 200 км. На севере, востоке и юго-востоке территория республики граничит с Красноярским краем, в западной части - с Кемеровской областью, на юге - с Республикой Тува, на юго-западе - с Республикой Алтай. Республика Хакасия как самостоятельный субъект Российской Федерации возникла на политической карте в 1991 г. До этого времени регион входил в состав Красноярского края на правах автономной области. Как административно-государственное образование Хакасия (Хакасский уезд) появилась в 1923г. В республике имеются практически все виды водных объектов – горные реки, каровые озера, реки предгорий, водные объекты с равнинным типом режима (степные малые реки и озера замкнутых котловин). Большая часть территории Республики принадлежит среднему течению бассейна р. Енисей, которая в настоящее время зарегулирована гидротехническими сооружениями Красноярской, Саяно-Шушенской и Майнской ГЭС. Её водные ресурсы используются: в первую очередь, для выработки электроэнергии. В Хакасии находится известное в Сибири озеро Шира с лечебными водами и грязями, значительное количество озер, воды которых обладают лечебными свойствами. В формировании объема стока рек Енисея и Оби участвуют более 320 малых рек. Кроме того малые реки играют значительную роль в формировании эксплуатационных запасов подземных вод в степной части Республики, а также большую роль в сельскохозяйственном комплексе. Поверхностные водоемы представлены целым рядом водохранилищ, (наиболее крупные из которых Красноярское, Саяно-Шушенское, Майнское), естественными озерами, которых в Республике более 500.

В процессе более широкого освоения природных богатств региона водные источники, наряду с традиционными потребностями, стали все больше использоваться для различных хозяйственно-бытовых нужд и производственных процессов, создания воспроизводственных участков, ландшафтных и заповедных зон. В послевоенное время естественное, природное распределение водных источников уже не удовлетворяло потребностям, и их начали создавать дополнительно, исходя из тех или иных задач. И, надо сказать, в этом мы достигли многого. Особенно большая работа проделана по созданию искусственных хранилищ воды для гидроэнергетики, орошения и обводнения земель, рыбного хозяйства. Хотя полученные результаты не всегда однозначны, наряду с несомненными достижениями есть и явно отрицательные последствия, сегодня рукотворные водные хранилища играют в хозяйстве края весьма заметную роль. Издавна использовались озера и в лечебных целях. Впервые о поездках на «природу» упоминается в различных документах прошлого века, когда состоятельные люди Енисейской губернии выезжали из пыльных, душных городов на живописные озера Шира, Тагарское, Инголь, Иткуль, Кызыкульские озера, многие другие пресные и минеральные источники для отдыха и лечения. А в начале нашего века поездки на местные курорты и пресные озера, приобретение земельных участков и строительство на них летних дач было уже довольно распространенным явлением. И, хотя они оставались по-прежнему привилегией избранного общества, известность наиболее живописных и доступных водных источников быстро выросла. Незаметно у общественности появились интерес и внимание к природе губернии, ее особенностям и богатствам. Однако по-настоящему интерес к озерам края возрос лишь к концу двадцатых годов XX века, когда стали возрождаться курорты Шира, Тагарское и Учум, повсеместно начали появляться различные общественные организации по их использованию, на пресных водоемах все чаще организовывался коллективный отдых взрослых и детей. Тогда выезды на озера для проведения праздничных мероприятий, отдыха были очень модными и воспринимались с энтузиазмом. Затем все это стихло. Вновь повышенный интерес к озерам края стал появляться с начала шестидесятых годов. Из-за большой загрузки действующих курортов популярность приобрело неорганизованное лечение. Такой способ оздоровления, названный «диким», летом используют десятки тысяч человек. На пресных озерах появилось много новых пионерских лагерей, открылись

спортивные базы, дома отдыха и профилактории. В них отдыхают за лето десятки тысяч детей. В последние два десятилетия в крае заметную популярность получил туризм. В живописных горных и горнотаежных районах, на многочисленных водоемах построены временные и постоянные базы, проложены десятки интересных пеших, водных, автомобильных и комбинированных маршрутов. Также популярным видом отдыха является любительская и спортивная рыбная ловля. В любое время года поклонников такого досуга можно встретить на самых отдаленных, глухих водоемах. А наиболее массовым неизменно остается зимний подледный лов, во время которого на доступных для транспорта рыбных озерах собираются порой одновременно по несколько сот человек. Таких водоемов десятки, они есть во всех частях края. Сравнивая между собой ценность естественных, то есть природных пресных озер и многочисленных рукотворных хранилищ влаги отметим, что у последних, особенно у крупных водохранилищ много существенных недостатков. К ним относятся переменимый режим, значительные, порой в десятки метров, колебания уровней, большие и сильно изменяющиеся глубины водоемов, частые и сильные волнения, перемешивание теплых и холодных вод, следовательно, ухудшение условий для купания. Кроме того, эти водохранилища, к большому сожалению, стали аккумуляторами самых различных загрязняющих веществ и нечистот. В Красноярском море, например, содержание нефтепродуктов, фенолов, поверхностно-активных веществ, соединений азота, ряда тяжелых металлов и многих других, вредных для нас веществ уже на протяжении ряда лет значительно, а порой в десятки раз превышает предельно допустимые концентрации. Повсеместно в его водах анализами обнаруживаются соли некоторых удобрений, различных ядохимикатов и, особенно опасных для нас, пестицидов. Велико содержание на площади всего водохранилища взвешенных веществ. Их предельно допустимые концентрации превышаются в 150 - 200 раз. Повсеместно наблюдаются также сильное засорение, загрязнение затопленным лесом, который является одним из источников фенолов, вредных смол. И совершенно ясно, что в ближайшем будущем экологическая обстановка на водохранилищах не улучшится. Согласно официальным заключениям медиков вода Красноярского водохранилища по санитарно-бытовым показателям не пригодна для водопользования без специальной очистки. Конечно же, и купаться в ней, употреблять выловленную там рыбу, да и вообще отдыхать, тоже не очень заманчиво. Практически все это касается и уже построенного Саяно-Шушенского водохранилища, в котором затоплены многие миллионы кубометров леса, снизилось качество воды, упали уловы рыбы. Реки края сохранили свое естественное состояние лишь на еще не освоенных территориях, где нет возделываемых сельскохозяйственных угодий, крупных населенных пунктов. На остальной части региона их экологическое состояние заметно ухудшилось и они свою былую привлекательность уже потеряли. Особенно это касается Енисея, в водах которого содержание ряда загрязняющих веществ сильно превышает предельно допустимые концентрации, уловы рыбы значительно упали, а ценные ее породы на большей части рек исчезли вообще. Естественные пресные водоемы во многом лишены этих недостатков. Они в подавляющем большинстве располагаются в самых различных природно-климатических зонах, разбросаны между собой, меньше подвержены нашим воздействиям. Значительная часть этих озер еще находится в экологически чистых таежных и горных зонах, среди нетронутой природы, и совершенно ясно, что у них большое будущее. А вот минеральные источники сравнивать не с чем. Это уникальное природное богатство, и подобного в естественной природе больше нет, создать же их искусственно практически невозможно. Классификация всех водоемов по происхождению, природно-климатическим особенностям, режиму, положению в рельефе более распространена среди исследователей и специалистов, знатоков природы. В повседневной жизни мы чаще делим их, исходя из чисто практических интересов - солёности воды и характера использования, возможности полечиться или отдохнуть. В связи с этим по минерализации воды и химическому составу воды все озера края делятся на пресные и солёные. К солёным чаще относят водоемы, имеющие содержание минеральных веществ в литре воды более одного грамма. К лечебным озерам относят солёные или пресные водные источники, обладающие какими-либо особыми физическими свойствами, газовым или компонентным составом и оказывающими на нас целебное воздействие. То же самое касается всех водоемов, содержащих лечебные грязи.

#### Литература

1. Водный кодекс РФ. – М.: Проспект, 2009. – 40 с.
2. Крассов О. И. Природные ресурсы России: Комментарий законодательства. – М.: Дело, 2002. – 816 с.
3. Федеральный закон «Об охране окружающей среды» (февраль 2007 года). – Новосибирск, 2007.

### **АНТРОПОГЕННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НЕФТЕГАЗОДОБЫВАЮЩЕГО КОМПЛЕКСА НА ВОДНЫЕ ОБЪЕКТЫ И ВОДОСБОРНЫЕ ТЕРРИТОРИИ СРЕДНЕГО ТЕЧЕНИЯ Р. ОБЬ** **Е.С. Рыжих**

Научный руководитель доцент В.В. Янковский  
*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Повышение эффективности нефтегазового комплекса является одной из актуальных проблем экономики Томской области, как на современном этапе, так и в долгосрочной перспективе.[1]

Эксплуатация природных ресурсов с самого начала велась с многочисленными нарушениями требований природоохранительного законодательства. Освоение и эксплуатация месторождений проводились без должного учета специфики местных природно-климатических условий, фоновых уровней загрязнения окружающей среды и трансформации ландшафтов. Ситуация осложнялась высокой заболоченностью местности, труднодоступностью для ликвидации мест происходящих аварий. Основные экологические проблемы возникли в связи с

форсированием освоения нефтегазовых месторождений и строительства магистральных трубопроводов, осуществляемого на фоне высокой ранимости и длительности восстановления естественных природных комплексов Среднего Приобья.

Общеизвестна ранимость природы Севера, её особая хрупкость и несовместимость с грубым техногенным вмешательством. Между тем, размещаемые там производства, из которых основным является нефтегазовый комплекс, отнюдь не являются экологически чистыми. Так, по данным Комитета по экологии Томской области в 1997 г. выбросы в атмосферу предприятиями этого комплекса составили 53,4 тыс.т., в том числе углеводородов 23,7 тыс.т, окиси углерода 27 тыс.т, т.е. 34,5% от общеобластных и более 90% от выбросов в Александровском, Каргасокском и Парабельском районах, где размещаются предприятия комплекса. Показательно и то, что при этом очистке подвергается только 0,3% выбросов. Не менее острой проблемой практически всех нефтедобывающих районов Западной Сибири является разлив на поверхности минерализованных (до 15 – 20 г/л) вод, резко изменяющих физико-химическую обстановку в почвах.[2]

На стадии разработки и освоения месторождений из-за интенсивного строительства объектов добычи, сбора и подготовки нефти происходит загрязнение поверхностных вод, заиливание и зарастание русел, активация береговых эрозионных процессов, повышение мутности воды. На данном этапе при строительстве объектов нефтедобычи захламляются русла рек и ручьев строительными и древесными остатками, они перекрываются трубопроводами и временными притрассовыми дорогами. Загрязнение вредными веществами поверхностных вод и донных отложений происходит при утечках из нефтепромысловых объектов, авариях, залповых сбросах и выбросах сточных вод в реки и водоемы. При этом любая хозяйственная деятельность в пределах водоохранных зон и прибрежных полос на территории водосборного бассейна таит в себе угрозу прямого и косвенного воздействия на гидрохимический и гидробиологический режимы.[3]

Наиболее интенсивному влиянию подвержена гидросфера, т. к. именно поверхностные воды аккумулируют и атмосферные и ландшафтные загрязнения и распространяют их на значительные расстояния.

К основным загрязнителям в глобальных масштабах на территории нефтегазодобывающих предприятий (далее - НГПД) относятся нефть, буровой и нефтяной шлам, ПАВ и сточные воды. Особую опасность представляют аварийные ситуации, при которых происходят большие выбросы нефти и пластовых вод в водотоки (в местах перехода трубопроводов через реки, ручьи). Большой объем вредных веществ попадает в реки и озера с поверхностным стоком, с загрязненными грунтовыми водами. Наибольшие концентрации вредных веществ наблюдаются в малых водотоках (ручьях, озерах), расположенных рядом с буровыми площадками, скважинами и другими нефтепромысловыми объектами.

При оценке качества вод следует выявить их фоновое загрязнение и определить количество загрязняющих веществ, которые будут поступать в водную среду в результате разработки месторождений.

Правила контроля качества воды осуществляется согласно ГОСТ 17.1.3.07-82 "Гидросфера. Правила контроля качества воды водоемов и водотоков". Отбор проб поверхностных вод и атмосферных осадков осуществляется согласно ГОСТ 17.1.5.05-85 "Общие требования к отбору проб поверхностных и морских вод, льда и атмосферных осадков". Отбор проб донных отложений осуществляется согласно ГОСТ 17.1.5.01-80 "Общие требования к отбору проб донных отложений водных объектов для анализа на загрязненность".

Особую актуальность при разработке месторождений приобретает проблема удаления и складирования, а в дальнейшем утилизация и захоронение отходов производства. Промышленные отходы удаляются складированием на определённых площадях (устройство свалок или полигонов), при этом они загрязняют (при наличии в них испаряющихся или растворяющихся веществ или мелкодисперсных частиц) атмосферу, территорию, поверхностные и подземные воды.

Для оценки воздействия отходов производства на состояние окружающей среды разрабатывается проект нормативов образования и лимитов на размещение отходов для каждого НГДП.

Для минимизации ущерба окружающей среде при аварийных разливах нефти и минерализованных вод предприятия по добыче и подготовке нефти обязаны:

- разработать план реагирования на разливы нефти и подтоварных вод, учитывающий все возможные аварийные ситуации;
- сформировать специально обученную бригаду быстрого реагирования на разливы нефти и подтоварных вод;
- обучить персонал быстрому реагированию на аварийную ситуацию с применением имеющегося инвентаря для локализации разлива и сбора нефти;
- оснастить нефтепромысел материалами и оборудованием для эффективного и быстрого реагирования на серьезный разлив нефти, связанный с загрязнением почвы, растительности, поверхностных вод (установками для сбора нефти с водных и грунтовых поверхностей, боковыми ограждениями, сорбирующими прокладками, валиками, контейнерами и бочками для слива собранной нефти, наборами для ремонта бонов, наборами запчастей для бонов, смывающими насосами и т. д.);
- транспортировать материалы и оборудование для локализации и ликвидации разливов нефти вездеходным транспортом с малым давлением на грунт, который может также применяться в операциях установки бонов и спуска нефтесборщиков.

Для каждого НГДП разрабатывается технологический регламент на восстановление нефтезагрязнённых и засоленных минерализованными водами почв.

В соответствии с действующим природоохранным законодательством недропользователи (владельцы лицензий на право пользования недрами) обязаны создать системы регулярных наблюдений за состоянием окружающей природной среды территорий месторождений, то есть осуществлять экологический мониторинг.



Задачами экологического мониторинга территорий месторождений являются:

- контроль состояния окружающей среды по химическим, физическим и биологическим показателям с целью определения уровня загрязнения, выяснения источников загрязнения и оценки эффективности природоохранных мероприятий;

- обеспечение контролируемых и природоохранных органов систематическими данными об уровне загрязнения окружающей среды, прогнозом их изменений, а также экстренной информацией при резких повышениях в природных средах уровня содержания загрязняющих веществ. [4]

Занимаемая предприятиями нефтегазодобывающего комплекса площадь в Томской области превышает 8000 км<sup>2</sup>, что составляет менее 3% её территории и порядка 5-7% от площади административных районов. Площадь интенсивно нарушенных и загрязненных земель значительно меньше. [2] Экономическая нестабильность мирового рынка углеводородов отразилась и на нефтедобывающих предприятиях Западной Сибири. Поэтому особых надежд на снижение техногенной нагрузки нефтегазодобывающего производства и на увеличение вложений в природоохранные мероприятия и реабилитацию нарушенных и загрязненных территорий практически нет. Остается взвешенно подходить к тому, что происходит, оценивать ущерб для экосистем и нефтегазодобывающих районов и их экономики ввиду снижения биологической продуктивности местных водоемов, болот и лесов.

### Литература

1. Кресс В.М., Конторович А.Э. и др. Программа и концепция развития нефтяной и газовой промышленности Томской области на 2001-2005 гг. и период до 2030 г. Новосибирск. Изд-во СО РАН, 2001 г, 88 с.
2. Летувникас А.И., Некоторые аспекты концепции устойчивого развития для Томского севера. Российско-Канадский семинар. Освоение севера: традиции и современность. Россия, Томск, Тезисы докладов., 1999 г.
3. Макаренкова И. Ю. Экологическая оценка воздействия нефтегазодобывающей деятельности на водные объекты Среднего Приобья : Автореферат диссертации. 25.00.36 Ростов-на-Дону, 2007 169 с.
4. Попов В. А., Головнев В. В., Важенин В. А., Важенина Н. В.. Труды ОАО "СибНИИИМП" Охрана окружающей природной среды на объектах нефтегазодобычи. Налоги. Инвестиции. Капитал. №5, 6, 1 от 1.12.2003, стр. 151.

## ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ РОДНИКОВ ТРОИЦЕ-СЕРГИЕВОЙ ЛАВРЫ

**Е.А. Солдатова**

Научный руководитель доцент Ю.Г. Копылова

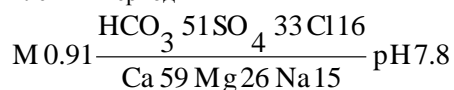
*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Троице-Сергиева лавра – крупнейший монастырь России, расположенный в центре города Сергиев Посад Московской области, на реке Кончуре. Монастырь мужской, основан в XIV веке преподобным Сергием Радонежским. Играл важную роль в политической жизни Северо-Восточной Руси, был опорой российских правителей. Принимал активное участие в борьбе против татаро-монгольского ига и врагов России в смутное время. На протяжении столетий Троице-Сергиева Лавра является одной из самых почитаемых общерусских святынь, крупнейшим центром духовного просвещения и культуры. Чудотворный источник у западной паперти Успенского собора появился в 1644 году, в том же году была построена каменная Надкладезная часовня. На территории Лавры отмечается ещё ряд родников, показанных на рис. 1.

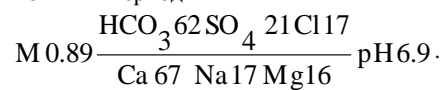
Опробование вод Надкладезной часовни и источника преподобного Саввы Сторожевского на территории Троице-Сергиевой Лавры проводилось дважды – летом (19.08.2008 г.) и зимой (17.02.2009 г.). Изучение химического состава выполнено с использованием различных методов анализа вод: титриметрических – Т, потенциометрических – П, фотоколориметрических – Ф, атомно-абсорбционных – АА в проблемной научно-исследовательской лаборатории гидрогеохимии научно-учебно-производственного центра «Вода» Института геологии и нефтегазового дела ТПУ, масс-спектрального с индуктивно связанной плазмой – МС в химико-аналитическом центре «Плазма» (г. Томск) и атомно-эмиссионных с индуктивно-связанной плазмой – АЭС в научно-аналитическом центре ТПУ. Результаты исследования состава вод приведены в табл. 1.

Воды опробованных родников околонеутральные и слабощелочные с рН 6,9 – 7,78 пресные с минерализацией 850 – 1000 мг/л. Геохимическая среда окислительно-восстановительная с Eh около 0,3 В. По ионно-солевому составу воды источника Надкладезной часовни в летний период хлоридно-сульфатно-гидрокарбонатные натриево-магниевые-кальциевые (при учете 10 экв-%). В зимний период наблюдается снижение значений рН, натрия, магния, минерализации и, особенно, концентраций сульфат-иона. По ионному составу они остаются по-прежнему гидрокарбонатные кальциевые.

в летний период

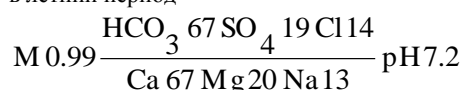


в зимний период



Воды источника преподобного Саввы Сторожевского в летний период пресные околонеутральные хлоридно-сульфатно-гидрокарбонатные натриево-магниевые-кальциевые. В зимний период также наблюдается снижение концентраций сульфат-иона при увеличении хлор-иона в водах, видимо за счет биогенного загрязнения.

в летний период



в зимний период

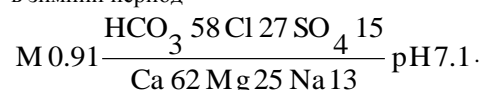


Таблица 1

Химический состав вод родников на территории Троице-Сергиевой Лавры, мг/л

Компоненты (мг/л) и показатели	Метод анализа	Место отбора			
		Надкладезная часовня Свято-Троице-Сергиевой Лавры		Источник преподобного Саввы Сторожевского	
		Дата отбора			
		19.08.2008	17.02.2009	19.08.2008	17.02.2009
Удельная электрическая проводимость, мкСм/см	П	1089	428	1118	503
pH	П	7,78	6,9	7,22	7,11
Eh, мВ	П	–	241	–	248
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Т	366	430	488	402,6
Cl <sup>-</sup>	Т	70	67,7	60,4	110
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Т	188,6	114	108,5	80,7
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	Ф	–	1,05	–	0,75
F <sup>-</sup>	П	–	0,2	–	0,36
B	МС	0,094	0,071	–	0,0197
Br	МС	0,056	–	–	–
J	МС	0,005	–	–	–
Общая жесткость, мг-экв/л	Т	10,1	9,9	10,2	10,6
Ca <sup>2+</sup>	Т	140	148	170	152
Mg <sup>2+</sup>	Т	37,2	20,4	30	36
Na <sup>+</sup>	АА	40,86	44	40	36
Li	АА	0,006	0,02	–	0,019
K <sup>+</sup>	АА	2,86	3,15	2	10,75
Si	Ф	16,76	15,09	–	10,95
Fe	Ф	–	0,052	–	0,03
Sr	МС	0,35	0,391	–	0,4081
Ba	МС	0,045	0,0137	–	0,1058
Минерализация, мг/л		911,72	885,43	987,4	911,18

На возможность загрязнения вод биогенными компонентами указывают содержания нитратов, значения которых составляют 30 мг/л в источнике Надкладезной часовни и превышают ПДК для питьевых вод (45 мг/л) в роднике преподобного Саввы Сторожевского (60 мг/л), а также наблюдаемое увеличение в водах калия и фосфатов. Значения нитритов и иона аммония незначительны. Концентрации фосфатов в источнике Надкладезной часовни составляет 0,75 мг/л, а в роднике Преподобного Саввы Сторожевского - 1,05 мг/л, при ПДК для питьевых вод – 3,5 мг/л. Характерной особенностью состава вод является отсутствие железа и их высокая общая жесткость, которая составляет 9,9 – 10,6 мг-экв/л и представлена преимущественно солями кальция.

Наблюдается превышение норм для питьевых вод по кремнию (в пересчете на H<sub>4</sub>SiO<sub>4</sub> его содержание достигает 57,46 мг/л при нормативе отнесения вод к минеральным 50 мг/л), Учитывая, что по данным масс-спектрального определения концентрация кремния составляет 24,59 мг/л, а в пересчете на H<sub>4</sub>SiO<sub>4</sub> – 84,3 мг/л, позволительно отнести воды Надкладезной часовни к кремнистым минеральным водам и рекомендовать их к соответствующему использованию.

По содержанию микрокомпонентов воды полностью соответствуют предъявляемым нормативам для питьевых вод. Отсутствие различий в составе микрокомпонентов позволяет предположить, что воды исследованных источников характеризуют один водоносный горизонт. Наибольший вклад в микрокомпонентный состав вносят стронций (сотни мкг/л), барий, бром и бор (десятки мкг/л). Первые мкг/л составляют йод, литий, ванадий, мышьяк, хром, цинк, никель, медь, титан, рубидий и уран. В десятых долях мкг/л присутствуют фтор, молибден, бериллий, кобальт и селен. Сотые доли мкг/л составляют вольфрам, таллий, цезий, торий, сурьма, а тысячные - серебро, ртуть, теллур, тантал, иттербий. Редкоземельные элементы и висмут присутствуют в десяти-тысячных долях мкг/л.

Наблюдаются сезонные изменения в химическом составе вод, что свойственно грунтовым водам. В зимний период уменьшается минерализация, снижается содержание SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, резко падает содержание CO<sub>2</sub> и CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> видимо за счет снижения интенсивности биогенных процессов. Снижение удельной электропроводности в зимний период коррелируется с уменьшением минерализации вод.

Работа выполнена при поддержке ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России на 2009 - 2013 годы» и АВЦП «Развитие научного потенциала высшей школы» (проект АВЦП - 2.1.1/2490).

## Литература

1. Шварцев С.Л. Общая гидрогеология: Учебник для вузов. – М.: Недра, 1996. – 423 с.: ил.
2. Гидрогеология СССР. Московская, Калининская, Ярославская, Владимирская, Рязанская, Тульская, Калужская, Смоленская области / Под ред. Д.С. Соколова. – М.: Недра, 1966. – Т.1. – 423 с.: ил. + Прил.: 11 л. с текстом. – Библиогр.: с. 409-423.

**ОСОБЕННОСТИ ВНУТРИГОДОВОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СТОКА РЕК ЗАБОЛОЧЕННЫХ ВОДОСБОРОВ НА ПРИМЕРЕ БАСЕЙНА Р. ВАСЮГАН****О. В. Химченко**Научный руководитель преподаватель А.И. Петров  
*Томский государственный университет, г. Томск, Россия*

Изучение водного режима рек заболоченных территорий и, конечно же, самих болот представляет ценность не только в научных целях, но и связано с необходимостью прокладки по ним новых дорог, опор линий электропередач и трубопроводов развивающейся нефтяной и газовой промышленности. Необходимость прогнозирования изменения природы Западной Сибири в связи с возможным мелиоративным воздействием и осуществлением переброски части стока сибирских рек в засушливые районы юга Западной Сибири и Средней Азии также нуждается в достоверных данных о стоке рек заболоченных водосборов.

Теоретические основы гидрологии болот заложены в монографиях К.Е. Иванова [3,4], где рассматривается взаимосвязь между развитием и строением болотных массивов, водными свойствами торфяников и формированием водного баланса болот. Именно К.Е. Ивановым поставлена проблема охраны болот.

Основополагающие результаты гидрофизических исследований болот на ландшафтной основе опубликованы в монографии В.В. Романова [13]. С 1958 года коллективом сотрудников ГГИ проводятся исследования болот Западной Сибири, результаты которых представлены в фундаментальной монографии [1].

Параллельно исследования болот Западной Сибири проводились сотрудниками Томского госуниверситета (ТГУ), Института географии АН СССР, МГУ, других организаций. Их результатам, в частности, посвящена совместная монография [10], где дан анализ влияния факторов географической среды на болотообразовательный процесс, оценены масштабы и интенсивность последнего, рассмотрены вопросы освоения болот.

На основе комплексного исследования природы Западной Сибири разработаны прогнозы ее изменения в связи с крупномасштабными мелиоративными воздействиями и планировавшейся переброской части стока Сибирских рек в Среднюю Азию. При практическом решении данной задачи следует ожидать снижения стока в реках, что в свою очередь повлечет за собой изменение и водного режима не только самих рек, но и болот как аккумулятора стока в бассейне реки. В значительной степени эти прогнозы касаются гидрологической и средообразующей роли болотных экосистем и возможных последствий их освоения [5, 8, 9, 12].

Район расположения болотных массивов Западно-Сибирской равнины мало изучен. Именно поэтому целью данного исследования является изучение формирования стока с болотных массивов, непосредственно влияющего на гидрологический режим рек данной территории. Для достижения поставленной цели были определены следующие задачи.

1. Изучение физико-географических условий территории речных заболоченных водосборов.
2. Изучение влияния болотных микроландшафтов на формирование стока рек.
3. Качественная и количественная оценка составляющих питания рек.
4. Выделение закономерностей в распределении стока во времени и пространстве.

Васюганье можно рассматривать в качестве ключевого района при анализе особенностей природной среды в условиях интенсивного развития олиготрофного заболачивания. При исследовании гидрологического режима, а именно внутригодового распределения стока, «болотной» реки Васюган применялись методы, опирающиеся на зональную дифференциацию физико-географической среды, определяемой соотношением ресурсов тепла и влаги. Также использовались непосредственно гидрологические методы расчета внутригодового стока рек (метод компоновки, методы реального и фиктивного года).

Обработка, анализ и географическое обобщение стандартной гидрометеорологической информации осуществлялись статистическими методами с применением физико-статистического моделирования процессов формирования стока.

Исходными же материалами являлись стандартные гидрометеорологические наблюдения Гидрометслужбы за многолетний период.

Исследуемая территория расположена на юго-западе Томской области. Площадь бассейна реки Васюган составляет 61 800 км<sup>2</sup>, что превышает площадь Большого Васюганского болота. По характеру рельефа территория представляет собой слабо дренированную равнину, на которой чередуются самостоятельные низменности и возвышенности.

Заболоченность бассейна реки колеблется в пределах 35 – 40 %. Широкому развитию олиготрофных болот здесь способствовала выщелоченность отложений, слагающих водоразделы, к началу образования болот [11].

По характеру водного режима реки бассейна Васюгана относятся к западносибирскому типу с длительным весенне-летним половодьем и паводками в теплое время года. Основными источниками питания рек являются зимние осадки, формирующие 65 – 80 % годового стока, на долю подземных вод приходится 25 – 30 %, а дождевого 5 – 11 % [13]. Немаловажную роль в формировании стока реки играют болотные массивы, расположенные на водосборной площади. Болота всех типов, обладая определенной регулирующей емкостью, как и леса,

способствуют уменьшению максимальных модулей половодья и паводков. В бассейне р. Васюган преобладающую часть составляют выпуклые верховые болота, которые обладают меньшей регулирующей емкостью (первые десятки сантиметров деятельного слоя). Выпуклая форма рельефа и развитая по крайкам ручейковая сеть последних способствует быстрому сбросу талых вод с болота.

Территория бассейна р. Васюган характеризуется как область пониженного градиента стока с северо-запада на юго-восток [6]. В процессе формирования стока немаловажную роль играет режим болотных вод. В пределах бассейна малоразложившийся сфагновый торф обладает большой влагоемкостью и водоудерживающей способностью, в результате чего переполняющая торфяники вода остается в виде озер, замкнутых со всех сторон торфом.

Своеобразные природные условия Васюганского болота (большая увлажненность в сочетании со слабо расчлененным рельефом и развитием преимущественно слабопроницаемых отложений) приводят к формированию сложных взаимодействий между подземной и поверхностной составляющими стока.

Годовой ход уровней болотных вод характеризуется резким подъемом их значений в период интенсивного весеннего снеготаяния, низкой зимней меженью и относительно высоким стоянием в течение всего летне-осеннего периода. Для рассматриваемого бассейна в теплый период наблюдается довольно хорошая синхронность в ходе уровней болотных вод и уровней воды р. Васюган [11].

Высокая сезонная неравномерность стока р. Васюган внутри года (сток половодья превышает в 5 раз зимний меженный сток) объясняется высокой заболоченностью водосбора. Увеличению же продолжительности и сглаживанию пика половодья способствуют большие размеры водосборной площади и большая лесистость водосбора (50-65%). В целом меженный период длится 9 месяцев (с июля по март), из которых 4 месяца (с декабря по март) приходится на зимнюю межень. Весеннее половодье на реке наблюдается с апреля по июнь. В этот период река пропускает в среднем 60–65% от годового объема стока.

Интенсивное освоение болотных массивов Западной Сибири должно осуществляться с учетом всех выше перечисленных особенностей формирования стока на заболоченных водосборах рек. При интенсивном осушении водосборов сток в многоводную фазу может существенно увеличиться за счет резкого увеличения густоты гидрографической сети в результате появления дренирующих каналов, способствующих быстрому сбросу поверхностных вод в речную сеть. Это в свою очередь ведет к более неравномерному распределению стока по сезонам и месяцам года. Агрелесомелиоративные же мероприятия способствуют выравниванию речного стока за счет снижения его в многоводный период и некоторого увеличения в маловодные, несмотря на возрастание транспирации сельскохозяйственных культур [2].

Дальнейшее изучение болот бассейна р. Васюган должно идти по пути оценки их роли в питании рек и озер, в водном балансе речных водосборов и в речном стоке исследуемого бассейна. Кроме того, весьма важным является установление степени влияния гидромелиоративных мероприятий и другой хозяйственной деятельности на водный режим преобразуемых территорий.

#### Литература

1. Болота Западной Сибири: их строение и гидрологический режим. - Л.: Гидрометеиздат, 1976. - 447 с.
2. Владимиров А.М. Гидрологические расчеты. - Л.: Гидрометеиздат. 1990. - 368 с.
3. Иванов К.Е. Гидрология болот. - Л.: Гидрометеиздат, 1953. - 297 с.
4. Иванов К.Е. Основы гидрологии болот лесной зоны. - Л.: Гидрометеиздат, 1957. - 500 с.
5. Иванов К.Е., Новиков С.М. Возможные изменения болотных ландшафтов Западной Сибири при перебросках стока // Межбассейновое перераспределение водных ресурсов и его влияние на природные условия и народное хозяйство. - Л., 1980. - С. 90-105.
6. Куликов Ю.Н. Особенности водно-теплового баланса и пути преобразования природы Васюганья // Водные ресурсы. - М: Наука, 1976 - №1. - С. 95-111.
7. Лисс О.Л., Абрамова Л.И., Аветов Н.А., Березина Н.А. Болотные системы Западной Сибири и их природоохранное значение. - Тула: Гриф и К, 2001. - 584 с.
8. Малик Л.К. Изменение водных ресурсов таежной зоны Западной Сибири в связи с перспективами мелиораций и перераспределением стока // Водные ресурсы тайги. - Иркутск, 1984. - С.95-108.
9. Малик Л.К., Нейштад М.И., Караваева И.А., Раунер Ю.Л. Географический прогноз изменений для Западной Сибири в связи с переброской части стока сибирских рек // География и природные ресурсы. - М: Наука, 1981.- №2.-С.135-145.
10. Научные предпосылки освоения болот Западной Сибири. - М.: Наука, 1977. - 227 с.
11. Проскурина Г.В., Чубенко А.Г. Гидрологические характеристики болот бассейна р. Васюган // Комплексные исследования водных ресурсов Сибири. - М: Гидрометеиздат, 1983. - Вып. 56. - С. 64-71.
12. Региональный географический прогноз. Вып. 2. Современное состояние и некоторые тенденции изменения природной среды. Западная Сибирь. - М.: Изд-во МГУ, 1980. - 208 с.
13. Ресурсы поверхностных вод СССР. Алтай и Западная Сибирь. Т.15, В.2. - Л.: Гидрометеиздат, 1972. - 408 с.
14. Романов В.В. Гидрофизика болот. - Л.: Гидрометеиздат, 1961. - 359 с.

**ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЯ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ШАХТНЫХ ВОД В ГУКОВСКОМ РАЙОНЕ**

**М.В. Нестерова**

Научный руководитель профессор А.И. Гавришин

*Южно-Российский государственный технический университет, г. Новочеркасск, Россия*

Формирование химического состава подземных вод происходит под влиянием множества природных и антропогенных факторов, таких как климат, геологическое строение, гидрогеологические условия, состав горных пород, горнодобывающая промышленность и др.

Среди геоэкологических проблем Восточного Донбасса центральное место занимает гидрогеохимическая проблема – сильное изменение химического состава подземных и шахтных вод, а также поверхностных вод в результате сбрасывания в них неочищенных шахтных вод.[3]

По результатам изучения гидрогеохимии шахтных вод Восточного Донбасса [4] Гавришиным выделено и описано 4 главных направления трансформации химического состава вод региона.

Первое гидрогеохимическое направление характеризуется преобразованием гидрокарбонатно-сульфатных подземных вод в кислые сульфатные шахтные воды. Второе направление отличается процессами преобразования гидрокарбонатно-сульфатных вод в минерализованные хлоридно-сульфатные. Третье гидрогеохимическое направление связано с трансформацией шахтных гидрокарбонатно-сульфатных вод в сульфатно-хлоридные. В четвертом направлении появляются воды оригинального содового типа с повышенными содержаниями  $\text{HCO}_3$  и Na и очень низкими Ca и Mg.

Для изучения химического состава отобрано 67 проб шахтных вод (табл. 1) наиболее интересного угольного Гуково-Зверевского района Восточного Донбасса.[5]

На основании анализа собранной информации [6] к первому направлению относятся следующие гидрогеохимические виды (табл. 2): 7.5, 7.4, 5.1, 3.1, 6.1. Они отличаются достаточно высоким содержанием сульфатов. Ко второму относятся 7.5, 7.3, с довольно высоким содержанием хлора и сульфатов. К третьему – 7.5, 7.2, 2.1 с высокими концентрациями хлора. Четвертое направление формирует «содовые воды». К нему относят виды: 7.5, 1.1, 4.1, 7.1, отличающиеся высоким содержанием  $\text{HCO}_3$ .

Параметры распределения содержаний компонентов в шахтных водах приведены в табл. 1.

В таблице  $X_{cp}$  – среднее значение,  $Me$  – медиана,  $S$  – стандартное отклонение.

Сравнение полученного состава шахтных вод Гуково-Зверевского района (табл. 1) и Восточного Донбасса [4] дает интересные результаты. В данном районе наблюдается снижение уровня pH, увеличение максимального значения гидрокарбонат-иона, снижение содержаний сульфат-иона, уменьшение среднего и минимального значения хлор-иона. Для иона кальция снижается среднее значение, медиана, минимальное значение и происходит увеличение максимального значения и стандарта. Аналогичная тенденция наблюдается для иона магния. Снижение среднего значения, медианы, минимального значения и увеличение максимального характерны для натрия. Также происходит уменьшение минерализации.

**Таблица 1**

*Состав шахтных вод Гуково-Зверевского района (мг/л)*

	$X_{cp}$	$Me$	$X_{min}$	$X_{max}$	$S$
pH	7	7	2,5	8,4	0
$\text{HCO}_3$	560	371	0	3037	689
$\text{SO}_4$	1584	1497	672	2534	521
<u>Cl</u>	396	313	78	2624	480
Ca	167	164	20	397	93
Mg	140	137	12,2	274	63
Na	1020	835	134	4046	773
M	3536	3400	1270	6892	1444

Классификация наблюдений выполнена с помощью многомерного классификационного G-метода [2] и компьютерной технологии AGAT, которая позволила выделить 7 однородных гидрогеохимических видов шахтных вод (табл. 2).

После ликвидации большинства шахт в Восточном Донбассе не только продолжается интенсивное загрязнение поверхностных вод, но и начинается формирование обширных потоков загрязнения грунтовых вод.[1]

В Гуково-Зверевском районе наиболее широко представлены первое и четвертое гидрогеохимическое направление формирования состава шахтных вод.[5]

Первое направление обусловлено развитием интенсивного окисления серы, содержащейся в углях и вмещающих породах.

Таблица 2

Состав гидрогеохимических видов шахтных вод по направлениям (мг/л)

Направление	Вид	pH	HCO <sub>3</sub>	SO <sub>4</sub>	Cl	Ca	Mg	Na	M
1	7,5	7,75	376	626	374	347	63,2	459	1270
	7,4	7,27	241	1910	166	160	184	443	2000
	5,1	7,37	277	1930	359	181	219	612	3650
	3,1	2,90	0	2110	216	224	198	476	3430
	6,1	2,96	31,9	3190	117	241	196	638	4760
2	7,5	7,75	376	626	374	347	63,2	459	1270
	7,3	7,63	683	2190	364	247	265	978	5030
3	7,5	7,75	376	626	374	347	63,2	459	1270
	7,2	7,16	1000	1060	586	150	105	974	3770
	2,1	4,59	54,9	2340	768	279	165	531	3780
4	7,5	7,75	376	626	374	347	63,2	459	1270
	1,1	7,44	400	1040	221	183	126	404	2360
	4,1	7,77	1180	1260	254	146	154	828	3930
	7,1	8,13	1220	2270	237	38	81,5	1610	5600

Главную роль при формировании вод второго направления играют процессы окисления сульфидов с обогащением вод сульфатами и процессы смешения с хлоридными водами.

В третьем направлении происходит процесс окисления сульфидов и рост концентрации хлор-иона за счет притока хлоридных подземных вод. В данном случае распространение получает процесс роста концентраций хлор-иона за счет притока хлоридных подземных вод при углублении горизонтов отработки угля.

Четвертое направление изменения состава шахтных вод в районе приводит к формированию содовых вод. Изменение состава шахтных вод связано с притоком содовых подземных вод.

Таким образом, в Восточном Донбассе сложилась напряженная экологическая ситуация преимущественно в результате деятельности угледобывающего и углеперерабатывающего комплексов.

#### Литература

1. Гавришин А.И., Климова Н.А. Закономерности формирования химического состава шахтных вод при отработке месторождений и ликвидации угольных шахт Восточного Донбасса. *Геоэкология*, 2003. - №6. – С. 526-539.
2. Гавришин А.И., Корadini А. Многомерный классификационный метод и его применение при изучении природных. – М.: Недра, 1994. – 90.с.
3. Гавришин А.И., Корadini А. Основные закономерности формирования химического состава шахтных вод (на примере Восточного Донбасса). В сб. избранные доклады. – М.: изд. ВНИИ геосистем 2005. С. 154-163
4. Гавришин А.И., Корадани А., Мохов А.В., Бондарева Л.И. Формирование химического состава шахтных вод в Восточном Донбассе. – Новочеркасск: ЮРГТУ, 2003. – 188.с.
5. Нестерова М.В. Влияние шахтных вод на химический состав природных вод Гуково-Зверевского района Восточного Донбасса //Студенческая научная весна-2009. – Новочеркасск: ЮРГТУ, 2009. – С. 374.
6. Нестерова М.В.. О химическом составе шахтных вод Гуково-Зверевского района Восточного Донбасса// Проблемы геологии, планетологии, геоэкологии и рационального природопользования: Материалы VII Международной научно-практической конференции. – Новочеркасск: ЮРГТУ, 2009. – С. 42 – 43.

### ХИМИЧЕСКИЕ ТИПЫ СОЛЕННЫХ ОЗЕР АЛТАЙСКОГО КРАЯ

Ю.А. Чагина

Научный руководитель профессор С.Л. Шварцев

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

В Западной Сибири очень много соленых озер. В основном они сосредоточены в Новосибирской, Омской областях и Алтайском крае. В данной статье рассматриваются соленые озера Алтайского края. Эти озера служат местом добычи поваренной соли (в хлоридных озерах), соды (в карбонатных озерах) и мирабилита (в сульфатных озерах).

С давних пор соляные озера Алтайского края представляют интерес как сырьевые источники нерудных минералов (мирабилит, гипс, сода, галит). Комплексные исследования, проводившиеся в первой четверти XX века показали, что многие из этих озер представляют интерес для промышленного освоения. В начале 50 гг. стали осваиваться содовые и соляные озера Кулундинской степи. Так, вблизи оз. Кучукское действует Кучукский сульфатный завод – монополист в России по производству сульфата натрия из природного мирабилита. Предприятие – Бурлинский соляной промысел – специализируется на добыче в оз. Бурлинском поваренной соли. На базе содовых ресурсов системы Танатарских озер функционирует Михайловский содовый комбинат [5].

На территории Алтайского края находится более 3000 пресных, соленых и горько-соленых озер с минерализацией воды от 1,5 до 485 г/л. Здесь сосредоточены большие запасы лечебных (иловых) грязей.

В данной статье характеризуются 7 озер Алтайского края (Кулундинское, Кучукское, Горькое, Бычье, Танатар №4, Малиновое и Большое Яровое) с целью определить их химические типы.

Большинство озер находятся в Кулундинской степи, она занимает западную, наиболее пониженную часть степного Алтая, расположенную к юго-западу от Приобского плато. Глубина озер Алтайского края, как правило, не превышает 8 м. Вследствие засушливого климата большинство озер сильно минерализованы и имеют горько-соленый и соленый вкус. Очень популярны среди жителей края и ближайших областей России и Казахстана соленые озера Завьяловского, Романовского, Михайловского и Славгородского районов, имеющие лечебно-оздоровительные свойства [2].

Самыми крупными из озер являются Кулундинское, Кучукское, Бурлинское, Большое и Малое Яровое и др. Соленые озера на физико-географических картах принято обозначать малиновым цветом, в отличие от пресных, обозначаемых голубым цветом. Концентрация соли во многих озерах настолько велика, что вода выталкивает человека на поверхность и поддерживает его [4].

Окрестности горько-соленых и соленых озер характеризуются почти полным отсутствием прибрежной растительности. Ровное дно и плоские берега покрыты вязким черным или зеленовато-серым илом, а более возвышенные места поросли своеобразной солончаковой растительностью. Растительность степи представлена в основном травами, злаками, полынью. Весной среди сочной зелени пестреют цветы, во второй половине лета растительность выгорает и степь приобретает желто-бурую расцветку. На обрабатываемой под сельскохозяйственные поля территории выращивают культуры, в том числе пшеницу и кукурузу [2].

Площадь озер данного края изменяется в больших пределах. Самым большим по площади является озеро Кулундинское (728 км<sup>2</sup>). По величине рН озера делятся на слабощелочные и щелочные озера (от 7,6 до 9,6). К слабощелочным (рН от 7,6 до 8,5) относятся: Кулундинское, Кучукское, Малиновое и Яровое. К щелочным (рН от 8,5 до 10,0) - Горькое, Бычье, Танатар №4 и Мостовое. Озеро Кучукское - единственное озеро в России, где идет осаждение глауберовой соли (мирабилита). Обычно в озерах Кулунды идет накопление самосадочной соды. В Кучукском и Малиновом озерах цвет воды розовый, а минерализация превышает 400 г/л. Розовый цвет озера приобретают за счет особых микроорганизмов, содержащихся в воде. Эти 2 озера являются самыми солеными на территории Западной Сибири и относятся к типу сверхрассолов [1].

Оз. Большое Яровое бессточное, не имеет речного питания. Донные отложения мощностью 0,6-1,5 м представлены илами. Основные составляющие приходного водного баланса озера – весенний сток с водосбора, выходы грунтовых вод у крутых берегов, зимние и летние осадки, расходная часть - испарение. Большое Яровое и Малиновое озера являются геологическими памятниками природы [5].

По химическому составу рассолов выделяют три принципиально разные группы соляных озер: карбонатные, сульфатные и хлоридные; иногда отдельно рассматривают озера с кислыми рассолами. Рассчитав значения коэффициентов метаморфизации для рассолов трех типов в ионной (в г-экв) форме выражения концентраций растворов, мы можем определить к какому химическому типу принадлежит данное озеро [3]:

$$K_1 = (\sum (\text{CO}_3^{2-}) + \sum (\text{HCO}_3^-)) / (\sum (\text{Ca}^{2+}) + \sum (\text{Mg}^{2+}));$$

$$K_2 = (\sum (\text{CO}_3^{2-}) + \sum (\text{HCO}_3^-) + \sum (\text{SO}_4^{2-})) / (\sum (\text{Ca}^{2+}) + \sum (\text{Mg}^{2+}));$$

$$K_3 = (\sum (\text{CO}_3^{2-}) + \sum (\text{HCO}_3^-) + \sum (\text{SO}_4^{2-})) / \sum (\text{Ca}^{2+});$$

$$K_4 = (\sum (\text{CO}_3^{2-}) + \sum (\text{HCO}_3^-)) / \sum (\text{Ca}^{2+}), \text{ где } \sum_i - \text{число г-экв } i - \text{го иона.}$$

На основе табл. 1 рассмотрим принадлежность каждого озера к определенному типу. Для этого нам нужно знать макрокомпонентный состав озер и число г-экв каждого иона.

**Таблица 1**  
**Характерные признаки принадлежности рассола к одному из главных химических типов [3]**

Химический тип	Подтип	K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>	K <sub>3</sub>	K <sub>4</sub>
Карбонатный (содовый)	-	>1	>>1	>>1	>>1
Сульфатный	Сульфатно-натриевый	≤1	≥1	>>1	≠1
Сульфатный	Сульфатно-магниевый	<<1	≤1	>>1	≠1
Хлоридный	-	<<1	<<1	≤1	<1

Проанализировав данные табл. 3, можно сделать вывод, что исследуемые 7 озер Алтайского края относятся к сульфатному и карбонатному химическим типам. Среди сульфатных озер выделяются сульфатно-натриевые (Кулундинское, Малиновое) и сульфатно-магниевые (Кучукское и Б. Яровое).

Таблица 2

Содержание основных макрокомпонентов (мг/л), минерализация (г/л) и pH исследуемых озер

	Ca <sup>2+</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	Cl <sup>-</sup>	Мин-ция	pH
оз. Кулундинское	200	683	456	38906	2318	36230	33512	112	8,34
оз. Кучукское	1600	415	168	77763	67344	77360	260600	485	7,65
оз. Горькое	6	1196	792	6474	200	5060	4260	17	9,27
оз. Бычье	6,7	1147	492	1813	160	1638	533	5,3	9,28
оз. Танатар №4	2	1562	1272	534	120	2050	795	5	9,58
оз. Малиновое	1600	976	-	74235	16592	123725	187000	405	7,96
оз. Б. Яровое	800	305	120	18571	42700	33292	163300	259	7,84

Таблица 3

Характерные признаки принадлежности исследуемых озер к одному из главных химических типов

Озеро	Химический тип	Подтип	K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>	K <sub>3</sub>	K <sub>4</sub>
Кулундинское	Сульфатный	Сульфатно-натриевый	0,131	4,186	83,72	2,62
Кучукское	Сульфатный	Сульфатно-магниевый	0,0022	0,2915	20,405	0,155
Горькое	Карбонатный	-	2,778	10,862	604,666	154,666
Бычье	Карбонатный	-	2,64	3,018	134,8	118
Танатар №4	Карбонатный	-	6,881	7,998	795	684
Малиновое	Сульфатный	Сульфатно-натриевый	0,011	1,104	19,875	0,2
Б. Яровое	Сульфатный	Сульфатно-магниевый	0,0025	0,1118	9,9	0,225

## Литература

1. Дзенс-Литовский А. И. Соляные озера СССР и их минеральные богатства. - Л.: Недра, 1968. - 119 с.
2. Никольская Ю. П. Процессы солеобразования в озерах и водах Кулундинской степи. - Новосибирск: Изд-во Академии наук СССР, 1961. — 180 с.
3. Чарыкова М. В., Чарыков Н. А. Термодинамическое моделирование процессов эвапоритовой седиментации. - СПб. : Наука, 2003. — 262 с.
4. Интернет ресурсы: <http://www.wikipedia.org> Журнал «Геохимия», №10, 2007 год, 1114-1128 с.

## ПРИМЕНЕНИЕ МНОГОМЕРНОГО G – МЕТОДА ДЛЯ КЛАССИФИКАЦИИ ШАХТНЫХ СОДОВЫХ ВОД ВОСТОЧНОГО ДОНБАССА

М. А. Черникова

Научный руководитель профессор А.И. Гавришин

Южно-Российский государственный технический университет, г. Новочеркасск, Россия

В формировании экологической обстановки в Восточном Донбассе наиболее существенную роль играют угледобывающий и углеперерабатывающий комплекс [2]. При этом важное значение имеет гидрогеохимическая проблема формирования минерализованных шахтных вод, их влияния на условия отработки месторождений, на изменения состава поверхностных и подземных вод.

В настоящее время на территории Восточного Донбасса. были выделены четыре гидрогеохимических направления изменения химического состава шахтных вод [4]: первое гидрогеохимическое направление изменения химического состава шахтных вод связано с преобразованием исходных слабоминерализованных гидрокарбонатно-сульфатных вод в кислые сульфатные воды с высокими содержаниями Fe, Mn, Al, Cu и других металлов; второе гидрогеохимическое направление характеризуется переходом гидрокарбонатно-сульфатных вод в хлоридно-сульфатные нейтральные, в незначительной степени обогащенные Fe и Mn; третье гидрогеохимическое направление фиксирует преобразования гидрокарбонатно-сульфатных вод в сульфатно-хлоридные; четвертое гидрогеохимическое направление – формирование оригинальных содовых гидрокарбонатно-сульфатно-хлоридных и хлоридных натриевых вод (первый тип по О.А. Алекину с высокими содержаниями HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>; и очень низкими Ca и Mg.

Наибольший интерес представляет четвертое гидрогеохимическое направление формирования содовых шахтных вод. А. И. Гавришиным впервые была выдвинута гипотеза о связи содовых вод региона с потенциальной нефти - газоносностью Восточного Донбасса [1].

В данной работе представлены краткие результаты исследований содовых шахтных вод. Для этого была сформирована специальная “содовая выборка”, в которую вошли 236 анализов шахтных вод по региону, в шахтах которых было выявлено содержание содовых вод.

Были получены интересные результаты последовательного классифицирования наблюдений, когда они (с помощью G-метода) были разделены на однородные виды наблюдений – 28 видов [3]. Далее они были разбиты на 4 главных гидрогеохимических направления изменения химического состава подземных вод. Автоматически выделено в первом семействе 12 однородных гидрогеохимических видов (табл. 1).



Таблица 1

## Классификация вод содовой выборки

направления	виды	pH	HCO <sub>3</sub>	SO <sub>4</sub>	Cl	Ca	Mg	Na	M
	1.12	7.5	470	946	185	115	99	428	2240
	1.13	8.2	561	1060	232	84	167	464	2530
	1.02	7.8	735	1320	310	188	166	591	3090
1	1.03	8.1	364	1570	346	140	68	871	3130
	1.06	8.0	221	1680	374	247	63	716	3190
	1.01	7.9	609	1700	359	294	96	755	3510
	1.14	7.3	465	2250	216	248	61	992	4050
	1.15	7.2	1060	1570	352	100	172	941	4200
	3.00	7.0	739	2355	194	240	71	1120	4480
	8.00	7.0	537	2450	545	314	308	778	5060
	4.00	7.3	1100	2330	346	128	169	1290	5370
	10.00	6.9	1180	2710	360	133	224	1410	6060
	1.11	7.2	367	592	291	96	69	374	1750
	1.05	7.2	547	612	356	93	85	464	2090
2	1.08	7.1	427	750	430	81	75	572	2250
	1.09	8.0	1340	926	485	313	164	585	3140
	1.07	8.0	990	1100	611	217	115	820	3360
	1.10	8.0	1130	1060	610	255	155	734	3380
3	11.00	7.4	435	543	519	105	45	362	2080
	1.04	7.0	601	591	573	93	60	655	2480
	1.04	7.0	601	591	573	93	60	655	2480
	1.16	7.7	1330	928	341	127	69	895	3740
	5.00	7.3	1010	1260	740	45	44	1330	4430
	1.11	7.2	367	592	291	96	69	374	1750
4	6.00	7.4	1710	944	442	103	101	1090	4490
	2.00	7.2	1360	1700	322	80	112	1230	4800
	7.00	7.8	1400	2190	256	21	55	1550	5370
	9.00	8.3	2660	1400	379	94	85	1650	5710

Первое направление – это нейтральные сульфатные натриевые воды, второе - нейтральные гидрокарбонатно-хлоридно-сульфатные натриевые, третье – нейтральные гидрокарбонатно-сульфатно-хлоридные натриевые, четвертое – нейтральные гидрокарбонатно-сульфатные натриевые; хорошо видно, что от первого к третьему направлению снижается сульфатность и нарастает хлоридность, а для четвертого характерны высокие содержания гидрокарбонатов.

В «содовой выборке» присутствуют все четыре главных направления изменения состава шахтных вод, классификация приведена в таблице 2 [5]. Первое гидрогеохимическое направление представлено видами 1.12, 1.13, 1.02, 1.03, 1.06, 1.01, 1.14, 1.15, 3.00, 8.00, 4.00, 10.0, наблюдения которых характеризуются пониженными значениями pH и содержаниями HCO<sub>3</sub> и повышенными SO<sub>4</sub>.

Второе гидрогеохимическое направления в составе вод рассматриваемых шахт получили широкое распространение и обнаружены в шахтах Ростовской, 60-летия Л.К, Гуковской, Антрацит, Замчаловской (15% наблюдений). Для этих вод характерно повышенное содержание хлор-иона и близкий к содовому составу. Воды второго направления имеют сульфатно – хлоридный магниево – кальциево – натриевый состав, третьего типа по Алекину.

Третье гидрогеохимическое направление представлено видами 1.11, 11.0, 1.04 которые наблюдаются в шахтах Замчаловской, Восточной, Гуковской и характеризуется относительным повышением содержания Cl, пониженным содержанием Ca и Mg.

Четвертое (содовое) направление обнаружено во всех представленных в выборке шахтах и наиболее типичными гидрогеохимическими видами являются 1.04, 1.16, 5.00, 6.00, 2.00, 7.00, 9.00, наблюдение которых относятся к шахтам: Ростовская, Гуковская, Антрацит, 60-летия Л.К, Восточная, Изваринская, Замчаловская. Содержание HCO<sub>3</sub> достигает в этих водах максимальных значений (до 2660 мг/л и 54 %-молей) при невысоких содержаниях Ca и Mg (до 8 %-молей). По общему составу воды постепенно изменяются от гидрокарбонатно-сульфатных (2 типа по О. А. Алекину) до сульфатно-гидрокарбонатных содовых (первый тип); минерализация повышается до 6 г/л за счет концентраций HCO<sub>3</sub>, SO<sub>4</sub>, Cl при снижении относительных содержания Ca и Mg.

Ниже приводится таблица среднего химического состава вод по гидрогеохимическим направлениям (табл. 2).

Таблица 2

## Средний химический состав подземных вод по гидрогеохимическим направлениям (мг/л)

Направление	pH	HCO <sub>3</sub>	SO <sub>4</sub>	Cl	Ca	Mg	Na	M
1	7,5	670	1828	318	186	139	863	3009
2	7,6	800	840	464	176	110,5	591,5	2662
3	7,2	468	575	461	98	58	464	2103
4	7,5	1439	1288	436	81	75	1200	4432

На основе анализа данной таблицы можно сделать вывод о том, что самое высокое содержание гидрокарбонатов и пониженное значение содержания Са и Mg наблюдается в четвертом направлении.

Происхождение этих вод связано с притоком содовых подземных вод. Подъем вод мог происходить по разрывным тектоническим структурам, таким как Кореновско-Гнилушанский надвиг, Должано-Сулино-Садкинской синклинали, Главный Гуковский надвиг, Ивановский сброс, Западный сброс, сводовая часть Изваринской антиклинали и южное крыло Гундоровской котловины, Михайловская антиклиналь, замковая части Горняцкой синклинали, Шахтинской синклинали [6].

Происхождение содовых подземных вод может быть связано с испарительно-конденсационными процессами в системе вода-газ.

#### Литература

1. Гавришин А.И. О генезисе маломинерализованных содовых вод в Восточном Донбассе ДАН РФ. 2005.т. 404. - Л. 668 – 680 с.
2. Гавришин А.И., Климова Н.А. Закономерности формирования химического состава вод при отработке месторождений и ликвидации угольных шахт Восточного Донбасса// Геозкология, 2003, №6 -.С. 526 - 539.
3. Гавришин А.И., Корадини А. Многомерный классификационный метод и его применение при изучении природных объектов. - М.: Недра, 1994. – 90 с.
4. Гавришин А.И., Корадини А., Мохов А.В., Бондарева Л.И. Формирование химического состава шахтных вод в Восточном Донбассе. - Новочеркасск: изд. ЮРГТУ (НПИ), 2003 – 188 с.
5. Черникова М.А. // Шахтные содовые воды Восточного Донбасса. Материалы межрегиональной НТК «Студенческая научная весна 2009». - Новочеркасск: изд. ЮРГТУ (НПИ), 2009, - С. 392.
6. Черникова М.А. // О формировании шахтных содовых вод Восточного Донбасса. Материалы VII Международной научно-практической конференции. - Новочеркасск: изд. ЮРГТУ (НПИ), 2009, - С. 43

### ГИДРОХИМИЧЕСКИЙ БАЛАНС РЕКИ УШАЙКИ

**А.М. Шайхутдинова**

Научный руководитель профессор О.Г. Савичев

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

Еще несколько десятилетий назад речные системы сохраняли, в основном, естественный режим. С развитием хозяйственной деятельности положение дел принципиально изменилось. Проводимые в настоящее время водохозяйственные мероприятия охватывают обширные пространства и вносят существенные изменения в ландшафты водосборов, водный режим рек, а также создают предпосылки к изменению всего природного комплекса обширных регионов.

Антропогенные преобразования на водосборах больших и малых рек неодинаковы по масштабам и формам проявления. Чем больше река, тем позже и менее ощутимо начинают проявляться антропогенные изменения на водосборе, в гидрохимическом режиме реки. Вследствие высокой чувствительности бассейнов и русел малых рек, большей их уязвимости к антропогенным нагрузкам, в них в большей степени проявляются противоречия, возникающие в результате хозяйственной деятельности, которая осуществлялась на протяжении многих лет без учета сформировавшегося экологического состояния водных объектов. И как следствие этого, возникают нарушения в равновесии эколого-гидрологических систем малых рек в целом и происходит постепенная их деградация.

В водные объекты района исследования загрязнения поступают с точечным стоком сбросов сточных вод, с рассредоточенным (диффузным) стоком с водосборных территорий, сельскохозяйственных угодий, промышленных площадок, а также через атмосферу, путем выпадения загрязняющих веществ как непосредственно на водную поверхность, так и на поверхность водосборной площади.

Данная работа направлена на исследование закономерностей формирования гидрохимической ситуации р. Ушайки с учетом ее природных особенностей, а также вклада источников организованного и диффузного стока загрязняющих веществ.

Водосборный бассейн реки Ушайки почти полностью расположен в пределах Томского административного района Томской области и лишь участок нижнего течения – в границах города 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 водосборных бассейнах) на всех стадиях формирования эколого-геохимического состояния речных вод.

Хозяйственный комплекс города тесно интегрирован с промышленными и сельскохозяйственными предприятиями крупнейшего (по объемам производства и численности населения) в области Томского сельского района. Близость к Томску обуславливает ряд особенностей, отличающих этот район от прочих по характеру антропогенного воздействия на окружающую природную среду.

Таким образом, река Ушайка является наиболее загрязненным из нижних притоков р. Томи и относится к антропогенно измененным водным объектам.

В течение многолетнего периода систематически наблюдаются нарушения нормативов рыбохозяйственного и хозяйственно-питьевого водопользования по содержанию нефтепродуктов, фенолов, нитритов, ионов аммония, железа общего, величинам БПК<sub>5</sub> и ХПК. Рост содержания нефтепродуктов объясняется увеличением

количества автомобилей в городе, а, следовательно, и выносом продуктов сжигания топлива в водные объекты г. Томска. Также увеличение загрязнённости водного объекта происходит из-за несанкционированной массовой мойки автотранспорта на реке, как в городе, так и за его чертой.

Оценка гидрохимического стока в бассейне р. Ушайки имеет важное значение в процессе изучения ее эколого-геохимического состояния и, в свою очередь, является необходимым этапом в выявлении механизмов его природно-антропогенной трансформации.

#### **Водохозяйственный баланс**

В процессе оценки закономерностей формирования гидрохимической ситуации р. Ушайки с учетом ее природных особенностей и антропогенного воздействия в соответствии с Методикой расчета водохозяйственных балансов водных объектов был составлен водохозяйственный баланс для исследуемой территории [1].

Структура стандартного водохозяйственного баланса включает приходную и расходную части, а также результат водохозяйственного баланса (ВХБ). В связи с отсутствием необходимости учета в балансе составляющих, отражающих инженерные решения, а также учитывая недостаточное количество необходимой исходной информации, уравнение водохозяйственного баланса для многолетнего периода было преобразовано к следующему виду:

$$B = W_{oc} + W_{vv} - W_{vx} - W_{исп} - W_{вдп}, \text{ млн м}^3,$$

где  $B$  – результирующая составляющая (избыток или дефицит водных ресурсов) водохозяйственного участка,  $W_{oc}$  – объем осадков, поступающих за расчетный период на расчетном водохозяйственном участке,  $W_{vv}$  – возвратные воды на водохозяйственном участке: сточные воды, отводимые в водные объекты),  $W_{vx}$  – объем стока, поступающий за расчетный период с вышележащих участков рассматриваемого водного объекта,  $W_{исп}$  – потери на испарение с земной поверхности,  $W_{вдп}$  – требования водопользователей на расчетном водохозяйственном участке (данные по изъятию свежей воды поверхностными водозаборами за отчетный год).

В результате выполненных вычислений была установлена величина ВХБ, составляющая 31,79 млн м<sup>3</sup>, что свидетельствует о наличии избытка водных ресурсов ( $B > 0$ ) на данном водохозяйственном участке.

Выполненные расчеты поступления веществ в водные объекты позволили получить общую картину и выделить наиболее важные источники и процессы.

Среди них, прежде всего, следует отметить выпадение веществ из атмосферы. Источником загрязнения атмосферного воздуха в бассейне Ушайки служат, в первую очередь, выбросы промышленных предприятий г. Томска и Томского района (по данным Госкомэкологии за 1998 г. выбросы 388 предприятий Томска и Томского района составили: твердых веществ – 146090 т/год, окислов азота – 7330 т/год, углеводородов – 1530 тонн/год, оксида углерода - 8440 тонн/год и т.д.) [3, 4, 5]. Кроме того, определенное количество загрязняющих веществ переносится с транзитными воздушными массами. В воды р. Ушайки загрязняющие вещества из атмосферного воздуха поступают путем выпадения с жидкими осадками и оседания частиц атмосферного аэрозоля как непосредственно на водную поверхность, так и на поверхность водосборов и последующего их адвективно-диффузионного переноса в русловой поток. Просачиваясь в водоносные горизонты, загрязненные атмосферные осадки приносят загрязняющие вещества и в подземные воды, таким образом, изменяя их химический состав и качество. Значительная часть загрязняющих веществ выпадает на территорию водосборов с твердыми атмосферными осадками, накапливается в снежном покрове, а затем поступает в реки и подземные воды с талыми водами в весенний период.

Также свой вклад в формирование гидрохимического стока вносит и поступление веществ с недостаточно очищенными сточными водами. Сброс сточных вод по сосредоточенным выпускам наибольшее влияние оказывает на уровень содержания фенолов и легкоокисляемых органических веществ по величине БПК<sub>5</sub>. Основная часть их сбрасывается без очистки, доля недостаточно-очищенных сточных вод составляет 19 процентов.

#### **Неорганизованное антропогенное поступление веществ в водные объекты.**

В настоящее время становится общепризнанным, что значительная часть загрязняющих веществ поступает в гидросферу не от точечных источников, а с рассеянными (диффузными) стоками, формирующимися на водосборах рек. Масштабы отрицательного воздействия диффузных источников загрязнения на качество поверхностных вод по многим показателям могут превосходить влияния контролируемых створов. Среди источников диффузного загрязнения водных объектов, расположенных на водосборах бассейнов, большое влияние оказывают стоки с промышленно-урбанизированных территорий, а также эродированных и эрозионно-опасных земель.

В частности, загрязнение р. Ушайки в значительной степени обусловлено притоком загрязнённых талых и дождевых вод с городской территории, так как прибрежные территории реки захлаплены фактически на всём её протяжении, как по правому, так и по левому берегам. В водоохранной зоне в настоящее время находятся 28 свалок ТБО, строительного мусора и металлолома общим объёмом 67414 м<sup>3</sup>.

Масса сброса загрязняющего вещества с неорганизованным стоком с территории водосбора определялась в соответствии с Методическими указаниями по расчету платы за неорганизованный сброс загрязняющих веществ в водные объекты [2].

В целом же, неорганизованное антропогенное поступление веществ оказывает существенное воздействие на химический состав водных объектов рассматриваемой территории, обуславливая поступление в реки большого количества Fe, соединений N, P и органических соединений. Очевидно, что данный фактор, по крайней мере, вблизи населенных пунктов должен оказывать заметное влияние на гидрохимический режим, причем по некоторым показателям (нефтепродукты, хлориды, Fe, NH<sub>4</sub>, Cu, БПК) в значительно большей степени, чем сброс со сточными водами по контролируемым водовыпускам.

**Заключение.** Выполненные расчеты поступления веществ в водные объекты имеют весьма приближенный характер, но, тем не менее, позволяют получить общую картину условий формирования ионного стока и выделить наиболее важные из них.

Большая часть гидрохимического стока в бассейне р. Ушайки представлена микрокомпонентами и трудноокисляемыми органическими веществами, формируется в результате действия природных факторов.

Помимо природной, наблюдается и антропогенная составляющая стока, связанная с поступлением загрязняющих веществ по сосредоточенным выпускам, а также с загрязнением атмосферного воздуха и неорганизованным поступлением с урбанизированных территорий. Здесь необходимо отметить, что по полученным данным, сброс сточных вод, который, несомненно, оказывает большое влияние на состояние речных вод, играет заметно меньшее воздействие в сравнении с вышеупомянутым неорганизованным поступлением загрязняющих веществ и в основном проявляется в черте г. Томска.

Таким образом, можно сделать вывод, что антропогенное влияние связано, прежде всего, с выпадением веществ из загрязненного атмосферного воздуха, их неорганизованным поступлением с территорий населенных пунктов, дорог и производственных площадей, а также в результате сбросов сточных вод по контролируемым водовыпускам. При этом возможно снижение концентраций и выноса с речными водами ряда веществ за счет создания водоохраных зон, снижения уровня загрязнения атмосферного воздуха, ликвидации несанкционированных свалок.

#### Литература

1. Методика расчета водохозяйственных балансов водных объектов. Приказ МПР РФ от 30.11.2007 г. №314
2. Методические указания по расчету платы за неорганизованный сброс загрязняющих веществ в водные объекты. Приказ МПР РФ от 24.03.1993 г. №190
3. Протасов В.Ф. Экология, здоровье и охрана окружающей среды в России. М.: Финансы и статистика, 1999. –671 с.
4. Ровинский Ф.Я., Громов С.А., Бурцева Л.В., Парамонов С.Г. Тяжелые металлы: дальний перенос в атмосфере и выпадение с осадками // Метеорология и гидрология, 1994, №10, с.5-14.
5. Савичев О.Г. Поступление антропогенных веществ в воды р.Томи // Мелиорация и водное хозяйство, 1998, №6, с. 31-33.

### ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОЗЕР БАССЕЙНА НИЖНЕЙ ТОМИ

О.В. Широченко

Научный руководитель профессор О.Г. Савичев

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

Гидрохимические наблюдения на озерах в бассейне р. Нижней Томи проводятся специалистами Томскгео-мониторинг в рамках мониторинга водных объектов. Цель исследований – оценка эколого-геохимического состояния водных объектов. Исследуемые озера (рис.) расположены в 20 км южнее г. Томска. Основным объектом исследований является озеро-приемник сточных вод ОАО «Синий утес».

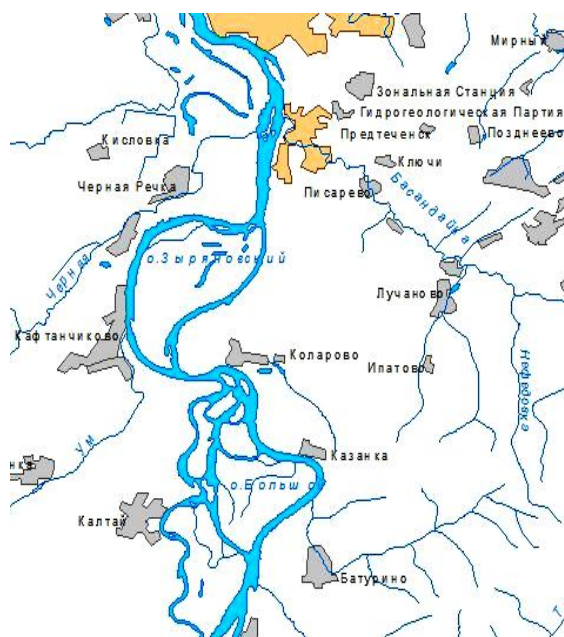


Рис. Обзорная карта-схема

Некоторые результаты исследований приведены в таблице. Исследования свидетельствуют о том, что уровень содержания 70 % изученных веществ близок к соответствующим показателям для других озер. Следовательно, концентрации данных веществ являются типичными для бассейна Нижней Томи и в первом приближении могут использоваться в качестве «фоновых» [2].

Согласно классификации О.А. Алекина исследуемые воды являются гидрокарбонатными натриевыми, что показывает преобладающее содержания аниона  $\text{HCO}_3^-$  и катиона  $\text{Na}^+$ . По степени минерализации эти воды средне минерализованные (до  $500 \text{ мг/дм}^3$ ). Изменение минерализации в многолетнем и внутригодовом разрезе обычно достаточно хорошо коррелирует с колебаниями водности [5]. Воды исследуемых озер нейтральные или слабощелочные.

Заметно отличаются от показателей для других озер содержания: 1) кальция, марганца, нефтепродуктов (меньше, чем в других озерах); 2) азота аммонийного и нитритного, фосфатов, фтора, СПАВ (больше, чем в других озерах). Очевидно, что содержания первой группы веществ являются характерными для пойменных озер исследуемого участка и также могут быть приняты как «фоновые».

Во второй группе явно антропогенное происхождение имеют концентрации ионов аммония, нитритов, фосфатов и СПАВ. Средняя кон-

центрация фторидов в озере близка к содержанию  $F^-$  в р. Томь и, скорее всего, обусловлена действием природных факторов.

Таблица

Средний химический состав озерных вод, мг/дм<sup>3</sup>

Компоненты	Озеро-приемник стоков ОАО «Синий утес»			Озера в бассейне Нижней Томи	
	Среднее (4 пробы в летний период)	Минимум	Максимум	Среднее	Количество проб
pH	7,9	7,7	8,0	8,1	29
O <sub>2</sub>	6,2	3,9	9,4	7,3	25
Ca <sup>2+</sup>	27,3 <sup>2</sup>	24,0	32,1	48,2	25
Mg <sup>2+</sup>	12,2	9,7	14,6	14,2	25
Na <sup>+</sup>	36,2	16,5	47,2	31,5	14
K <sup>+</sup>	5,8	1,4	8,5	6,8	7
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	256,0	207,0	280,6	245,3	25
Cl <sup>-</sup>	26,3	21,0	37,0	26,4	29
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	25,7	19,3	36,2	16,5	29
Азот NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	16,18	2,00	32,10	5,218	29
Азот NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	0,29	0,00	0,60	0,088	29
Азот NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	1,00	0,00	2,10	0,813	29
Кремний	3,21	0,00	5,70	2,52	10
Фосфаты	2,637	0,0307	5,5188	1,294	29
Fe <sub>общ.</sub>	0,638	0,4000	0,9000	0,760	29
F <sup>-</sup>	0,223	<0,01	0,530	0,042	29
Фенолы	0,001	0,000	0,003	0,001	28
Нефтепродукты	0,027	0,000	0,050	0,062	9
СПАВ	0,120	0,120	0,120	0,051	6

Увеличение минерализации и концентраций таких ионов, как Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, K<sup>+</sup>, а также Ba<sup>2+</sup>, Zn<sup>2+</sup> и других микроэлементов, содержание которых контролируется процессами растворения-осаждения с участием главных ионов, соосаждения и сорбции на глинистых минералах, в случае возможного возрастания объемов сброса загрязненных сточных вод в ближайшие годы при неизменных гидроклиматических условиях в бассейне р. Томь, представляется маловероятным.

Важный вывод проведенных исследований заключается в том, что при построении гидрохимических моделей или прогнозе изменения качества речных вод необходимо рассматривать макрокомпоненты не как «консервативные вещества» с маломеняющимися концентрациями или как простую сумму антропогенной и природной составляющих, а как сложную функцию целого ряда физико-химических и биохимических процессов, протекающих в речных водах, на поверхности водосборного бассейна и зоне активного подземного водообмена [4, 1].

## Литература

1. Крайнов С.Р., Шваров Ю.В., Гричук Д.В. и др. Методы гидрогеохимического моделирования и прогнозирования в гидрогеологии. М.: Недра, 1988. 254 с.
2. Крайнов С.Р., Швец В.М. Гидрогеохимия. М.: Недра, 1992. 463 с.
3. Краткий справочник физико-химических величин /Под ред. А.А. Ревеля и А.М. Пономаревой. Изд. 9. СПб: «Специальная литература», 1998. 232 с.
4. Рассказов Н.М., Савичев О.Г. Гидрогеохимические условия юго-востока Западной Сибири (на примере бассейна р. Томь) // Геоэкология, 1999. № 4. С. 314-320.
5. Савичев О.Г., Паромов В.В., Решетько М.В. Гидрология и геоэкология рек Томской области Томск: Издательство ТПУ, 2005. 106 с.

**ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД РАЙОНА  
ВОЗДЕЙСТВИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ ООО «СОРСКИЙ ГОК»****Н.В. Шихалева**

Научный руководитель доцент М.В. Решетько

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

В последние десятилетия проблема антропогенного воздействия на природные воды приобретает все большую актуальность в силу нарастающего влияния источников загрязнения на окружающую среду и, как следствие, – на состояние природных вод. Особенно велико влияние горнодобывающих и горнообогатительных производств, так как они являются отраслями крупномасштабного и разнообразного воздействия на атмосферу, воду и территорию. Поэтому проблема минимизации воздействия в целях сохранения качества природных вод для последующих поколений является основной в районах интенсивного освоения природных ресурсов.

Район исследований расположен на территории Усть-Абаканского района Республики Хакасия, в восточных отрогах Кузнецкого Алатау, на юго-восточном склоне Батеневского кряжа, в переходной зоне от горно-таёжного рельефа к мелкосопочникам и степным пространствам Минусинской впадины. Гидрографическая сеть района развита слабо. Основной водной артерией является р. Бюря, пересекающая район работ с севера на юг и ее правые притоки – р. Сора, длиной 19 км, р. Сайгачи и ручей Куян-Торчан. Основной объем годового стока этих малых рек приходится на весеннее половодье, в зимний период года реки перемерзают. Водоемы представлены озером Безымянным и искусственным озером Теплым, возникшее в результате запруживания ручья Куяк-Торчан.

В настоящее время на базе Сорского рудного месторождения работают два предприятия: Сорский горно-обогатительный комбинат (Сорский ГОК) и Сорский ферромолибденовый завод (Сорский ФМЗ). Основная деятельность ООО «Сорский ГОК» сосредоточена на добыче и переработке руды, содержащей молибден, а также на добыче меди; отработка месторождений ведется открытым способом. Сорский ФМЗ, один из крупнейших производителей ферромолибдена в России, построен в 2006 году; он перерабатывает весь объем производимой Сорским ГОКом продукции.

Целью работы являлась оценка экологическо-геохимического состояния поверхностных вод, находящихся под влиянием хозяйственной деятельности ООО «Сорский горно-обогатительный комбинат».

Материалом исследований послужили химические анализы поверхностных вод района, полученные автором в результате прохождения практики, и данные информационных отчетов [1, 2].

Эколого-геохимическое состояние поверхностных вод района является результатом воздействия комплекса природных и техногенных факторов и условий. В естественном состоянии воды реки Бюря находятся в среднем течении до впадения в нее р.Сора. Вода пресная гидрокарбонатная кальциевая и гидрокарбонатная кальциево-магниевая, с минерализацией 0,45-0,64 г/дм<sup>3</sup>, умеренно жесткая и жесткая (общая жесткость 4,92-7,56 мг-экв/дм<sup>3</sup>). Вода в реке прозрачная, без цвета, без запаха, без вкуса.

Основным поверхностным водным объектом, который подвергается антропогенному воздействию, является р.Сора. Река условно разбита на два участка: верховья р.Сора. - 6,5 км от истока поток протекает в естественных условиях горно-таежной местности и относится к водным объектам 2 категории рыбохозяйственного использования; второй участок - среднее и нижнее течение р.Сора (до впадения в р.Бюря), который испытывает существенную техногенную нагрузку от промышленных объектов ООО «Сорский ГОК», ООО «Сорский ФМЗ» и г.Сорска. В районе Сорского молибденового месторождения в грунтах и почвах присутствуют естественные ореолы рассеивания специфических веществ и соединений. На почвы и грунты химические и минеральные вещества попадают при пылевых и газовых выбросах. При экологогеологических работах [2] по вторичным ореолам рассеяния в зоне, непосредственно прилегающих к комбинату (19,5 км<sup>2</sup>), выявлены комплексные аномалии, элементный состав которых практически идентичен геохимическому составу руд и пород. Аномалии повышенного загрязнения расположены, в основном, вдоль р. Соры – от хвостохранилища до устья. Первым объектом техногенной нагрузки является хвостохранилище ООО «Сорский ФМЗ», образованное в результате запруживания р.Сора пионерной дамбой. В хвостохранилище накапливаются природные воды, жидкие и твердые отходы ООО «Сорский ФМЗ». Вода в р. Сора значительно ухудшается ниже места сброса технических вод на сухое русло, вплоть до р.Бюря, по крайней мере до 200 м ниже места впадения в нее р. Сора. Значительно возрастает содержание молибдена и меди (рис.). В воде преобладают ионы хлора, сульфат-ионы, катионы кальция, магния и натрия. До городских очистных сооружений воды сульфатные кальциево-магниевые с минерализацией 0,65-1,75 г/дм<sup>3</sup> и постоянной жесткостью 4,9-17,8 мг-экв/дм<sup>3</sup>. Ниже городских очистных сооружений резко увеличивается содержание хлоридов.

После впадения р. Сора в реку Бюря на протяжении 4,5 км происходит значительное увеличение содержания загрязняющих веществ. Вода хлоридно-гидрокарбонатная кальциево-магниевая с минерализацией 0,57-1,11 г/дм<sup>3</sup>. Общая жесткость воды резко увеличивается, отмечается высокое содержание в воде органических веществ (окисляемость 13,9 мг О/дм<sup>3</sup>), хотя выше по течению окисляемость составляет 1,6 О/дм<sup>3</sup>.

Воды в реке Сайгачи гидрокарбонатные магниевые-кальциевые первые 3,5 км от плотины и гидрокарбонатные кальциево-магниевые ниже по течению до устья; умеренно жесткие и жесткие, пресные, щелочные. Общая жесткость воды составляет 3,8-6,7 мг-экв/дм<sup>3</sup>. В приустьевой части р.Сайгачи содержание в воде наиболее значимых элементов составляет: фтора - 0,7 мг/дм<sup>3</sup>, меди – 0,18 мг/дм<sup>3</sup>, марганца – 0,15 мг/дм<sup>3</sup>, железа – 1,4 мг/дм<sup>3</sup>.

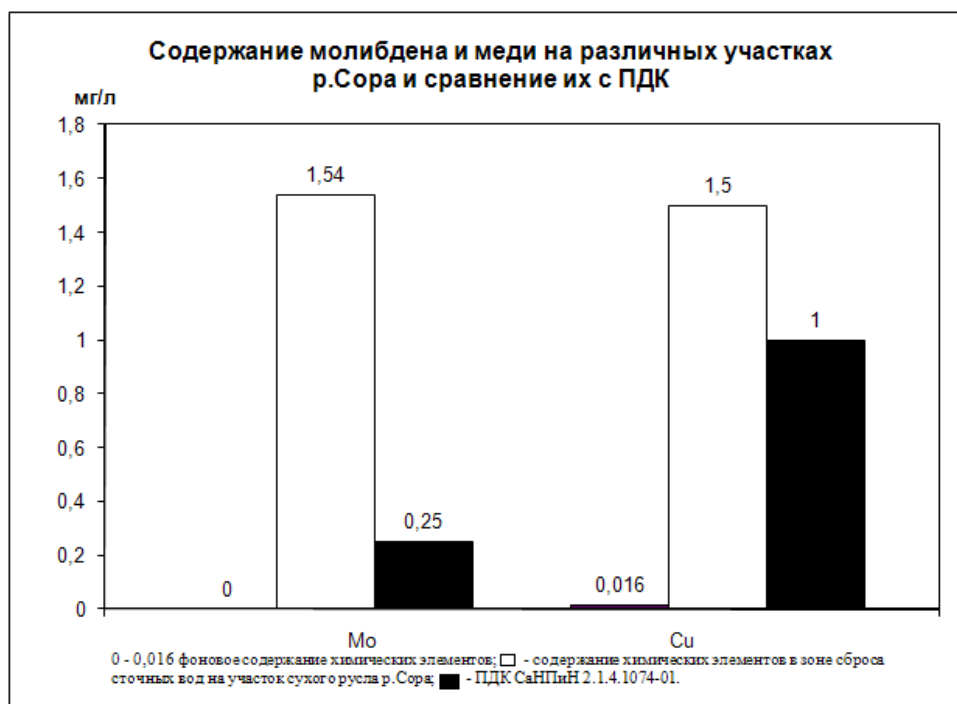


Рис. Средние значения содержания молибдена и меди в р. Сора по отношению к фоновым значениям и ПДК

Расчет интегрального показателя – гидрохимического индекса загрязненности вод (ИЗВ) показал, что качество поверхностных вод района воздействия предприятия ООО «Сорский ГОК» изменяется от чистых (в естественных условиях) до загрязненных и грязных. Степень загрязнения поверхностных вод, определенная на основании сравнения с фоновыми значениями и ПДК определена автором на уровне 2а (содержание загрязняющих веществ выше ПДК в 1-10 раз).

Анализ результатов исследований показал, что открытая разработка месторождения привела к изменению рельефа водосборной площади и поймы р. Сора, изменению условий формирования стока и необратимым изменениям гидрологического режима рек. Химический состав поверхностных вод почти полностью определяется количеством и составом воды, сбрасываемой в реку из пруда оборотного водоснабжения и с очистных сооружений. Химический состав воды резко ухудшился по сравнению с естественным фоном, увеличилось содержание сульфатов, хлоридов, фтора, молибдена, железа и других веществ, постоянно присутствуют нефтепродукты. В большинстве поверхностных водных объектов складывается очень напряженная экологическая ситуация, что в целом говорит о неблагоприятной экологической обстановке на территории месторождения. Однако в настоящее время влияние деятельности ООО «Сорский ГОК» пока локализуется на относительно небольшой площади долины р. Сора.

Необходимо отметить, что в результате деятельности ООО «Сорский ГОК» в поверхностные воды попадают в значительных количествах химические вещества различного класса опасности, которые, проникая в незащищенные водоносные горизонты, ухудшают качество подземных вод, в результате чего воды этих горизонтов не эксплуатируются. Поэтому для снижения антропогенной нагрузки в целом на природные воды необходимо установить химически устойчивые и непроницаемые материалы на хвостохранилище, проводить дополнительную очистку воды из прудов-отстойников.

#### Литература

1. Информационный отчет по ведению мониторинга на р. Сора на участке водопользования за 2008г. ООО «Сорский ГОК», г.Сорск, 2008г.
2. Чернова Т.Н., Желябовский С.А. Информационный отчет о результатах незавершенных работ по комплексным геоэкологическим исследованиям по оценке воздействия на геологическую среду и мониторинг геологической среды в зоне влияния Сорского молибденового комбината. Отчет ООО «Сорский ГОК» за 1997-2005 гг.
3. Шварцев С.Л. Гидрогеохимия зоны гипергенеза. – М.: Недра, 1998 – 368 с.

## МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПРИРОДНЫХ ВОД ПОСЕЛКА БЕЛЫЙ ЯР ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

С.А. Шиша

Научный руководитель доцент Н.Г. Наливайко

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

Численность и видовое разнообразие микроорганизмов природных вод определяются присутствием в них органического вещества [2]. Поэтому микроорганизмы являются не только его деструкторами, но могут быть также индикаторами экологического состояния водных объектов [1].

Цель данной работы - изучение микрофлоры природных вод в п. Белый Яр и оценка их экологического состояния по результатам микробиологического анализа. Пробы природных вод отбирались из различных источников: колодцев, скважины подземного водозабора для централизованного водоснабжения, рек Анга и Кеть. Кроме того, была изучена микрофлора твердых и жидких атмосферных осадков (снега и дождя).

Подземный водозабор поселка эксплуатирует водоносные горизонты палеогенового комплекса. Он централизованно обеспечивает водой в основном административные здания и частично жилые дома. Большая часть поселка использует в хозяйственно-бытовых целях воду грунтовых колодцев, расположенных на приусадебных участках. Глубина колодцев составляет 8-11 м. Качество воды в них санитарными службами не контролируется [2, 5].

Вода проанализирована на наличие различных физиологических групп бактерий. В ней выявлены и количественно учтены физиологические группы бактерий, участвующих в процессах минерализации органических веществ: психрофильные сапрофиты, нефтеокисляющие, денитрифицирующие, сульфатвосстанавливающие бактерии и гетеротрофные железобактерии. Для их выявления и количественного учета использованы селективные, питательные среды в соответствии с классическими методиками [2].

Изученные природные воды пресные, гидрокарбонатные кальциево-натриевые, по жесткости от мягких до умеренно жестких. По величине рН они в основном слабокислые.

Результаты микробиологического анализа природных вод представлены в таблице.

*Таблица*

*Микробиологический состав природных вод*

Физиологические группы бактерий	Клеток в 1 мл				
	Среднее количество микробов в воде колодцев	Среднее количество микробов в воде рек	Микроорганизмы подземных вод	Среднее количество микр-ов в атмосферных осадках	
				снег	дождь
Сапрофиты	3650	965	860	320	9370
Олиготрофы	40350	47020	38100	380	273600
Индекс олиготрофности	54	47,4	44,3	1,2	29,2
Нефтеокисляющие	1060	400	13700	244	-
Железобактерии	30	10	2500		-
Денитрифицирующие	310	55	-		-

Автохтонная микрофлора изученных природных вод представлена олиготрофными микроорганизмами. Максимальным количеством этих бактерий отличаются жидкие атмосферные осадки (дождь), минимальным – твердые (снег). По количеству сапрофитов максимальными значениями отличаются жидкие атмосферные осадки. Такое соотношение между указанными группами бактерий объясняется низким содержанием органического вещества в атмосферных осадках.

По содержанию сапрофитов, в соответствии с имеющимися критериями оценки качества [1, 2], вода большинства колодцев является умеренно-загрязненной. Количество олиготрофов меняется в широких пределах, также как и соотношение между ними и сапрофитами (индекс олиготрофности). По его величине можно сказать, что в воде большинства колодцев активно протекают процессы самоочищения.

Железобактерии встречаются только в некоторых колодцах, среднее их количество составляет 30 клеток на 1 мл.

Как следует из данных таблицы, в воде присутствуют в большом количестве нефтеокисляющие бактерии, которые являются деструкторами нефти и ее дериватов. В данном случае их присутствие можно рассматривать как участников процессов самоочищения.

В воде рек сапрофиты представлены в меньшем количестве, тем не менее, она также является умеренно-загрязненной. По всем группам бактерий эта вода чище, чем вода грунтовых колодцев. Самоочищающая способность воды рек высокая: на это указывает высокий показатель индекса олиготрофности. Железобактерии в воде рек составляют 190 клеток/мл, что может быть связано с их питанием за счет болот, которые распространены в этом районе.



Анализ микробиологического состава вод, используемых для централизованного водоснабжения, показывает, что наименьшее количество сапрофитов в пробах воды содержится до их очистки. В пробе воды после очистки количество сапрофитов возрастает. Возможно, это связано влиянием загрязненной внутренней поверхности труб, транспортирующих воду, где часто образуются отложения, характер которых обусловлен свойствами воды и режимом ее движения. Появление отложений влияет на живое сечение трубопровода и снижает его пропускную способность. Об этом свидетельствует низкий индекс олиготрофности 6,17 проб воды на станции обезжелезивания после очистки, по сравнению с индексом олиготрофности до очистки. Недостаточная скорость движения воды в трубопроводе приводит к выпадению из нее грубодисперсных примесей и к образованию отложений органического происхождения [3].

Количество железобактерий до и после очистки различно, так же как и содержание в воде железа общего: до очистки оно составляет 1,8 мг/л, после очистки - 0,3 мг/л. Количественное соотношение содержания железа и железобактерий в воде очевидно: уменьшение количества железобактерий сопровождается увеличением содержания железа общего. Таким образом, как можно увидеть из таблицы, до очистки бактерий меньше, чем после очистки. В целом жизнедеятельность гетеротрофных железобактерий можно считать фактором самоочищения природных вод от железа.

Был проведен также анализ атмосферных осадков: снега, отобранного в марте 2009 г, и дождя, отобранного в августе 2009 г. Последний показал, что количество сапрофитов в пробе дождя, как видно из таблицы, составляет 9370 клеток/мл. Таким образом, вода этой пробы дождя является загрязненной.

На развитие микробов влияют внешние условия, одним из которых является температурный фактор. В летний период проведен эксперимент по влиянию температуры на рост бактерий. Была отобрана свежая проба воды по улице Зеленой и тут же посеяна в шесть чашек Петри для определения сапрофитов и нефтеокисляющих бактерий, три из которых в условиях определенной температуры (4 °С) были помещены в колодец над зеркалом грунтовой воды, остальные выращивались при комнатной температуре.

Рост сапрофитных бактерий в чашках начал наблюдаться только на пятый день, при комнатной же температуре клетки сапрофитов появились на второй день после посева. Нефтеокисляющие бактерии при комнатной температуре появились на пятый день в количестве 1170 клеток в 1 мл; в колодце клетки так и не были обнаружены. Таким образом, на появление и рост бактерий влияет температурный фактор.

#### Литература

1. Гавришова Н.А. О комплексе микробиологических показателей при характеристике качества воды. // Самоочищение и биоиндикация загрязненных вод. М.: Наука, 1980. – С. 74 – 80.
2. Горленко. В. М., Дубинина Г. А., Кузнецов С. И. Экология водных микроорганизмов. М., Наука, 1977, 240 с.
3. Наливайко Н.Г. Микробиология воды: учебное пособие / Н. Г. Наливайко. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2006. – 139 с.
4. Родина А. Г. Методы водной микробиологии. – М. – Л.: Наука, 1963. – 363 с.
5. Романенко В. И., Кузнецов С. И. Экология микроорганизмов пресных водоемов (практическое руководство). – Л.: Наука, 1974. – 193 с.

### РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЖЕЛЕЗА И МАРГАНЦА В ПРИРОДНЫХ ВОДАХ НА ТЕРРИТОРИИ МЕСТОРОЖДЕНИЯ «КАМЕННОЕ»

О.В. Шульга

Научный руководитель доцент Т.И. Романова

*Югорский государственный университет, г. Ханты-Мансийск, Россия*

Вторая половина 20 столетия отмечена резким, почти повсеместным ухудшением экологического состояния водных объектов. Загрязнение природных вод химическими веществами различной природы и происхождения в настоящее время достигает критических размеров, несмотря на то, что многие химические элементы – жизненно необходимые компоненты для растений, животных и человека. Однако не каждый химический элемент является индифферентным для окружающей среды и его вредность или полезность определяется геохимическими особенностями, степенью концентрации, уровнем, формами и временем миграции в геоэкологической среде. В связи с этим были проведены эколого-геохимические исследования химического состава поверхностных вод месторождения «Каменное» и распространенности железа и марганца в них.

Месторождение «Каменное» находится на территории Октябрьского и Ханты-Мансийского районов Ханты-Мансийского автономного округа. Площадь исследований расположена в пределах Западно-Сибирского артезианского бассейна. На территории месторождения развита густая древовидная речная сеть, характерной чертой которой является наличие крупнейшей реки Обь и притоков (Ендырская, Фура, Ермалкино, Нела, Горная и др.).

Эколого-геохимические исследования проводились в течение 2007 года в периоды ледостава, половодья, летней межени и осенью. Опробованию подвергались поверхностные и подземные воды, химический анализ которых проводился в лабораториях УНАЦ ЮГУ методами ионной хроматографии, атомно-эмиссионной спектроскопии, спектрофотометрическим и др.

Природные воды исследуемого района по химическому составу преимущественно гидрокарбонатные кальциевые, кальциево-магниевые, нейтральные (табл. ). Общая минерализация меняется от ультрапресных (р. Ягурья, пр. Ендырская) до пресных.

Концентрации основных элементов в поверхностных водах значительно отличаются от аналогичных в

подземных. Содержания сульфат-иона изменяются от 0,53 до 10,33 мг/дм<sup>3</sup>, максимальные значения встречаются в водах пр.Ендырская и р.Обь. Похожая картина наблюдается и по хлоридам (табл.). Микроэлементы в поверхностных водах находятся в концентрациях на порядок ниже, чем в подземных водах. Исключение составляет хром, повышенные содержания которого встречены для вод протоки Ендырская и р.Оби.

Таблица

*Среднее содержание компонентов в поверхностных водах на территории месторождения «Каменное»*

Компоненты, мг/дм <sup>3</sup>	р.Ягурьях	пр.Ендырская	р.Сеуль	р.Обь	Подземная вода (скважина)
pH	6,9	6,7	6,8	6,7	6,8
Минерализация	170	180	198	206	381
Cl <sup>-</sup>	0,79	3,17	1,99	5,25	0,49
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	0,53	3,67	1,27	10,33	0,21
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	130,28	130,16	149,22	140,24	291,38
Na <sup>+</sup>	3,2	8,8	7,8	10,9	4,9
Ca <sup>2+</sup>	28,8	26,6	29,1	22,5	72,9
Mg <sup>2+</sup>	6,94	7,32	8,92	7,07	11,16
Fe <sub>общ</sub>	4,14	4,35	5,79	2,36	13,61
Mn	0,34	0,77	0,46	0,36	1,05
Pb	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,041
Zn	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,008	0,041
Cr	0,003	0,0067	0,007	0,0014	0,005
Ni	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,004
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	1,49	0,17	0,97	0,12	0,15
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0,13	0,27	0,84	1,18	н/о
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	н/о

Примечание: н/о – нет определения.

Для района исследований характерно повсеместное повышенное содержание общего железа и марганца, как в поверхностных, так и в подземных водах. Распределение концентраций железа в водах данного региона характеризуется изменением его значений от 0,8 до 17,2 мг/дм<sup>3</sup> (рис. 1а.). Наиболее часто встречающиеся концентрации Fe<sub>общ</sub> составляют 1-2 мг/дм<sup>3</sup> (среднее по району 4,2 мг/дм<sup>3</sup>).

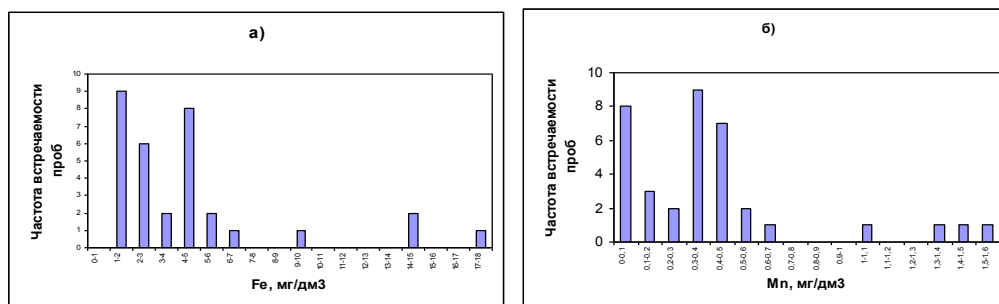


Рис. 1. Распределение железа (а) и марганца (б) в поверхностных водах

Содержание железа в речных водах на территории данного месторождения увеличивается с повышением минерализации вод (рис. 2а), что позволяет считать существенной роль процессов взаимодействия системы: вода-порода в обогащении поверхностных вод железом [5].

Значительные количества общего железа поступают с подземными водами, влияние которых на питание водотоков хорошо прослеживается в течение года. Наибольшее его содержание приходится на зимнюю межень, так как в период ледостава в питании рек преобладающую роль играют подземные воды (рис. 3а). Наименьшие концентрации общего железа приходится на период половодья, когда наблюдается «разбавление» поверхностных вод атмосферными осадками (талым снегом).

В процессе взаимодействия с содержащимися в природных водах минеральными и органическими веществами образуется сложный комплекс соединений железа, находящихся в воде в растворенном, коллоидном и взвешенном состояниях. Как показали результаты исследований М.А.Здвижкова, проведенные на соседних территориях со схожими ландшафтными, геологическими и гидрогеологическими условиями [4], в поверхностных водах основными формами нахождения для Fe<sup>2+</sup> являются FeФК (40-60 %) и для Fe<sup>3+</sup> - соединения Fe(OH)<sub>2</sub><sup>+</sup> (92 %). Это свидетельствует о значительном влиянии органического вещества на миграцию железа при взаимодействии системы вода-порода.

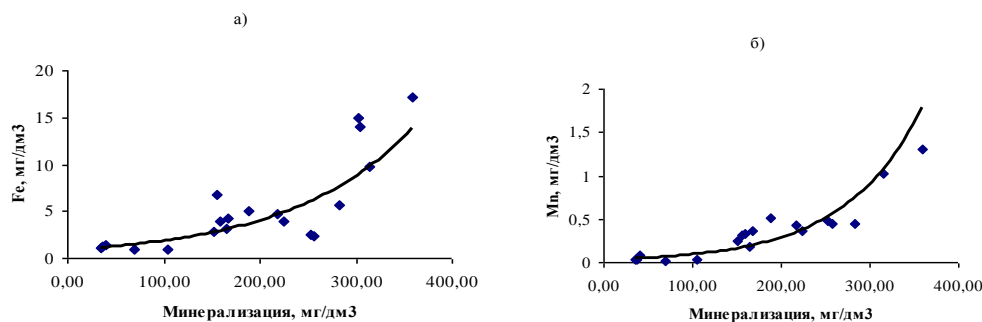


Рис. 2. Зависимость содержаний железа (а) и марганца (б) от общей минерализации в поверхностных водах

Подобные свойства проявляет и марганец. Концентрация марганца на территории месторождения изменяется от 0,02 до 1,59 мг/дм<sup>3</sup> (рис. 1, а). Наиболее часто встречающиеся значения варьируют в пределах 0,3–0,4 мг/дм<sup>3</sup> (среднее по району 0,48 мг/дм<sup>3</sup>).

Концентрация марганца, также как и общего железа, увеличивается с повышением общей минерализации (рис. 2, б) и подвержена заметным сезонным колебаниям (рис. 3, б). Факторами, определяющими изменения значений марганца, являются соотношения между поверхностным и подземным стоком, интенсивность потребления его при фотосинтезе, разложение фитопланктона, микроорганизмов и высшей водной растительности, а также процессы осаждения его на дно водных объектов в результате окисления Mn(II) до MnO<sub>2</sub> и других высоковалентных оксидов [3].

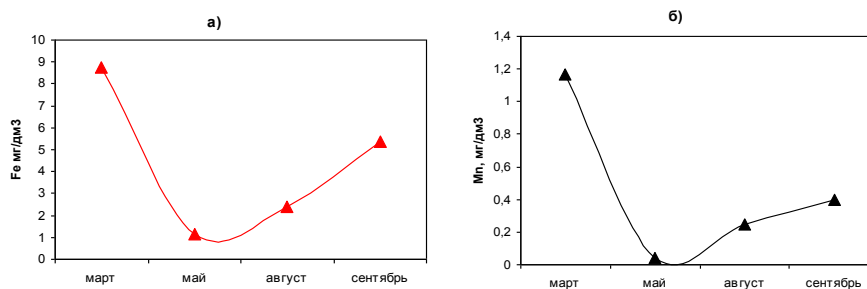


Рис. 3. Сезонное распределение концентрации железа (а) и марганца (б)

Поступление марганца в поверхностные воды происходит в результате выщелачивания железомарганцевых руд и других минералов, содержащих марганец [2]. В водах месторождения Каменное наличие органических соединений также играет основную роль в комплексообразовании. Расчет преобладающих ассоциаций марганца в природных водах на основе использования программы численного моделирования гидрогеохимических процессов HG 32 (автор Букаты М.Б.) [1] позволил представить картину миграции марганца. Основной формой нахождения его является MnГК (40 % и более), на долю остальных комплексов (MnФК, MnSO<sub>4</sub>, MnH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>+</sup>, MnHCO<sub>3</sub><sup>+</sup>) приходится менее 1 %.

В целом, анализ содержания общего железа и марганца в природных водах показывает повсеместное распределение данных компонентов в довольно высоких концентрациях, повышенные содержания обусловлены местными ландшафтно-геохимическими условиями. Средние содержания железа и марганца в водах месторождения «Каменное» превышают предельно-допустимые концентрации для марганца и железа, что дает основание для выделения на этой территории (как и в целом для ХМАО) гидрогеохимической провинции железо- и марганецсодержащих вод.

#### Литература

1. Букаты М.Б. Разработка программного обеспечения для решения гидрогеологических задач // Известия ТПУ, 2002. – Вып. 6. – т. 305 с.
2. Геологическая эволюция и самоорганизация системы вода-порода: в 5 томах. Т.2: Система вода – порода в условиях зоны гипергенеза / Под ред. С.Л. Шварцева – Издательство СО РАН, 2007. – 389 с.
3. Гидрохимические показатели состояния окружающей среды./ Под ред. Т.В. Гусевой. – М.: ФОРУМ, 2007. – 192 с.
4. Здвижков М.А. Гидрогеохимия Васюганского болотного массива: Автореферат дис. ... канд. геол.-минер. наук. – Томск, 2005г. – 20 с.
5. Здвижков М.А., Токаренко О.Г. Железо в водах Васюганского болотного массива // Проблемы геологии и освоения недр. – Томск, 2004. – С. 192 – 194.

**К ВОПРОСУ О ВЛИЯНИИ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ПОЧВЫ НА ОБЪЕМ ПОДЗЕМНОГО СТОКА****Д.М. Шумакова**

Научный руководитель доцент М.В. Решетько

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

Эффективное использование природных вод в значительной мере зависит от надежности прогнозов количественных показателей речного стока. В процессе круговорота воды в природе соотношение между атмосферными осадками и суммарным испарением, а также увлажненность способствуют образованию стока с суши в форме стекания по земной поверхности и в толще почвогрунтов. Сток рек зависит от многих факторов, из которых основными являются климатические, прежде всего, осадки и испарение. Также на процесс формирования стока оказывают влияние факторы подстилающей поверхности. Среди них, прежде всего, следует выделить геологическое строение, рельеф, характеристики почв, лесистость, озерность, заболоченность и др. Наиболее значимы такие показатели, как сумма положительных температур, средняя высота водосбора, густота речной сети.

В последнее время исследователями отмечается статистически значимое изменение водного режима рек бассейна Средней Оби, проявляющееся в увеличении нормы и дисперсии не только суммарного речного стока, но и его подземной составляющей [1, 2]. Линейной корреляции между изменением среднегодовых значений температуры воздуха и объемов поверхностного стока не выявлено, по-видимому, из-за сложного механизма теплообмена между воздухом, почвой, грунтами, подземными водами; изменение температуры почв и грунтов зависит, например, в зимний период не только от колебаний температуры воздуха, но и от толщины снежного покрова. При снежном покрове высотой 40-50 см температура почвы под ним на 6-7 °С выше, чем оголенной почвы и на 10 °С выше, чем на поверхности снежного покрова. Одной из возможных причин увеличения подземного стока называется рост температуры подземных вод, что, по нашему мнению, можно выявить, проанализировав изменение температуры почвы на разных глубинах.

Целью данной работы является исследование временного хода температуры почвы для определения возможности ее влияния на объем подземного стока рек Томской области.

Материалом исследований послужили данные о среднемесячной температуре почвы на глубине 0,2 и 3,20 м для метеорологических станций Колпашево, Напас, Средний Васюган, Бакчар за период 1961-2008 гг. Архив был предоставлен ГУ «Томский ЦГМС».

Необходимо отметить, что процесс обмена теплом между поверхностью почвы и её глубинными слоями тесно связан с теплопроводностью, обусловленной разностью температур различных почвенных слоев, и теплоёмкостью почвы. Поток тепла направлен от более нагретых слоев к менее нагретым: летом - в глубину почвы, зимой - к её поверхности. Скорость теплообмена существенно зависит от влажности почвы. С увеличением влажности теплопроводность почвы увеличивается и скорость теплообмена повышается. Теплопроводность зависит и от многих других факторов, таких как: плотность сложения, гранулометрический, минералогический, химический состав почвы. Суточные колебания температуры почвы охватывают толщу мощностью от 20 см до 1 м, годовые — до 10—20 м. К распространению тепла в почве применима общая теория молекулярной теплопроводности Фурье, исключением являются случаи инфильтрации атмосферных осадков и распространения тепла вглубь почвы вместе с осадками. Поэтому для анализа был выбран период зимней межени (декабрь - март), когда нет инфильтрации атмосферных осадков и реки питаются практически только подземными водами.

На первом этапе исследования каждый ряд был проверен на однородность. Трудность заключается в том, что данное условие в климатических рядах может не выполняться. Существуют две главные причины его нарушения. Первая состоит в том, что вследствие изменения действий основных климатообразующих или антропогенных факторов в рядах имеется детерминированная (трендовая) составляющая, возникающая вследствие цикличности некоторых климатообразующих процессов. Меняется со временем как среднее значение метеовеличины, так и ее дисперсия. Данный вид неоднородности ряда, вызванный действием естественных природных факторов, обычно называют статистической неоднородностью или нестационарностью. Вторая причина возможных нарушений однородности ряда состоит в изменении условий и методики наблюдений; ее принято называть климатологической.

Особое значение вопрос однородности рядов приобретает при исследованиях колебаний и изменений климата, в которых выводы о направлении существующих изменений приходится делать на основании сравнительно небольшого временного хода, где недостаточное внимание к вопросу однородности рядов может привести к противоречивым выводам. Для выбранных рядов была проведена проверка однородности, в частности наличия климатологической и статистической неоднородности. Так как переноса станций или изменения методик наблюдений в исследуемый период не было, поэтому все обнаруженные неоднородности автор считает статистическими.

Проверка рядов на однородность осуществлялась с использованием теста Аббе, изложенного в работе [3] и применяемого климатологами при исследовании на однородность рядов осадков, и температур и с помощью критерия инверсий, являющимся непараметрическим методом для установления статистической независимости и выявления тренда [4].

В отличие от анализа случайных выборок, анализ временных рядов основывается на предположении, что последовательные значения в данных наблюдаются через равные промежутки времени (тогда как в других методах нам не важна и часто не интересна привязка наблюдений ко времени). Будем считать, что наши дан-

ные являются реализацией случайного процесса, отражающего характерные изменения температуры почвы на глубинах, а также, что исследуемый случайный процесс является стационарным и эргодичным. Свойство эргодичности означает, что надежные статистические характеристики процесса могут быть получены всего по одной его реализации. Стационарным в широком смысле считается процесс, если его математическое ожидание, дисперсия не меняются во времени в пределах интервала наблюдений, а автокорреляционная (ковариационная) функция зависит от разности моментов времени, для которых она вычисляется. В большинстве случаев нестационарность климатологических рядов обусловлена нестационарностью по математическому ожиданию и по дисперсии. Хотя, в общем случае, реальные процессы, протекающие в климатической системе, не являются ни стационарными, ни эргодическими, во многих случаях нестационарностью процессов либо можно пренебречь, либо, например, нестационарность, обусловленная наличием тренда, может быть устранена.

В результате проделанной работы установлено, что в течение исследуемого периода нестационарны как ряды среднемесячных температур почвы в зимний период (декабрь, январь, февраль, март) на глубинах 0,2 и 3,2 м, так и ряды осредненных за эти 4 месяца (с декабря по март) для каждого года значений температуры на всех метеостанциях. В большинстве исследуемых рядов выявлен статистически значимый (на уровне значимости 0,05) монотонный тренд. В большинстве рядов тренд линейный, пример для метеостанции Колпашево приведен на рис., при удалении тренда из ряда наблюдений нестационарность процесса по математическому ожиданию и по дисперсии устраняется (рис.).

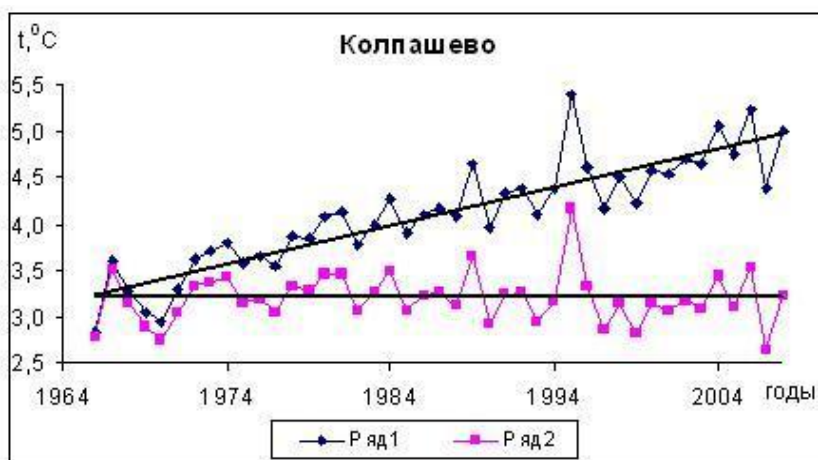


Рис. Временной ход температуры почвы на глубине 3,2 м на метеостанции Колпашево в зимний период (ряд 1) с линейным трендом и он же после устранения тренда (ряд 2)

При исследовании изменения температуры почвы на глубинах в теплый период года было также проведено исследование стационарности рядов. Практически все временные ряды нестационарны. Однако увеличения температур не обнаружено, наоборот, температура почвы на глубинах в теплый период года понижается, хотя изменяется не столь значительно, как в зимний период.

В результате исследований выявлено увеличение температуры почвы на глубине 3,2 м в зимний период на величину около 0,5 °C (Бакчар, Напас) до практически 1,4 °C (Колпашево), что влечет за собой увеличение температуры подземных вод и, следовательно, рост коэффициентов фильтрации за счет снижения вязкости воды, что вызывает увеличение подземной составляющей речного стока. Величина же увеличения подземного стока зависит, кроме значений температуры, от свойств водовмещающих пород и должна определяться для каждого района отдельно.

#### Литература

1. Савичев О.Г., Харанжевская Ю.А. Многолетние изменения гидроклиматических условий в бассейне реки Чая (Западная Сибирь) // Известия Томского политехнического университета. – 2008. – Т.313. – №1. – С.79–82.
2. Савичев О.Г. Тенденции и возможные причины многолетних изменений ионного стока рек в бассейне Средней Оби // Фундаментальные проблемы современной гидрогеохимии: Труды Междунар. науч. конф. – Томск: Изд-во НТЛ, 2004. – С. 308–313.
3. 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.
4. Бендат Дж., Пирсол А. Прикладной анализ случайных данных. – М.: Мир, 1989. – 540 с.

**ВЛИЯНИЕ ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ НА ФОРМИРОВАНИЕ МИКРОЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА ПОДЗЕМНЫХ ВОД И ПОРОД ЗАПАДНОГО ДОНБАССА****Н.Е. Яцечко, Ю.Л. Пацкова**

Научный руководитель профессор А.А. Кроик

*Днепропетровский национальный университет, г. Днепропетровск, Украина*

Районы с интенсивно развитой горнодобывающей промышленностью характеризуются крайне неблагоприятной экологической обстановкой. Одной из важнейших проблем является загрязнение подземных вод, которые часто используются в данных регионах для питьевого и промышленного водоснабжения, орошения. Поэтому оценка их химического состава и динамика процессов метаморфизации представляет практический интерес для обеспечения экологической безопасности регионов с развитой горнодобывающей промышленностью.

Особую опасность среди веществ-загрязнителей представляют тяжелые металлы, способные накапливаться в организме человека и приводить к возникновению целого ряда опасных для здоровья заболеваний. И хотя проблеме загрязнения подземных вод в горнодобывающих районах посвящен целый ряд работ [2–4], однако до сих пор недостаточно разработаны вопросы, касающиеся роли пород в контроле концентрации микроэлементов-загрязнителей: цинка, свинца, меди, кадмия, никеля, железа, кобальта, хрома. Наибольшую экологическую опасность представляют свинец, кадмий и марганец, содержание которых в подземных водах в районе прудов-накопителей Западного Донбасса превышает или близко к предельно-допустимым. Превышение предельно-допустимых концентраций (ПДК) отмечены для кадмия (в 99 % опробований), для марганца (86 %) и для свинца (67 %).

Целью данной работы является изучение процессов миграции и сорбции микроэлементов в местах складирования жидких отходов горнодобывающей промышленности (прудов-накопителей шахтных вод).

Наиболее изученным в гидрохимическом отношении на территории Западного Донбасса является пруд-накопитель шахтных вод в б.Тарановой. Гидрогеологический разрез в районе исследуемого пруда-накопителя шахтных вод представлен в верхней части четвертичными суглинками мощностью до 10–12 м, ниже залегают харьковские и берекские пески мощностью до 20 м, которые подстилаются киевскими песчаниками и далее мелкозернистыми бучакскими песками мощностью до 20 – 40 м. Водоупором являются песчано-глинистые эрозированные породы мезозоя и палеозоя.

Воды пруда-накопителя б. Тарановой характеризуются высоким значением величины минерализации (ее среднее значение за период наблюдений составило  $6200 \text{ мг/дм}^3$ ), и значительным количеством микроэлементов. Среднее содержание железа в водах пруда-накопителя составляет  $297 \text{ мкг/дм}^3$ , свинца –  $101 \text{ мкг/дм}^3$ , цинка –  $67 \text{ мкг/дм}^3$ , кобальта –  $58 \text{ мкг/дм}^3$ , никеля –  $51 \text{ мкг/дм}^3$ . Количество марганца, хрома и меди не превышает  $25 \text{ мкг/дм}^3$ , а кадмия –  $10 \text{ мкг/дм}^3$ .

Для решения поставленной задачи в непосредственной близости от пруда-накопителя б.Тарановой были разбурены скважины и отобраны пробы почвогрунтов с интервалом по глубине 0,25 м. Для отобранных образцов пород был выполнен гранулометрический и химический анализ. Содержание в породах микроэлементов определялось методом атомно-абсорбционной спектроскопии [1]. В качестве фоновых были взяты величины, полученные при определении микроэлементного состава пород, отобранных вне зоны влияния пруда-накопителя шахтных вод.

Анализ полученных результатов показал, что изменение микроэлементного состава грунтовых вод наблюдалось в пределах 1,5–2,0 км вокруг пруда-накопителя. В водах берекского горизонта обнаружены значительные содержания железа (среднее значение –  $1740 \text{ мкг/дм}^3$ ), марганца ( $640 \text{ мкг/дм}^3$ ), свинца ( $637 \text{ мкг/дм}^3$ ), никеля ( $86 \text{ мкг/дм}^3$ ) и цинка ( $83 \text{ мкг/дм}^3$ ). Для вод харьковского водоносного горизонта наибольшее содержание отмечено также для железа ( $750 \text{ мкг/дм}^3$ ), марганца ( $290 \text{ мкг/дм}^3$ ), цинка ( $99 \text{ мкг/дм}^3$ ) и свинца ( $74 \text{ мкг/дм}^3$ ). По мере удаления от пруда-накопителя содержание микроэлементов в грунтовых водах уменьшилось в несколько раз.

Следует отметить, что для вод киевского и бучакского горизонтов содержание микроэлементов не превышает ПДК и не прослеживается связи между содержанием микроэлементов и расстоянием от пруда-накопителя.

Для выявления закономерностей формирования микроэлементного состава грунтовых вод в районе пруда-накопителя была выполнена также статистическая обработка имеющихся многолетних данных гидрохимического опробования вод различных водоносных горизонтов. Рассчитаны матрицы парных коэффициентов корреляции между рядами содержаний микроэлементов. Для вод берекского водоносного горизонта выявлены следующие устойчивые связи: Fe–Mn, Ni–Co, Co–Pb, Co–Mn и тройная ассоциация Cu–Zn–Ni. Для вод харьковского горизонта выявлены связи: Fe–Zn, Fe–Mn, Zn–Cr, Mn–Cd, Co–Pb, Co–Cd, Ni–Co. Общими для вод берекского и харьковского водоносных горизонтов являются устойчивые связи: Co–Pb, Co–Ni.

Для вод киевского и бучакского водоносных горизонтов установлено меньшее количество устойчивых связей между микроэлементами. Для вод киевского горизонта это связи: Cu–Cd, Co–Cd и Ni–Cd, а для вод бучакского горизонта – Zn–Mn, Ni–Cd. Связь Co–Cd является общей для вод харьковского и киевского горизонтов, а связь Ni–Cd – для вод киевского и бучакского горизонтов.

Для вод берекского и харьковского горизонтов установлены достаточно устойчивые связи между величиной содержания хлор-иона и следующих элементов: свинца, кадмия, кобальта, марганца, меди. Это свидетельствует о поступлении микроэлементов в грунтовые воды в виде хлоридов при фильтрации из прудов-накопителей. Связей между содержанием микро- и макрокомпонентов в водах киевского и бучакского горизон-

тов установить не удалось, что указывает на то, что данные водоносные горизонты еще не подверглись техногенной метаморфизации.

Установлено, что при взаимодействии инфильтрующихся шахтных вод с породами зоны аэрации и водоносных горизонтов произошла трансформация химического состава не только грунтовых вод, но и пород. Содержание микроэлементов в породах по мере удаления от источника загрязнения на расстоянии до 1,5 км снижается, мкг/кг: для железа от 13000 до 4000, марганца от 570 до 40, цинка от 40 до 10, никеля от 30 до 5, хрома от 40 до 10, свинца от 20 до 5, меди от 15 до 5, кадмия от 1,0 до 0,05.

Больше всего в породах концентрируется железо, его среднее содержание в опробованной толще пород составляет 7260 мг/кг, что связано с осаждением из загрязненных вод гидроксидов железа на щелочном барьере. Основным источником поступления железа являются шахтные воды прудов-накопителей, где его содержание достигает 300 мг/дм<sup>3</sup> и превышает все остальные микрокомпоненты. Коэффициенты концентрирования для остальных микроэлементов составляют от 2 до 6.

Миграция микроэлементов в зоне влияния прудов-накопителей усложняется протеканием процессов сорбции в системе «порода-вода». Проведенными исследованиями были изучены процессы сорбции для микроэлементов, которые входят в химический состав шахтных вод (табл.).

Таблица

**Результаты сорбции микроэлементов породами зоны аэрации в районе пруда-накопителя**

Элемент			Cu	Ni	Pb	Co	Mn	Cd	Zn	Cr	Всего сорбировано, %
Исходное содержание, мг/ дм <sup>3</sup>			9,3	9,8	17,9	7,0	5,2	3,9	4,3	3,9	
Номер пробы	CaCO <sub>3</sub> , %	MgCO <sub>3</sub> , %	Степень поглощения микроэлементов, %								
1	0,08	0,21	9	0	8	0	0	6	5	0	4
2	0,15	0,17	3	0	10	0	0	7	3	0	4
3	0,35	0,24	12	0	18	0	0	5	5	0	8
4	0,71	0,26	17	0	20	0	0	6	6	0	9
5	0,51	0,58	14	0	25	0	0	6	4	0	10
6	0,54	0,84	19	0	27	0	0	6	6	0	12
7	0,99	0,57	18	1	27	4	0	10	12	0	13
8	0,81	0,76	24	0	32	1	0	11	7	0	14
9	3,10	0,50	72	68	100	69	0	70	96	100	81
10	3,24	0,29	100	73	100	66	0	55	97	100	80

Как видно из таблицы, в процессе сорбции прослеживается определенная селективность поглощения элементов, которая зависит как от типа металла, так и от физико-химических свойств породы. Установлено, что на процесс сорбции микроэлементов наиболее существенно влияет минеральный состав породы, в частности, содержание карбонатных минералов (преимущественно карбоната кальция).

Полученные данные показали, что породами наиболее эффективно поглощается свинец (от 57 до 200 мкг/г), в меньшей степени – медь (от 10 до 70 мкг/г) и значительно меньше, приблизительно в одинаковом количестве – цинк и кадмий (до 11 мкг/г). В то же время, для пород с низким содержанием карбонатных минералов, в присутствии этих микроэлементов происходит извлечение из породы никеля, кобальта, хрома и марганца. С увеличением содержания карбонатных минералов в породе значительно возрастает и степень поглощения микроэлементов из раствора. Повышение содержания в породе карбонатных минералов вдвое приводит к увеличению количества сорбированных породой свинца и меди – в 3 раза; кадмия и цинка – от 5 до 11 раз, достигая практически 100% поглощения породой микроэлементов. Также установлено, что породами, которые содержат значительное количество карбонатов (более 3%), поглощаются практически все исследованные микроэлементы, за исключением марганца, причем степень поглощения никеля и кобальта возрастает от 0 до 69%, а хром поглощается карбонатными породами полностью.

Таким образом, процессы, происходящие в системе «загрязненные воды – породы», с одной стороны, могут приводить к уменьшению концентрации микроэлементов в подземных водах, а с другой – обусловить техногенное изменение самих пород. Концентрирование элементов в твердой фазе может способствовать возникновению вторичного источника загрязнения, поскольку при изменении условий в системе поглощенные микроэлементы могут вновь переходить в фильтрующиеся воды.

## Литература

1. Карякин А.В., Грибовская И.Ф. Методы оптической спектроскопии и люминесценции в анализе природных и сточных вод. – М.: Наука, 1987. – 304 с.
2. Коноплянцев А.А. Изучение режима подземных вод в районах горнодобывающих предприятий. Изучение режима подземных вод с учетом влияния хозяйственной деятельности. – М.: Наука, 1989. – С. 88 – 95.
3. Курманенко А.Д., Овчинникова В.В. Оценка влияния горнодобывочных работ на подземные воды // Тр. ГосНИИ горнохимсырья. – 1988. – № 75. – С. 27 – 29.
1. Мироненко В.А., Румынин В.Г., Учаев В.К. Охрана подземных вод в горнодобывающих районах. – Л.: Недра, 1980. – 320 с.

## Секция 6

# ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

## ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ДАННЫХ ГРАВИМЕТРИИ ПРИ ПРОГНОЗНО-ПОИСКОВОЙ ОЦЕНКЕ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ ОБЪЕКТОВ

В.И. Исаев, профессор

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В настоящей работе дается оценка перспектив Приенисейского нефтегазоносного бассейна Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции. Здесь учеными и специалистами приоритеты связываются с изучением глубокозалегающих объектов в базальной части осадочного чехла и доюрского основания [1 и др.]. В доюрском комплексе резервуары, скорее всего, представлены вторичными коллекторами, выражающимися в разрезе зонами разуплотнения.

Применение геоплотностного моделирования позволяет выявить зоны разуплотнения и выполнить их нефтегеологическую интерпретацию. Плотностная модель строилась вдоль восточной части регионального сейсмопрофиля XIII, включая Приенисейскую часть Ханты-Мансийского АО [2]. Здесь (рис. 1) геотраверс пересекает ряд структурных элементов I и II порядков центральной части Западно-Сибирской плиты [3].

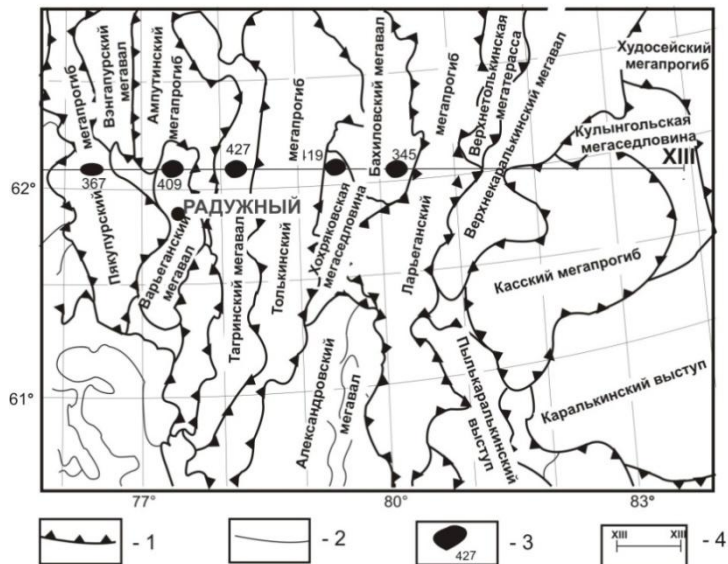


Рис. 1. Обзорная схема территории исследований (на основе тектонической карты центральной части Западно-Сибирской плиты [3]): 1) границы тектонических элементов I порядка; 2) границы внутреннего районирования тектонических элементов I порядка; 3) месторождение УВ (в створе геотраверса) и его номер; 4) линия моделируемого геотраверса. Месторождения: 367 – Западно-Варьганское, 409 – Северо-Варьганское, 427 – Тагринское, 419 – Северо-Хохряковское, 345 – Верхнеколикъеганское

Геоплотностное моделирование выполнено на основе решения обратной линейной задачи гравиметрии методом подбора [4]. Применение высокоэффективных современных алгоритмов и технологий позволило привлечь в количественной форме обширную геолого-геофизическую информацию и получить в итоге тонкую структуру плотностных неоднородностей геологического разреза, в первую очередь выделить зоны разуплотнения, которые являются важным признаком нефтенакпления.

В результате геоплотностного моделирования был построен разрез, гравитационный эффект которого оптимально соответствует наблюдаемому полю (рис. 2). В расчетном разрезе разуплотнения кровли доюрских отложений (мощности 0,5...1,0 км) получены на участках: Касский мегапрогиб (восточная часть); Верхнекаралькинский мегавал (западная и центральная части); Бахилловский мегавал (восточная и центральная части); Варьганский мегавал (западная и центральная части); Пякупурский мегапрогиб (центральная и восточная части). Наиболее интенсивное разуплотнение наблюдается в восточной части Касского мегапрогиба и восточной части Бахилловского вала.



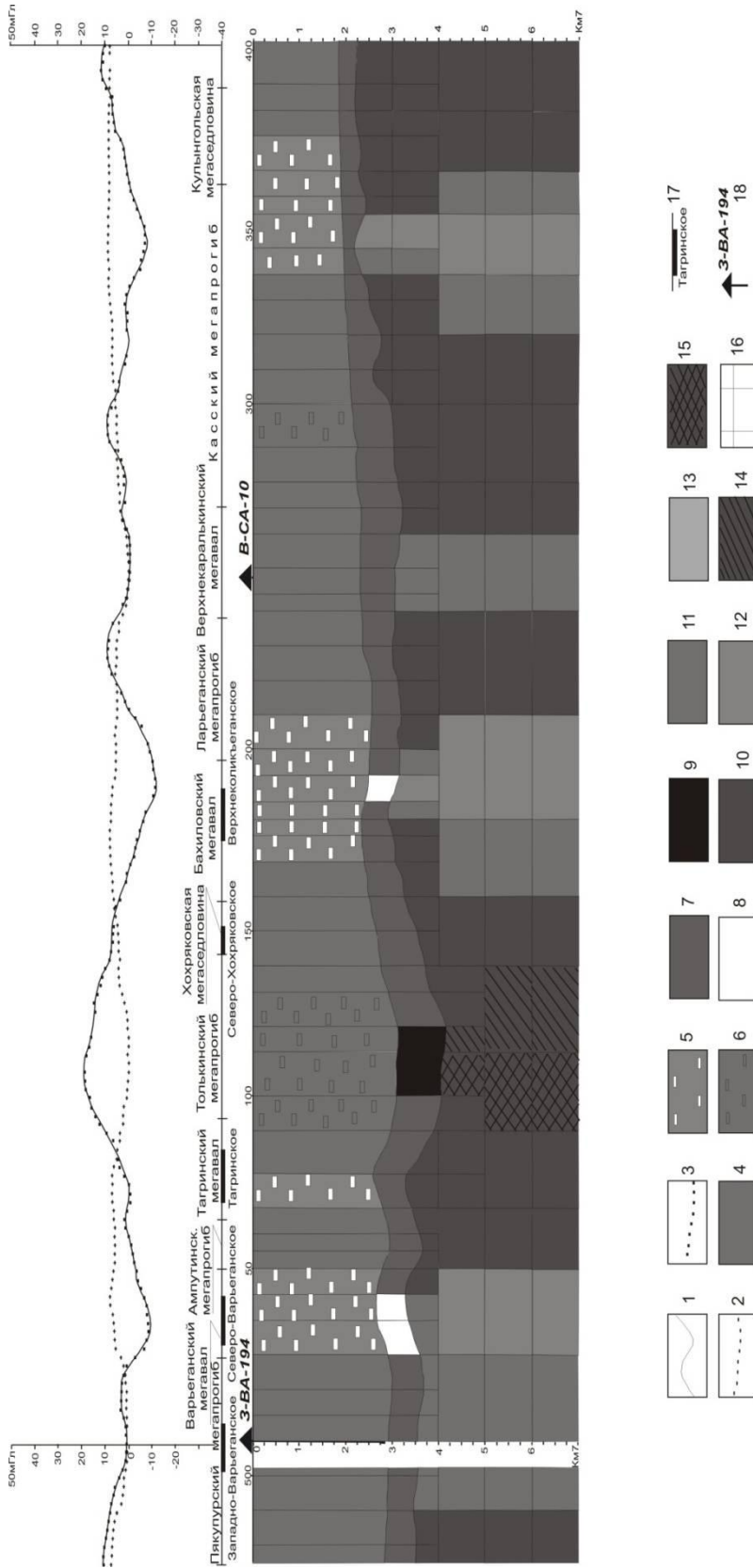


Рис. 2. Геолитностная модель вдоль регионального сейсмопрофиля XIII (Приенсетская часть Ханты-Мансийского АО): графики силы тяжести – 1) на блуденного поля, 2) апрельного разреза, 3) расчетного разреза, 4) послепермские отложения; 5) уплотнения (5) и уплотнения (6) послепермских отложений, до 0,05 г/см<sup>3</sup>; 7) юрские отложения; 8) и уплотнения (8) и уплотнения (9) юрских отложений, до 0,05 г/см<sup>3</sup>; 10 – доюрские отложения; 11–13) доюрские отложения (11–13) до 0,05; 0,05...0,10 и 0,10...0,15 г/см<sup>3</sup>, соответственно; уплотнения доюрских отложений (14–15) до 0,05; 0,05...0,10 г/см<sup>3</sup>, соответственно; 16) блокировка разреза при моделировании; 17) месторождение УВ и его название; 18) «реперная» скважина

«Сквозную» структуру (до глубины 6...7 км), выполненную, вероятно, слабометаморфизованными осадочными и дезинтегрированными магматическими породами, имеют 3-и крупные обособленные зоны разуплотнения: в восточной части Касского мегапрогиба; в восточной части Ларьеганского мегапрогиба и на Бахилловском мегавале; в центральной и восточной частях Пякупурского мегапрогиба и на Варьеганском мегавале. Наиболее интенсивное разуплотнение наблюдается в восточном блоке Касского мегапрогиба, в восточной части Бахилловского мегавала, на Варьеганском мегавале.

Юрские отложения разуплотнены в центральной и западной части Варьеганского мегавала и на восточном склоне Бахилловского мегавала. Послеюрские отложения разуплотнены на участках: Варьеганский мегавал; локально – западный склон Тагринского мегавала; центральная и восточная части Бахилловского мегавала – западный борт Ларьеганского мегапрогиба; восточная часть Касского мегапрогиба – западная часть Кулынгольской мегаседловины.

При интерпретации плотностной модели преследовалось решение следующих задач: 1) провести сопоставительный анализ плотностной структуры доюрских отложений и известных месторождений, зон нефтегазоаккумуляции; 2) дать прогноз новых зон нефтегазоаккумуляции. При интерпретации выделенные зоны разуплотнения и уплотнения отождествляются с резервуарами, каналами миграции, материнскими толщами, флюидоупорами и аномальными источниками тепла.

Над разуплотненной зоной доюрских отложений в Пякупурском прогибе расположено крупное нефтегазовое Западно-Варьеганское месторождение (рис. 3). Источниками образования углеводородов (УВ) в среднем и верхнеюрском нефтегазоносных комплексах (НГК), вероятнее всего, являются нижнеюрские тогурская и радомская пачки, а отложения георгиевской свиты служат флюидоупором для этих комплексов. Генерация нефти для залежей мелового НГК происходит, вероятно, в баженовской и ачимовской свитах.

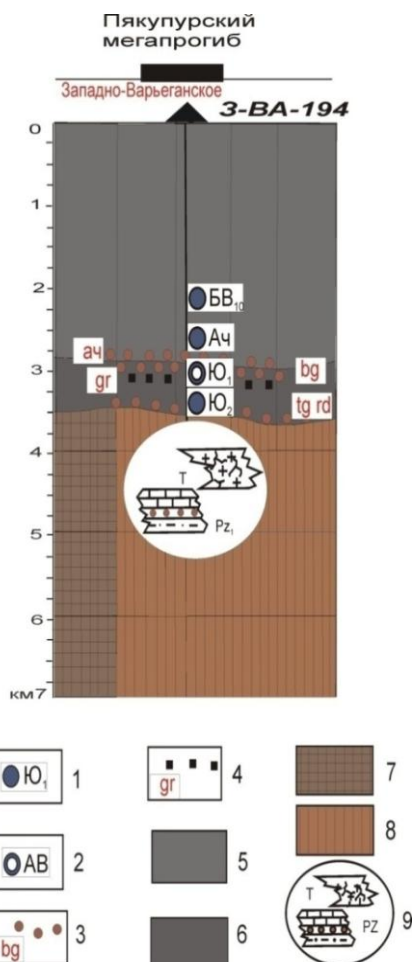


Рис. 3. Схема нефтегеологической интерпретации геоплотностной модели на участке Пякупурской мегапрогиба: залежи с указанием индекса пласта - нефти (1), газа с нефтяной оторочкой (2); материнские отложения (3); региональный флюидоупор (4); послеюрские отложения (5); юрские отложения (6); доюрские отложения (7), разуплотнения (8) на  $0,05...0,10 \text{ г/см}^3$ ; прогнозируемые зоны нефтегазоаккумуляции в доюрском комплексе и их литолого-петрографическая интерпретация с качественной оценкой генерационного потенциала (9)

Разуплотненные триасовые эффузивы кислого состава, органогенные известняки нижнего палеозоя могут служить резервуарами для УВ, генерируемых здесь глинистыми прослоями.

Крупное Северо-Варьганское нефтегазоконденсатное месторождение, находящееся над «сквозной» зоной разуплотнения, приурочено к Варьганскому мегавалу (рис. 4). Формирование залежей разного фазового состояния в юрских нефтегазоносных комплексах происходило, вероятно, за счет нефтематеринских нижнеюрских тогурской и радомской пачек и верхнеюрской баженовской свиты, а разуплотнения в структуре юрских и меловых отложений способствуют миграции нефти и формированию в них залежей. Генерация газоконденсата для залежи в зоне дезинтегрированной коры выветривания могла происходить как в нижнеюрской материнской толще, так и в терригенно-карбонатных отложениях палеозоя. Здесь преобразование нефтематеринских пород соответствует уровню зрелости органического вещества конца мезокатагенеза – началу апокатагенеза [5]. В разуплотненных отложениях палеозоя на глубине свыше 3,5 км следует также ожидать скопления сухого и конденсатного газа.

Тагринское нефтегазоконденсатное месторождение приурочено к центральной части Тагринского мегавала (рис. 4). Для продуктивного неокомского клиноформного комплекса нефтематеринскими являются, по видимому, баженовская свита верхней юры и ачимовская пачка в отложениях неокома. Для газовых залежей в отложениях мелового комплекса материнским источником является ачимовская пачка, для нефтяных – перетоки в разуплотнения меловых пород баженовских нефтей. Очаги генерации нефти тогурской и радомской пачек, вероятно, «перекрываются» аргиллитами георгиевской свиты и «работают» только для пласта Ю<sub>1</sub><sup>1</sup>.

Северо-Хохряковское месторождение нефти с залежами в верхне- и среднеюрском НГК сформировалось в зоне дополнительного источника тепла, создаваемого крупным магматическим образованием, вероятно, базальтового состава, расположенным в Толькинском мегапрогибе. Основным источником углеводородов здесь, вероятно, является баженовская свита.

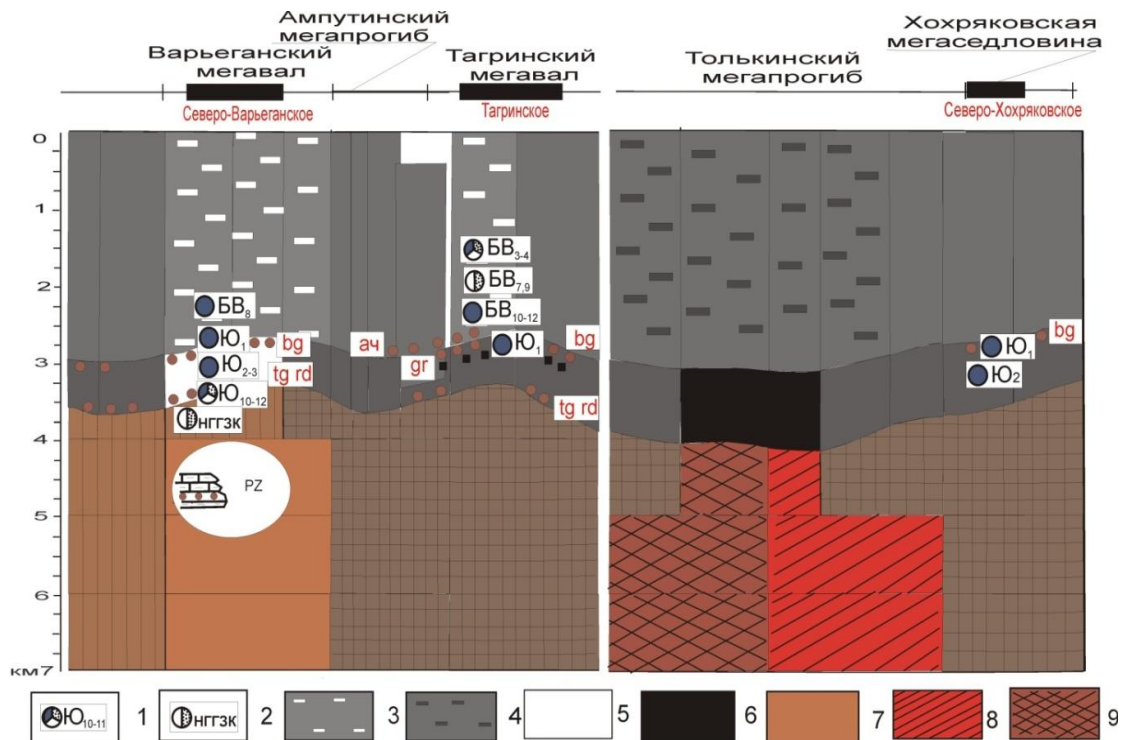


Рис. 4. Схемы нефтегеологической интерпретации геоплотностной модели на участке Варьганский мегавал – Хохряковская мегаседловина: залежи, с указанием индекса пласта - газоконденсатнонефтяная (1), газоконденсатная (2); разуплотнения (3) и уплотнения (4) послеюрских отложений до 0,05 г/см<sup>3</sup>; разуплотнения (5) и уплотнения (6) юрских отложений до 0,05 г/см<sup>3</sup>; разуплотнения (7) на 0,10...0,15 г/см<sup>3</sup> и уплотнения (8-9) на 0,05...0,10 ...и 0,10...0,15 г/см<sup>3</sup> соответственно, доюрских отложений. Остальные условные обозначения на рис. 3

Над «сквозной» зоной разуплотнения к восточному склону Бахиловского мегавала приурочено крупное Верхнеолигоценное месторождение с залежами УВ различного фазового состояния (рис. 5). Залежи открыты в пластах до нижнеюрского до верхнемелового НГК. Источником УВ юрских НГК являются, вероятно, материнские тогурская и радомская пачки, для мелового НГК – баженовская свита и ачимовская пачка. Возможна генерация нефти, газоконденсата и газа и доюрскими отложениями – кремнисто-глинистыми породами нижнего па-

леозоя-венда. Зоны разуплотнения фундамента могут служить резервуарами, представленными трещиноватыми кремнисто-глинистыми породами, мраморизованными известняками и эффузивами кислого и среднего состава.

Перспективной, в отношении нефтегазоносности, можно считать разуплотненные доюрские образования Верхнекаралькинского мегавала (рис. 5). Здесь генерация УВ может осуществляться как тогурской и радомской пачками, так и глинистыми пропластками в терригенно-карбонатных породах девона и карбона. Зоной аккумуляции для залежей нефти и газа могут служить трещиноватые магматические породы триаса.

На участке Касский мегапрогиб – Кулынгольская мегаседловина нефтепроизводящими, вероятно, являются битуминозные радомская и тогурская пачки (рис. 5). Доюрские образования, возможно, представлены слабометаморфизованными терригенными и карбонатными осадками среднего палеозоя. Можно предположить, что УВ генерируются и в них. Разуплотненные в восточной части Касского мегапрогиба кислые эффузивы триаса представляются перспективными зонами аккумуляции нефти и газа. В результате вертикальной миграции УВ из юрских и доюрских зон генерации в разуплотненные меловые отложения на участке сочленения Касского мегапрогиба и Кулынгольской мегаседловины могут быть образованы залежи.

Таким образом, выполненное сопоставление известных месторождений, нефтегазоносных комплексов с плотностной структурой фундамента и плитного чехла показало их согласованность. Над разуплотненной зоной доюрских отложений в Пякупурском прогибе расположено крупное нефтегазовое Западно-Варьганское месторождение. Над «сквозной» зоной разуплотнения к Варьганскому мегавалу приурочено крупное Северо-Варьганское нефтегазоконденсатное месторождение. Залежи УВ Тагринского нефтегазоконденсатного месторождения тяготеют к разуплотненному меловому комплексу. Над «сквозной» зоной разуплотнения к восточному склону Бахиловского мегавала приурочено Верхнеколикьеганское месторождение УВ с залежами разного фазового состояния. Все это подтверждает достоверность геоплотностной модели и, в целом, достоверность ее нефтегеологической интерпретации.

В пределах Приенисейской части Ханты-Мансийского АО выполнен прогноз ряда новых зон нефтегазонакопления в доюрском разрезе и плитном чехле. Крупная зона нефтегазонакопления с нефтяными, газоконденсатными и газовыми залежами прогнозируются в доюрском разрезе Бахиловского мегавала. Крупные зоны нефтегазонакопления с залежами сухого и конденсатного газа прогнозируются в доюрском разрезе Пякупурского мегапрогиба и Варьганского мегавала. Зоны нефтегазонакопления с залежами неясного фазового состава прогнозируются в доюрском разрезе на сочленении Касского мегапрогиба и Кулынгольской мегаседловины, а также на Верхнекаралькинском мегавале. Резервуары нефти прогнозируются в неокомском комплексе в зоне сочленения Касского мегапрогиба и Кулынгольской мегаседловины.

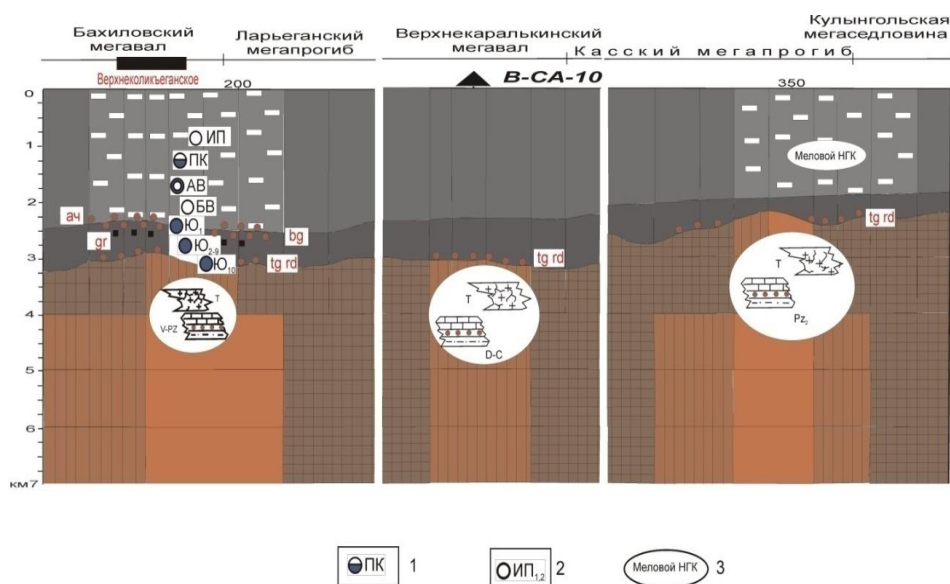


Рис. 5. Схемы нефтегеологической интерпретации геоплотностной модели на участке Бахиловский мегавал – Кулынгольская мегаседловины: залежи, с указанием индекса пласта - нефтяная с газовой шапкой (1), газовая (2); перспективные комплексы плитного чехла (3). Остальные условные обозначения на рис. 3

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта на проведение поисковой научно-исследовательской работы в рамках реализации ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 годы, конкурсы по мероприятию 1.2.1.

## Литература

1. Исаев Г.Д., Аухатов Я.Г. Прогноз нефтегазоносности палеозоя с новых концептуальных позиций // Пути реализации нефтегазового потенциала ХМАО. – Ханты-Мансийск: Изд-во «ИздатНаукаСервис». – 2006. – С. 113–121.
2. Исаев В.И., Лобова Г.А. Корреляция плотностной структуры доюрских отложений и зон нефтегазоаккумуляции вдоль регионального сейсмопрофиля XIII (центральная часть Западно-Сибирской плиты) // Геофизический журнал. – 2008. – Т.30 - №1. – С.3-27.
3. Атлас «Геология и нефтегазоносность Ханты-Мансийского автономного округа» / Ред. Ахпателов Э.А., Волков В.А., Гончарова В.Н. и др. - Екатеринбург: Изд-во «ИздатНаукаСервис». – 2004. – 148 с.
4. Исаев В.И., Старостенко В.И. Оценка нефтегазоматеринского потенциала осадочных бассейнов Дальневосточного региона по данным гравиметрии и геотермии // Геофизический журнал. – 2004. – Т.26. - №2. – С.46–61.
5. Фомин А.Н. Катагенетические условия нефтегазообразования Западно-Сибирского мегабассейна // Геология и геофизика. – 2004. – Т.45 - №7. – С.833-842.

**К ВОПРОСУ О РЕАЛИЗАЦИИ ФУНКЦИЙ ПЕРВИЧНОЙ РУДОПОДГОТОВКИ  
НА БАЗЕ ЯДЕРНО-ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ ОПРОБОВАНИЯ РУД  
В ПО «ЖЕЗКАЗГАНЦВЕТМЕТ»**

**О.Б. Абдыкенов, Н.Е.Сыздыков, С.А.Ефименко  
ТОО «Корпорация Казахмыс», г. Жезказган, Казахстан**

В современных условиях максимальная экономическая эффективность от разработки месторождений цветных металлов может быть достигнута двумя основными путями: 1) за счет мероприятий по повышению полноты извлечения и комплексности использования запасов минерального сырья в недрах; 2) путем интенсификации процессов добычных работ. За первым направлением – явный приоритет.

В первую очередь сказанное выше актуально для крупных горнодобывающих предприятий, отработывающих запасы комплексных полиметаллических руд, каковым является ПО «Жезказганцветмет» - Филиал ТОО «Корпорация Казахмыс», входящей в десятку мировых производителей меди.

Для Жезказгана характерны: последовательно – параллельный порядок отработки месторождения, эксплуатационных блоков и панелей; разнообразие применяемых систем разработки; значительное количество одновременно находящихся в добыче блоков, камер и панелей с различным качеством руд; линейные, комбинированные и расходящиеся модели рудопотоков; полиметаллический характер оруденения (наряду с медью в наличии значительные запасы свинца, цинка, серебра, кадмия, рения и серы); многоярусность промышленного оруденения (9 горизонтов, 22 пласта серых полиметаллических песчаников, 27 рудных залежей, 390 рудных тел); отсутствие явно выраженных контуров рудных залежей и тел; четыре технологических сорта руд - медные сульфидные, комплексные (медно – свинцовые, медно – свинцово – цинковые), свинцовые (свинцовые, свинцово – цинковые, цинковые) и смешанные (сульфидно – окисленные).

Именно для подземных рудников Жезказгана наилучшим образом подходит новая концепция технического перевооружения рудников в рамках диверсификации горного производства, предложенная Г.Г. Ломоносовым [ 1 ], согласно которой на рудники наряду с добычей руды возлагаются функции первичной рудоподготовки, то есть доведения качества добытой руды до состояния, превышающего качество руды в отработываемых контурах залежей, путем выполнения совокупности разделительных (сепарационных) и смесительных (усреднительных) процессов и организации работы рудников по принципу «больше – через качество продукции», что позволит повысить их конкурентноспособность на рынке минеральных ресурсов.

Концепция предполагает оснащение рудников комплексной многофункциональной системой рудоподготовки (КМСРП), основными компонентами которой должны стать планирование и непосредственное оперативное регулирование добычи руд (НОРДР) и непосредственное оперативное регулирование переработки руд (НОРПР). Причем, КМСРП, НОРДР и НОРПР должны быть нацелены не на один (профилирующий) рудный элемент, а на весь список основных и сопутствующих рудных элементов. Схожая концепция реализована на шведском руднике «Кируна».

В условиях Жезказгана переход на НОРДР стал возможен с внедрением рентгенорадиометрического метода опробования (РРМ) и анализа руд. Этот метод позволил сформировать и оперативно обновлять информационные базы достоверных данных о качестве руды в недрах, в подготовленных к отработке выемочных единицах (забой, камера, блок), в отбитой горной массе, в транспортных (дизельный автопоезд, вагонетка, думпкары, гондола, шахтный конвейер) и накопительных (рудоспуск, железнодорожный бункер) емкостях, составляющих основу информационной базы НОРДР.

Известно, что на технологические показатели переработки руды в разной степени влияют многие параметры. Отследить динамику изменчивости этих параметров в условиях действующего горного производства технически невозможно. Но КМСРП, в противоположность геологическому объекту (месторождению), есть хорошо организованная система, где возможно детерминированное описание, допускающее использование для управления данными о динамике ограниченного числа переменных. В частности, в рамках КМСРП достаточно обеспечить оперативное отслеживание динамики изменения содержания основных и сопутствующих компонентов в руде, чтобы применить, в случае необходимости, эффективное управляющее воздействие на процесс добычи, рудоподготовки, рудосортировки и переработки руды. При этом управление может однозначно с заданной точностью осуществляться действующими в системе функциональными связями и гарантировать выход на плановый уровень качества товарной руды за сутки, декаду, месяц, квартал, год. При такой постановке вопроса, от того, как

быстро, в какой форме, с какой степенью достоверности, и в каком объеме будет поступать информация о качестве руды, во многом будет зависеть эффективность КМСРП.

Определение содержания элементов в руде – задача рудничного опробования, которое всегда являлось самым «узким» звеном в КМСРП любой конфигурации с внедрением в практику геологического обслуживания горных работ ядерно – геофизических технологий опробования руд в естественном залегании, в транспортных емкостях, в навале отбитой горной массы, переход на НОРДР стал реализуем на практике.

Таким образом, РРМ опробования руд в условиях естественного залегания, отбитой горной массой, транспортных емкостях (РРО), РРМ анализа истертых забойных, шпуровых, вагонных и керновых проб (РРА) и РРМ метод каротажа эксплуатационно – разведочных скважин (РРК) должны рассматриваться не только в качестве основного метода геологического обслуживания горных работ на рудниках подземной добычи АО «Жезказганцветмет», но и в качестве фактически единственного инструмента формирования информационных блоков подсистем НОРДР при проектировании КМСРП нового поколения.

Задача РРО забоев (РРОЗ) на рудниках подземной добычи с помощью РРМ решается с 1977 года. В настоящее время РРО забоев, уступов, отбитой горной массы в навале, шпуровых (в случае необходимости) проб выполняется с помощью портативных спектрометров РПП – 12 (ТОО «Физик», г. Алма – Ата, Казахстан): радиоизотопный источник  $Pu - 238$ ; масса: датчика – 1,0 кг, электронного блока – 0,5 кг; число каналов преобразования – 1024; буфер памяти – 1000 спектров; время измерения – 10 сек; число одновременно определяемых элементов – 4 (Cu, Zn, Pb, Fe или Mn, Fe, Cu, Zn).

Каждый забой или уступ, включенный в план–график добычи руды и металла, в течение месяца, в зависимости от производственной мощности шахты и числа бригад РРОЗ, опробуется от 3 до 7 раз по 1 – 2 вертикальным сечениям высотой до 7 м с шагом наблюдений  $15 \div 20$  см. Сейчас в эксплуатации находятся 15 комплектов РПП – 12, а ежегодный объем РРО забоев на медь, цинк и свинец доходит до 245000 м сечений.

Задача РРА забойных, шпуровых, шламовых, вагонных и керновых проб решается с 1987 года. В настоящее время РРА выполняется с помощью рентгенорадиометрических лабораторных приборов РЛП – 21, выпускаемых ТОО «Физик»: Si – Li полупроводниковый детектор; жидкий азот; радиоизотопные источники  $Am - 241$ ; время измерения – 415 с; нижний предел обнаружения  $Ag - 1,2$  ppm; вес – 60 кг. РЛП – 21 позволяет определять одновременно содержания до 34 элементов. Точность РРА на Cu, Pb, Zn, Ag, Cd и Fe соответствует III категории точности по ОСТ 41 – 08 – 205 – 04 во всем диапазоне содержания этих металлов в рудах Жезказгана. Методика РРА проб разрабатывалась с акцентом на определение низких (от 2 до 10 г/т) массовых долей Ag и Cd, чтобы обеспечить возможность ведения в полном объеме НОРДР и по этим металлам. Сейчас в эксплуатации находятся 7 комплексов РЛП – 21, а ежегодный объем РРА доходит до 242000 проб, 85 % из которых приходятся на вагонные пробы ОТК.

С внедрением РРОЗ и РРАП была создана база для развёртывания на добывающих и перерабатывающих предприятиях Жезказганского комплекса КМСРП в полном объеме.

С позиций реализации функций первичной рудоподготовки в НОРДР и НОРПР интерес представляют шесть подсистем КМСРП, каждая из которых представляет собой самостоятельный инновационный проект:

1. Регулирование отгрузки руды из рудоспусков в вагонетки. Предполагается пилотное использование в производственных масштабах метода компьютерного моделирования, реализующего стохастические модели заполнения рудоспусков порциями (Того – 40D,  $22,0 \text{ м}^3$ ) руды и выпуска руды из рудоспусков в вагонетки (ВГ-12,  $12 \text{ м}^3$ ), предложенную канадским ученым Д. Джолеем. При этом каждой порции руды, попадающей в рудоспуск, присваиваются содержания Cu, Pb и Zn по данным последнего РРОЗ. Для обеспечения большей точности работы всего проекта необходимо проводить РРОЗ после каждого цикла очистных работ.

2. Усреднение качества руд на внутришахтных автомобильных смесительных складах штабельного типа с укладкой порций (Того – 40D) руды наклонными слоями на вертикальный борт уступа и разгрузкой штабеля (Caterpillar – 980F;  $3,67 \text{ м}^3$ ) в поперечном направлении. Предполагается пилотное использование метода компьютерного моделирования по Д. Джолею процессов формирования и разгрузки штабеля. Каждой порции руды присваиваются содержания Cu, Pb и Zn по данным последнего РРОЗ.

3. Внутришахтная рудосортировка – это технологии, позволяющие на основании данных РРОЗ и РРАП: оставлять породу и некондиционную руду в горном массиве; осуществлять раздельную отработку разных технологических сортов руды.

4. Внутришахтная сепарация отбитой горной массы (свежая очень контрастная руда, отвалы прошлых лет) с помощью рентгенорадиометрических сепараторов для покусковой сортировки руд СРФ2, СРФ4 и СРФ4-3П-150 производства ТОО «Радос» (г. Красноярск, Россия) или Микро – РС – 50, РМ – 50Р, РМ – 100Р, РМ – 200 фирмы ООО «Интегра Групп. РУ» (Россия).

5. Раздельная по времени переработка на обогатительных фабриках медных руд различного качества, либо путем составления для каждой шахты индивидуального оптимального календаря добычи и отгрузки «условно бедной» и «условно богатой» руды в рамках подсистем № 1 и № 2, либо путем разделения добытой руды в цехе рентгенорадиометрических сепараторов при обогатительной фабрике на те же два сорта. С.И.Петрович [2] показал, что описание функции массы меди, извлекаемой в концентрат с 1000т руды, применительно к жезказганским обогатительным фабрикам представляет собой не уравнение прямолинейной регрессии, а ломаную линию, состоящую из двух прямолинейных отрезков – отсюда термины «условно бедная» и «условно богатая» руда.

6. Реализация математической модели, позволяющей упростить процесс оптимизации календаря добычи и последующей раздельной по времени переработки руд различного качества в случае присутствия в рудах

нескольких основных и сопутствующих рудных компонентов за счет отыскания с помощью функции цели максимума дохода от реализации концентратов.

Внедрение любой из шести предложенных подсистем, не говоря уже о КМСРП в целом, даст существенную экономическую выгоду и значительно повысит как эффективность эксплуатации месторождения Жезказган, так и эффективность переработки руд на обогатительном и металлургическом переделах.

#### Литература

1. Ломоносов Г.Г., Жигалов М.Л. Основные принципы управления качеством руд на подземных рудниках // Горный журнал. - 1991. - № 2. - С. 21 – 23.
2. Петрович С.И., Запраткин Ю.А. Математическая модель оптимизации оперативных планов шахты (рудника) по добыче руды с учётом её переработки на обогатительной фабрике. - Алматы: 1995, №3. - С. 4-7.

### КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ТВЕРДОГО ТОПЛИВА С ПОМОЩЬЮ ФИЛЬТРАЦИИ ВТОРИЧНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

П.М. Адигешева

Научный руководитель доцент Д.Ю. Пак

*Карагандинский государственный технический университет, г. Караганда, Казахстан*

Угли являются важнейшим энергетическим и металлургическим сырьем, используемым в различных отраслях производства. Качество углей характеризуют такие параметры как зольность, влажность, содержание серы, коксующесть, теплота сгорания. Наиболее важным является зольность, которая является основным качественным параметром, определяющим потребительские свойства углей.

Традиционный термовесовой способ определения зольности угля, предусматривающий сжигание аналитической навески, характеризуется высокой длительностью, низкой представительностью и производительностью.

Широкую известность в практике анализа угля получили инструментальные методы, основанные на регистрации рассеянного излучения. Эти методы просты в аппаратном исполнении и обладают достаточно высокой чувствительностью к зольности. Наибольшее применение при анализе углей получил гамма-альбедный метод, основанный на регистрации рассеянных гамма-квантов. Методические возможности гамма-альбедного метода определены взаимосвязью эффективного атомного номера углей с зольностью, что обусловлено резко различными атомными номерами элементов, слагающих органическую и минеральную части угля.

Основными компонентами золы являются оксиды кремния (*Si*), алюминия (*Al*), железа (*Fe*), кальция (*Ca*) и магния (*Mg*).

Основными факторами, влияющими на тесноту взаимосвязи между эффективным атомным номером и зольностью углей, являются флуктуации концентрации золообразующих компонентов, прежде всего наиболее тяжелых (*CaO*, *Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>*). Это делает необходимым поиск методических приемов для учета или компенсации дестабилизирующего действия колебаний содержания тяжелых золообразующих компонентов.

Предложена методика экспрессного анализа углей на зольность, основанная на облучении анализируемой пробы угля первичным гамма-излучением с энергией 5,9 кэВ (менее энергии К-края поглощения железа) и измерении вторичного излучения  $N_S$ , включающего в себя рассеянное углем гамма-излучение  $N_S$  и рентгеновское флуоресцентное излучение кальция  $N_I$ . Выбор такой энергии первичного излучения обусловлен требованием уравнивать гамма-ослабляющие характеристики железа с алюмосиликатами, составляющими основную часть минеральных примесей угля. При этом основное дестабилизирующее влияние на результаты анализа оказывает непостоянство содержания кальция в золе. В качестве источника первичного гамма-излучения использован радионуклид *Fe-55*. Выбранный излучатель обладает наибольшей эффективностью возбуждения К-серии характеристического излучения кальция и достаточно благоприятными эксплуатационными параметрами (монохроматичность, сравнительно большой период полураспада, высокая удельная активность).

Расчетами и экспериментально на моделях углей различного состава установлены качественно обратные закономерности изменения интенсивностей  $N_S$  и  $N_I$  от содержания оксида кальция. Инвариантность результатов при флуктуации концентрации *CaO* достигнута путем измерения интегральной интенсивности вторичного от угля излучения  $N_S$ .

Известен методический прием учета непостоянства содержания золообразующего элемента, заключающийся в искусственной фильтрации вторичного излучения, при которой достигается компенсационный эффект. Фильтрующим элементом выбран полиэтилен, у которого коэффициент ослабления флуоресцентного излучения кальция почти в 4 раза выше коэффициента ослабления рассеянного гамма-излучения [1].

Суть компенсационного эффекта состоит в достижении равенства обратных по знаку абсолютных приращений интенсивностей флуоресцентного и рассеянного излучений при флуктуации содержания кальция в золе, за счет различия в коэффициентах ослабления указанных излучений фильтрующим материалом определенной толщины. Однако область оптимальности фильтра определенной толщины ограничивается только незначительным диапазоном изменения зольности. В условиях значительных вариаций зольности и сильной изменчивости состава золы (содержания кальция) точность оценки зольности снижается.

Исследованиями на модельных смесях углей различной зольности и различного содержания кальция в золе установлены сложные зависимости интенсивности ослабленного фильтром различной толщины вторичного

излучения от зольности и состава золы. При отсутствии фильтрации максимальная интенсивность соответствует высокозольному углю с большим содержанием кальция в золе. Это свидетельствует о преобладающем вкладе рентгеновской флуоресценции кальция во вторичном излучении. В интервале больших значений толщины фильтра максимум интенсивности соответствует низкозольному углю с минимальным содержанием кальция, что свидетельствует о преобладающем действии рассеянного излучения. Преимущественное ослабление рентгеновской флуоресценции кальция по сравнению с рассеянным излучением приводит к тому, что зависимости интенсивности ослабленного вторичного излучения, соответствующие одной зольности, но различным содержанием кальция пересекаются при определенной толщине фильтра [2].

При определенной толщине фильтра наблюдается область инверсии, свидетельствующая о независимости интегральной интенсивности вторичного излучения от изменения содержания оксида кальция. Точка пересечения кривых, соответствующих углям одной зольности, но с различным содержанием оксида кальция, закономерно смещается в зависимости от зольности углей. Это означает, что для компенсации дестабилизирующего влияния непостоянства оксида кальция необходима определенная степень фильтрации вторичного излучения.

Например, при использовании фильтра из полиэтилена толщиной  $30 \text{ мг/см}^2$ , наблюдается пересечение кривых, соответствующих зольности угля 7 % и концентрации кальция от 3 до 20 %. Это свидетельствует о том, что при данной степени фильтрации результаты анализа не зависят от вариаций содержания кальция.

Однако для углей повышенной зольности (20 %) инвариантность результатов при том же диапазоне колебаний концентрации кальция наблюдается уже при большей толщине фильтра ( $48 \text{ мг/см}^2$ ). Из этого следует, что оптимальная толщина фильтра с точки зрения независимости результатов контроля зольности угля от вариаций содержания кальция в минеральной части зависит от зольности.

Для количественной оценки точности контроля зольности в неоптимальных условиях выполнены эксперименты с фильтрами различной толщины. На рисунке показано влияние зольности угля на величину погрешности ее определения при измерениях с фильтрами конечной толщины. Кривая 1 означает, что фильтр толщиной  $28 \text{ мг/см}^2$  является оптимальным с точки зрения независимости от  $m$  для угля зольностью 15 %. Методическая погрешность определения зольности при флуктуациях оксида кальция равна нулю при  $A = 15 \%$ . При анализе высокозольного угля, например с  $A = 20 \%$ , выбранный фильтр не является оптимальным и погрешность составит 0,75 % абс. Для угля с  $A = 25 \%$  ошибка возрастает до 2,1 % абс. Аналогично из кривой 2 следует, что фильтр толщиной  $40 \text{ мг/см}^2$ , является оптимальным для угля с  $A = 25 \%$ . Любое отклонение зольности приводит к закономерному росту погрешности.

Представленные данные позволяют оценить значимость правильного выбора степени фильтрации вторичного излучения в зависимости от диапазона колебаний зольности и прогнозировать ожидаемую точность контроля качества в условиях переменного состава [2].

Таким образом, интегральный рентгенорадиометрический метод с компенсацией переменного кальция путем фильтрации вторичного излучения дает удовлетворительные по точности результаты в случае незначительных колебаний зольности. Подобный вывод подтвержден экспериментально на примере использования фильтра из алюминия. Толщина  $5 \text{ мг/см}^2$  близка к оптимальной для углей с зольностью 10, 2 % при колебаниях кальция от 0,15 до 1,5 % [3].

При анализе рядовых углей со значительной изменчивостью зольности и вещественного состава минеральной части необходима аппаратурная информация о содержании оксида кальция с последующей коррекцией результатов интегральных измерений.

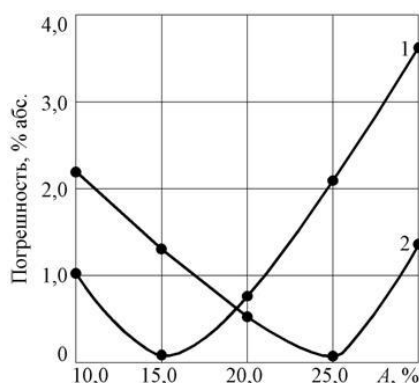


Рис. 1. Влияние зольности угля ( $A$ ) на погрешность ее определения с фильтрами конечной толщины

#### Литература

1. Пак Д.Ю. Исследование метрологических характеристик рентгенорадиометрического метода контроля качества угля // Труды университета. — Караганда: 2007. — Вып. 1. — С. 34-37.



2. Пак Д.Ю. Разработка методики ядерно-геофизического контроля качества твердого топлива: Автореферат. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. – Караганда: 2007. – 25 с.
3. Старчик Л.П., Пак Ю.Н. Ядерно-физические методы контроля качества твердого топлива. – М.: Недра, 1985. – 224 с.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ОЦЕНКИ ОСТАТОЧНОЙ ВОДОНАСЫЩЕННОСТИ КОЛЛЕКТОРОВ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ СКВАЖИН

Ш. Ж. Байболова

Научный руководитель доцент Г. Г. Номоконова

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

Коэффициент остаточной водонасыщенности ( $K_{во}$ ) является важным параметром коллектора, поскольку определяет ту долю его порового пространства, которая занята неподвижной, физически связанной с поверхностью твердой фазы водой, и которая, по определению, не участвует в фильтрации и не может быть замещена углеводородами (УВ). Остаточная водонасыщенность определяет максимальное количество углеводородов, которое может содержать данный коллектор в так называемой зоне предельного нефтегазонасыщения залежи УВ.

$$K_{нг} = 1 - K_{во}, \quad (1)$$

где  $K_{нг}$  – предельное значение коэффициента нефтегазонасыщенности.

Остаточная водонасыщенность содержит адсорбированную и капиллярно удержанную воду. Адсорбированная вода связана с поверхностью твердой фазы электростатическими силами. Повышенную активность в этом случае проявляют глины, обладающие аномально большой удельной поверхностью и высоким отрицательным электрическим потенциалом на этой поверхности, который обусловлен катионным обменом глин с поровым электролитом. Капиллярно удержанная вода сохраняется в микропорах благодаря действию капиллярных сил. В гранулярных коллекторах капиллярно удержанная вода присутствует, в основном, в карбонатном цементе [1].

$$K_{во} = \omega_{гг} \cdot \frac{K_{гг}}{K_n} + \omega_{кк} \cdot \frac{K_k}{K_n}, \quad (2)$$

где  $K_{гг}$  и  $K_k$  – коэффициенты глинистости и карбонатности соответственно, определенные в долях объема горной породы;  $K_n$  – коэффициент пористости;  $\omega_{гг}$  и  $\omega_{кк}$  – содержание адсорбированной воды в микропорах глинистого цемента ( $\omega_{гг}$ ) и капиллярно удержанной воды ( $\omega_{кк}$ ) в карбонатном цементе, рассчитанные в долях объема твердой фазы цемента. Слагаемые уравнения (2) представляют собой коэффициенты адсорбированной и капиллярно удержанной водонасыщенности.

Некоторые параметры коллектора, входящие в уравнение (2), могут быть определены по результатам геофизических исследований скважин (ГИС). В первую очередь это касается коэффициентов глинистости и пористости, которые можно определить по данным метода самопроизвольной поляризации (ПС), гамма-каротажа (ГК), нейтронного каротажа по тепловым нейтронам (НКТ) или акустического каротажа (АК), используя для этого соответствующие петрофизические уравнения (модели). Но остальные параметры уравнения ( $\omega_{гг}$ ,  $\omega_{кк}$  и  $K_k$ ) непосредственно из данных ГИС определить нельзя.

Предлагается следующее решение проблемы оценки  $K_{во}$ .

Уравнение (2) относительно  $K_{гг}/K_n$  является уравнением прямой:

$$K_{во} = a K_{гг}/K_n + в. \quad (3)$$

В этом уравнении коэффициент  $a$  имеет смысл микропористости глинистого цемента ( $a = \omega_{гг}$ ), а коэффициент  $в$  – некоторого комплексного параметра, характеризующего карбонатность коллектора ( $в = \omega_{кк} K_k / K_n$ ). Таким образом, чтобы определять  $K_{во}$  по данным ГИС, необходимо иметь значения коэффициентов  $a$  и  $в$  в уравнении (3) для конкретных пластов месторождений. Коэффициенты можно определить непосредственно из петрофизических измерений  $K_{во}$ ,  $K_n$  и  $K_{гг}$  и использовать уравнение (3), наряду с другими петрофизическими уравнениями, в практике интерпретации данных ГИС.

В данной работе исследовался следующий алгоритм выявления коэффициентов уравнения (3). Он основан на статистическом анализе параметров коллектора:  $K_{нг}$ ,  $K_n$ ,  $K_{гг}$ , определенных по данным интерпретации данных ГИС в зоне предельного нефтегазонасыщения. Как следует из уравнения (1), в границах этой зоны  $K_{во}$  можно определить по данным  $K_{нг}$ .

Результаты проведенных исследований приведены на рис. 1 и 2 и в таблице и сводятся к следующему.

1. Уравнение для оценки коэффициента остаточной водонасыщенности коллектора можно определить по данным интерпретации ГИС в зоне предельного нефтегазонасыщения. Получены относительно высокие коэффициенты достоверности аппроксимации ( $R^2$ ) для большинства исследованных пластов и месторождений. Значение этого коэффициента может выступать в качестве критерия применимости предложенного алгоритма расчета коэффициентов уравнения  $K_{во} = a K_{гг}/K_n + в$ . Относительно низкие значения ( $R^2$ ) для пласта БС2 Федоровского месторождения (рис. 2, табл.) обусловлены выходом за границы зоны предельного нефтегазонасыщения, а для пласта БС10 Спорышевского месторождения (рис.1, табл.) - неоднородностью коллектора в отношении его карбонатности.

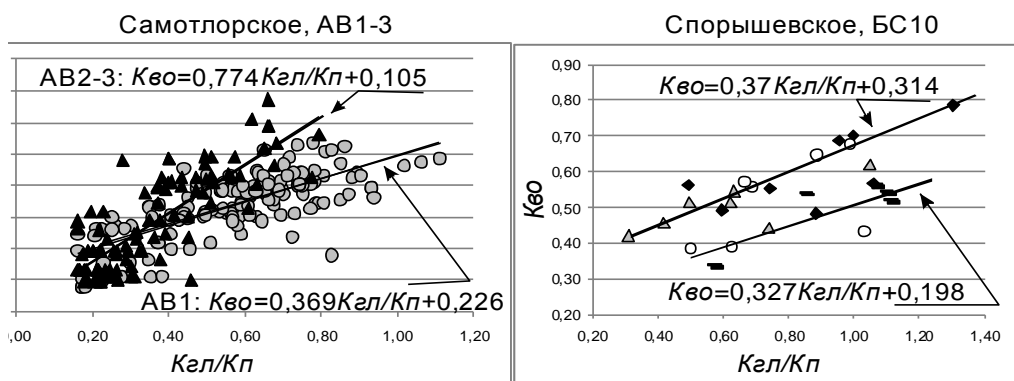


Рис. 1. Примеры корреляционных зависимостей «Кво-Кгл/Кп» с различными коэффициентами «а» (Самотлорское месторождение) и «в» (Спорышевское месторождение). Разными значками на зависимости пласта BC10 Спорышевского месторождения обозначены разрезы различных скважин

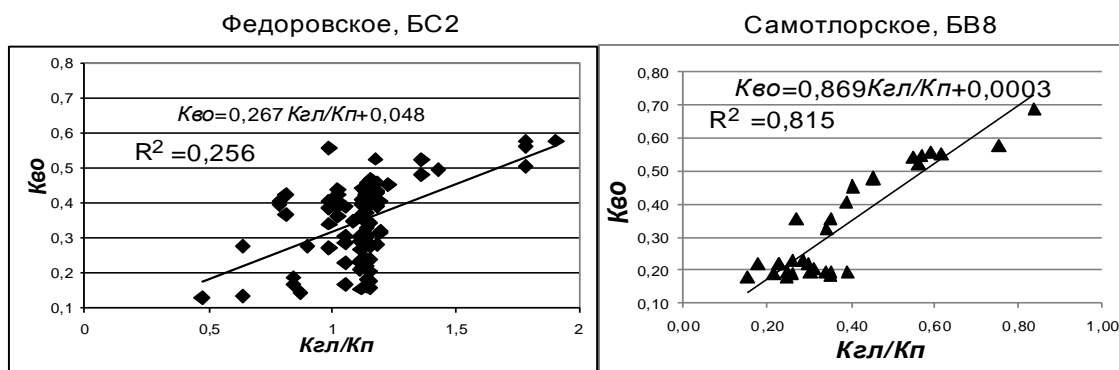


Рис. 2. Корреляционные зависимости «Кво-Кгл/Кп» с различными коэффициентами достоверности аппроксимации  $R^2$ .

Результаты расчетов коэффициентов уравнения регрессии  $K_{во} = a K_{гл/Кп} + b$  по данным интерпретации ГИС

Таблица

Месторождение	Пласт	Уравнение $K_{во} = a K_{гл/Кп} + b$			Средние значения параметров, д.е.		
		$a$	$b$	$R^2$	$K_{п}$	$K_{гл}$	$K_{не}$
Чехлонейское	ПК1	0,527	0,223	0,731	0,325	0,404	0,552
Самотлорское	AB1	0,369	0,223	0,551	0,246	0,136	0,561
	AB2-3	0,774	0,105	0,672	0,270	0,094	0,615
	AB4-5	0,5	0,136	0,414	0,281	0,078	0,723
	BV8	0,869	0,003	0,815	0,237	0,084	0,693
Игольско-Таловое	Ю1	0,216	0,135	0,592	0,142	0,19	0,565
Спорышевское	BC10	0,261	0,320	0,262	0,197	0,119	0,52
Федоровское	BC2	0,27	0,048	0,256	0,235	0,26	0,652

2. Коэффициенты уравнения  $K_{во} = a K_{гл/Кп} + b$  являются дополнительными параметрами коллектора, интегрально отображающими его карбонатность и качество содержащихся в коллекторе глин (их микропористость). Эти параметры, наряду с пористостью, проницаемостью и глинистостью, могут быть использованы для классификации коллекторов.

Значения коэффициентов уравнения (3) показывают, что пласты и месторождения различаются в отношении карбонатности и микропористости глин их коллекторов (табл.). Наиболее показательны пласты Самотлорского месторождения. В вертикальном разрезе неокомского нефтегазового комплекса (от пласта AB1 к пласту BV8) понижается объемная глинистость и карбонатность коллектора и повышается качество глин (содержание адсорбированной воды в глинистом цементе) и достоверность определения коэффициента остаточной водонасыщенности по измеренным значениям пористости и проницаемости ( $R^2$ ).

Таким образом, результаты исследования показывают, что коэффициенты остаточной водонасыщенности, а следовательно и полезную емкость коллектора, можно определить по совокупности геофизических методов исследований скважин, показания которых связаны с пористостью и глинистостью пород.

#### Литература

1. Элланский М.М. Петрофизические основы комплексной интерпретации данных геофизических исследований скважин. – М.: Изд-во ГЕРС, 2001. – 229с.

### ЭКСПРЕСС-АНАЛИЗ КОНЦЕНТРАТОВ ТОО «АКТЮБИНСКАЯ МЕДНАЯ КОМПАНИЯ» С ПОМОЩЬЮ РЕНТГЕНОФЛЮОРЕСЦЕНТНОГО СПЕКТРОМЕТРА РПП - 12

И.В. Беляшов<sup>1</sup>, С.А.Ефименко<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ЗАО «Русская медная компания», г. Екатеринбург, Россия

<sup>2</sup>ТОО «Корпорация Казахмыс», г. Жезказган, Казахстан

В работе [1] подробно рассмотрены технико-методические аспекты рентгенорадиометрического опробования (РРО) руд медно-колчеданного месторождения «50 лет Октября» (Казахстан) с применением энергодисперсионного рентгенофлуоресцентного портативного спектрометра (по международной классификации – EDXRF) РПП – 12 (ТОО «Физик», г. Алма-Ата, Казахстан). Основными объектами РРО была руда в естественном залегании и в штабелях ТОО «Копер Технолоджи», а также пробы бурового шлама и измельченной руды. Соответственно, и компьютерная обработка результатов измерений на спектрометре РПП – 12 предусматривала два режима: «руда» и «буровой шлам – измельченная руда». Спектрометр РПП – 12 обеспечивал одновременное определение содержаний меди, свинца, цинка и железа.

EDXRF спектрометр РПП – 12 предназначен для проведения высокоточного многоэлементного рентгенорадиометрического опробования руд в естественном залегании (стенки горных выработок, уступы карьеров, естественные обнажения и т.д.), в отбитой горной массе и крупнодробленых пробах (руда в навале, штуфы, керн, пробы бурового шлама), а также для экспресс-анализа порошковых проб руд и горных пород в условиях полевых лабораторий на 4 элемента (Cu, Zn, Pb, Fe или Mn, Fe, Cu, Zn с радионуклидом Pu-238) [2]. РПП - 12 состоит из датчика, устройства регистрации и обработки (УРО) и комплекта подъемных штанг. В датчике размещаются источники ионизирующего излучения (1÷2 радионуклида Pu-238), пропорциональный детектор излучений СИ-13Р, предварительный усилитель, 1 аккумулятор типа А – А. УРО включает: микропроцессор DS5002FP, анализатор импульсов на 1024 канала преобразований, жидкокристаллический индикатор (ТЖК), клавиатуру, 3 аккумулятора типа А – А, разъем R232 для подключения к компьютеру. Емкости аккумуляторов достаточно для работы РПП – 12 в течение рабочей смены. Масса датчика – 1,0 кг, УРО – 0,5 кг. Буфер памяти рассчитан на хранение 1000 спектров. Штанги обеспечивают подъем датчика на высоту до 8м. Учет матричного эффекта производится по упрощенному варианту метода фундаментальных коэффициентов. Программное обеспечение включает математические средства полного разделения наложенных линий элементов с соседними атомными номерами, высокоэффективный учет взаимного влияния элементов; управление процессами накопления, отображения, обработки информации и вывода результатов обработки как на жидкокристаллическое табло (ТЖК) спектрометра, так и на внешние устройства персонального компьютера.

В процессе производственного применения спектрометра РПП – 12 возникла необходимость в рентгенорадиометрическом анализе (РРА) проб медного концентрата, находящегося на складе готовой продукции обогатительной фабрики. Цель: «зрячий» режим отгрузки концентрата потребителям в соответствии с заявленным качеством (маркой) концентрата в те моменты, когда по различным причинам химическая лаборатория не может выполнять свои функции.

Обогатительная фабрика ТОО «Актюбинская медная компания» (ТОО «АМК») производит медный концентрат марок КМ – 4 и КМ – 5 с максимальным содержанием меди 23 и 20 %, соответственно. Содержания других компонентов: железо  $\geq 31$  %, сера  $\geq 35$  %, цинк  $\leq 4$  %. Ясно, что медный концентрат представляет собой очень сложный объект даже для РРА на EDXRF спектрометрах, использующих полупроводниковый детектор излучений. Что уж говорить про спектрометр РПП – 12, у которого пропорциональный детектор излучений. Кроме того, очень важно было проверить: способна ли математика, заложенная в программное обеспечение спектрометра РПП – 12, обеспечить высокую точность РРА на цинк, аналитическая линия которого в аппаратурных спектрах медных концентратов ТОО «АМК» перекрывается мощными линиями меди и железа.

Решение задачи было проведено в два этапа. На первом этапе на достаточно большом массиве проб медного концентрата с известными химическими анализами основных компонентов (каждая проба концентрата находилась в железном противне, поверхность концентрата была предварительно уплотнена, на каждой пробе выполнялось 5 – 7 замеров спектрометром РПП – 12) была произведена градуировка спектрометра РПП – 12 по меди, железу, цинку и свинцу. Итогом этапа явилась программа компьютерной обработки результатов РРА (режим «медный концентрат»).

На втором этапе произведена контрольная апробация режима РРА «медный концентрат». Было подготовлено 20 проб медного концентрата с надежными химическими анализами на медь, железо, цинк и свинец. Результаты апробации приведены в таблице. Обработка результатов произведена в соответствии с ОСТ – 41 – 08 – 205 – 04.

Анализ результатов позволил сделать следующие выводы:

Сходимость результатов рентгенорадиометрического и химического анализов проб концентратов обогатительной фабрики ТОО «Актюбинская медная компания»

Показатели	Cu, %		Fe, %		Zn, %	
	РРА	х/а	РРА	х/а	РРА	х/а
1	19,62	19,46	34,03	34,46	0,71	0,79
2	19,59	19,37	34,73	34,79	0,64	0,59
3	22,92	23,64	33,85	32,97	0,39	0,45
4	21,29	21,42	36,13	35,86	0,52	0,47
5	21,02	21,17	35,02	35,78	0,57	0,52
6	17,70	16,44	34,30	34,45	0,86	0,94
7	19,51	19,16	33,43	33,62	0,94	0,90
8	21,61	22,09	33,68	33,88	0,68	0,74
9	17,77	17,27	34,17	33,89	0,67	0,63
10	20,99	20,27	34,34	34,05	0,73	0,70
11	17,99	17,60	33,95	34,22	0,40	0,50
12	18,51	17,76	34,63	34,52	0,61	0,53
13	18,00	18,57	34,75	34,68	0,59	0,66
14	16,47	16,62	34,16	34,59	0,68	0,60
15	17,94	18,55	34,46	34,87	0,53	0,60
16	22,44	21,84	34,37	34,22	0,87	0,94
17	17,63	17,23	34,34	34,18	0,69	0,77
18	19,81	19,98	33,88	33,70	0,66	0,60
19	17,41	17,81	33,80	33,82	0,70	0,62
20	16,30	17,04	33,94	34,05	0,59	0,63
Среднее по выборке, %	19,33	19,16	34,30	34,33	0,65	0,66
Допуск 3 категории, %	2,10		0,80		9,0	
$\sigma(\sum, r_a), \%$	2,02		0,65		5,1	
Запас точности Z (3 категория Z=1÷2)	1,03		1,22		1,77	

1. EDXRF спектрометр РПП – 12 способен в случае форс-мажорных обстоятельств (не работает химическая лаборатория) обеспечить проведение РРА проб медного концентрата ТОО «АМК» с точностью 3 категории (рядовой химический анализ) по ОСТ – 41 – 08 – 205 – 04. Отгрузку медного концентрата потребителям можно проводить без простоев. Марка медного концентрата спектрометром РПП – 12 устанавливается однозначно. Поставленная задача успешно решается на относительно дешевой аппаратуре казахстанского производства.

2. Точность РРА на железо и цинк также соответствует допускам 3 категории. Если по железу столь высокая точность РРА была ожидаема, то высокая точность РРА по цинку указывает на широкие возможности спектрометра РПП – 12.

3. Несмотря на использование в РПП – 12 пропорционального детектора излучений, математические средства, заложенные в программное обеспечение спектрометра, обеспечивают эффективное выделение  $K\alpha$  – линии цинка на фоне мощных перекрывающих линий  $FeK\alpha$  и  $CuK\alpha$ .

4. Высокая эффективность способа учета матричного эффекта, который заложен в программное обеспечение спектрометра РПП – 12, получила ещё одно убедительное подтверждение на практике.

#### Литература

1. Беляшов И.В., Ефименко С.А. Опробование медно-колчеданных руд месторождения «50 лет Октября» с помощью переносного спектрометра РПП – 12 // Проблемы геологии и освоения недр. Сборник научных трудов XIII Международного симпозиума имени академика М.А.Усова, посвященного 110-летию со дня рождения профессора, лауреата Государственной премии СССР К.В.Радугина. – Томск: 2008. – С. 286 – 287.
2. Ефименко С.А., Лезин А.Н. Рентгенорадиометрический полевой прибор РПП-12 // Приборы и техника эксперимента. – 2008. – №5. – С. 161 – 162.
3. Ефименко С.А. Совершенствование системы геологического обслуживания горных работ на шахтах Жезказгана с помощью рентгенорадиометрического метода // Рудогенез-2008. Материалы международной конференции. – Миасс-Екатеринбург: 2008. – С. 95 – 100.
4. Ефименко С.А., Портнов В.С. Математические аспекты программного обеспечения рентгенофлуоресцентного переносного спектрометра РПП-12 // Геодинамика. Глубинное строение. Тепловое поле Земли. Интерпретация геофизических полей. Пятое научные чтения памяти Ю.П.Булашевича. Материалы. – Екатеринбург: 2009. – С. 179 – 183.

5. Ефименко С.А. Применение ядерно-геофизических технологий опробования руд в ТОО «Корпорация Казахмыс» // Горный журнал Казахстана. – 2009г. – №1. С. 8 – 12.
6. Ефименко С.А. Ядерно-геофизические методы исследования руд месторождений ТОО «Корпорация Казахмыс» // Научно-техническое обеспечение горного производства: Труды Института горного дела им. Д.А.Кунаева. Том 76. – Алматы: 2008. – С. 196 – 203.

## ГРАВИМЕТРИЧЕСКИЕ ТЕКТОНОФИЗИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ТАГИЛО-КУШВИНСКОГО ЖЕЛЕЗОРУДНОГО РАЙОНА

К.В. Вандышева

Научный руководитель профессор В.В. Филатов

*Уральский государственный горный университет, г. Екатеринбург, Россия*

Гравитация является одним из четырех фундаментальных силовых взаимодействий в природе. По своему характеру она универсальна, поскольку радиус ее действия бесконечно большой и в макроскопических масштабах она производит когерентное усиление своего влияния. Так на каждую материальную частицу Земли оказывает одинаправленные (по знаку) гравитационные влияния вся совокупность атомов, из которых она состоит.

Роль гравитации в истории образования и развития нашей планеты главенствующая на всех масштабных уровнях. Этой силой определяется: фигура Земли, дифференциация ее вещества по плотности, приведшая к образованию различных зон (легкой коры, тяжелого ядра и промежуточной по плотности мантии), процессы деформирования земной коры, в результате которых формируются различные структурно-тектонические элементы, изменяется проницаемость геологической среды, и образуются месторождения полезных ископаемых. Влияние силы тяжести на деформирование земной коры впервые экспериментально начал изучать в середине 60-х годов прошлого века Х. Рамберг [1] на моделях. В 1967 г. Дж.Деннис [2] ввел в научный оборот термин «гравитационная тектоника», которым стал определять процесс и результат деформации среды силой тяжести. В 1990 г. была установлена точная функциональная зависимость между потенциалом силы тяжести и компонентами вектора смещения точек среды, обусловленными ее плотностными неоднородностями. На этой теоретической базе был разработан метод тектонофизического анализа поля силы тяжести, позволяющий оценивать основные деформационные характеристики среды: главные значения и главные направления тензора чистой деформации [3]. Этот метод был применен для тектонофизического анализа поля силы тяжести Тагило-Кушвинского железорудного района, основной плотностной неоднородностью которого является гипербазитовый плутон, имеющий субмеридиональное простирание. В его восточном экзоконтакте находятся все месторождения и рудопроявления района. Исходными данными для тектонофизического анализа послужили: петро-плотностная модель плутона; результаты площадной гравиметрической съемки в виде карты изоаномал силы тяжести в редукции Буге масштаба 1:50000.

Результаты, выполненных расчетов, показывают, что поле деформации имеет зональное строение. Первая зона представляет собой полосу шириной 10-15 км, которая простирается в меридиональном направлении вдоль плутона, имея западную границу его восточный край. Первое главное направление здесь ориентировано широтно, второе - меридионально, третье - перпендикулярно к дневной поверхности. Первое и второе главные значения тензора чистой деформации являются растяжениями, третье – сжатием; первое главное значение существенно больше второго. Во второй зоне, которая также простирается в меридиональном направлении, происходит поворот первого и второго главных направлений на  $90^0$  и существенно возрастает второе главное значение; третье главное значение здесь становится наименьшим для всего района.

Из сопоставления планового положения деформационных зон и рудопроявлений, и месторождений следует, что подавляющая часть рудопроявлений находится в первой зоне, все месторождения (Гороблагодатское, Валуевское, Высокогорское, Лебяжинское и другие) находится в первой зоне, незначительная часть рудопроявлений расположены во второй, аномальной зоне.

Это совпадение, которое следует рассматривать как закономерность, является неслучайным. Тектонофизическими исследованиями, выполненными на месторождениях различного генезиса, было установлено особое металлогенетическое значение локальных участков земной коры с аномальными характеристиками их напряженно-деформированного состояния, которыми являются растягивающие деформации (напряжения) и резкие изменения ориентировки главных направлений (осей), величин главных значений тензора деформации по сравнению с общей характеристикой (фоновой) поля деформации исследуемого района. Именно этими свойствами характеризуется вторая зона Тагило-Кушвинского района.

Неоднородное строение зон повышенных деформаций и, соответственно, различие перспектив отдельных частей этих зон, геологи достаточно давно отмечали при полевых исследованиях. Наиболее ценное обобщение эмпирического материала о роли тектоники в размещении полезных ископаемых сделал Херасков Н.П. [4]. Он сформулировал два закона. Первый закон гласит, что при деформации тела в нем возникают участки, «в которых сосредотачиваются преимущественно деформации». Эти участки разделены слабо деформированными блоками. Результаты экспериментов по разрушению образцов горных пород подтверждают эмпирический вывод Хераскова Н.П., только на другом масштабном уровне. Эти же результаты дают физическое обоснование и для второго закона, которым утверждается, что участки повышенного уровня деформаций являются наиболее проницаемыми для рудоносных флюидов.

Анализируя результаты вычисления деформаций и, принимая во внимание эмпирические законы Хераскова Н.П., следует вывод о двухуровневой структуре Тагило-Кушвинского железорудного района. Первый уро-

вень отвечает рудному поясу, характеризующемуся аномальными параметрами поля деформаций. Второй уровень соответствует рудным узлам, в которых находятся крупные месторождения.

Рудопоявления района расположены в основном в полосе, ограниченной с запада плутоном, с востока - аномальной зоной поля деформаций. Резкое различие в пространственном распределении месторождений и рудопоявлений можно объяснить, исходя из особенностей напряженно-деформированного состояния среды в этих частях рудного района.

Плутоны гипербазитов в течение длительного времени обеспечивали стабильную напряженно-деформированную обстановку, способствуя созданию оптимальной для рудообразования, проницаемости геологическое среды во второй зоне.

#### Литература

1. Рамберг Х. Сила тяжести и деформации в земной коре. М.: Недра, 1985. - 337 с.
2. Dennis J.G. International Tectonic Dictionary. Am. Ass/Geol/Met., 1967. - 7 p.
3. Филатов В.В. Теория и практика геодинамического анализа гравитационного поля: на примере рудных районов Урала: дис. докт. геол.-минерал. наук. – Екатеринбург: 1990. - 376 с.
4. Херсаков Н.П. Роль тектоники в изучении закономерностей размещения полезных ископаемых в земной коре // Закономерности размещения полезных ископаемых. Т. 1. – М.: 1958. - С. 14-91.

### ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ РАБОТ В ПРЕДЕЛАХ ИЙСКО-ТАГУЛЬСКОЙ ПЛОЩАДИ (ИРКУТСКАЯ ОБЛАСТЬ)

**М.Н. Гаврилов, М.В. Попов**

Научные руководители профессор Л.Я. Ерофеев, доцент А.Н. Орехов

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

Ийско-Тагульская площадь расположена на территории Нижнеудинского, Тайшетского и Тулунского районов Иркутской области, на границе с Красноярским краем на западе и Бурятией на востоке. Перспективы обнаружения крупных рудоносных объектов в пределах юга Иркутской области весьма велики, прогнозные ресурсы Ийско-Тагульской площади (по данным Роснедр) составляют 7,5 млн тонн никеля, 3,5 млн тонн меди и 750 тонн металлов платиновой группы. Данные наземных геофизических исследований по ряду перспективных на Cu-Ni оруденение участков площади были получены в 2009 г. Работы проводились в масштабе 1:25 000 на четырёх участках – Медэкский, Медвежий Лог, Дергапсы и Желос. В состав комплекса наземных геофизических исследований в пределах Ийско-Тагульской площади входили:

- магнитометрические исследования с расстоянием между профилями 200 м и шагом по профилю - 5 м с использованием портативного протонного магнитометра «МИНИМАГ»;

- магнитовариационные наблюдения осуществлялись магнитометром «МИНИМАГ», установленном в спокойном магнитном поле, с периодичностью 1 мин.;

- съёмка ВП в модификации симметричного электропрофилеирования с определением угла сдвига фазы и кажущегося электрического сопротивления с использованием измерителя «МЭРИ-24» и генератора «АСТРА-100», с расстоянием между профилями 200 м и шагом по профилю - 20 м. Установка А100М40Н100В.

- координатная привязка осуществлялась GPS Garmin GPSmap 60С с шагом 200 м.

Обработка геофизических данных включала стандартную методику [2, 3] и специальную, целью которой было выделение в исходном поле низко- и высокочастотной составляющих.

Анализ результатов геофизических работ производился с позиции априорной физико-геологической модели объекта поисков, для создания которой использовались геолого-геофизические и петрофизические материалы (рис. 1) по рудным объектам, смежной Кингашской площади Красноярского края. Здесь были выявлены основные геофизические критерии перспективности базит-гипербазитовых объектов на Cu-Ni оруденение, в рамках применяемого комплекса [1]:

- интенсивная положительная аномалия магнитного поля изометричной (или близкой к ней формы), имеющая дипольную структуру, то есть сопряжённая с глубоким минимумом;

- пространственная связанность участков повышения и понижения магнитного поля;

- понижение кажущегося удельного электрического сопротивления, повышение поляризуемости в границах магнитной аномалии.

- высокая дисперсия магнитного поля (по результатам наземной магнитной съёмки) при высоких значениях индукции магнитного поля;

Особенности проявления базит-гипербазитовых массивов Кингашской площади в аномалиях индукции магнитного поля и поля кажущейся поляризуемости, перечисленные выше, прослеживаются и на участках исследуемой площади (рис. 2), что подтверждает их перспективность. Однако повышение кажущегося удельного электрического сопротивления сопряжённое с перспективными аномалиями магнитного поля и поляризуемости является отличительной чертой массивов изучаемых участков, может быть обусловлено целым рядом геологических причин и требует детального геолого-геофизического доизучения.

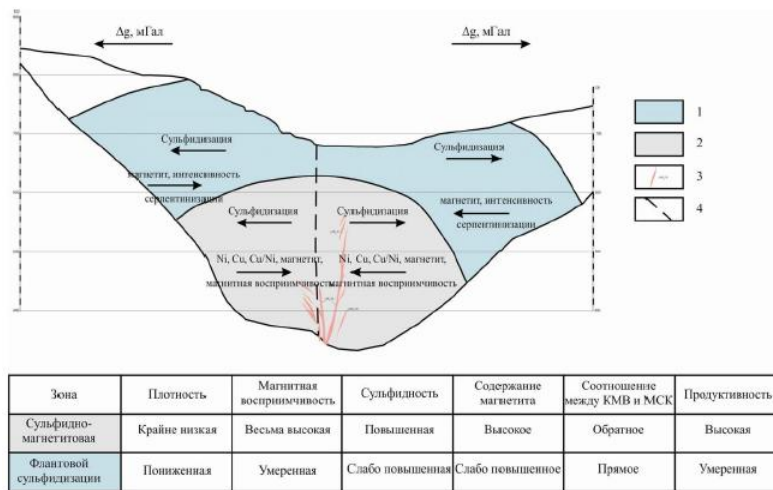


Рис. 1. Петрофизическая зональность Кингашского месторождения 1-зона фланговой сульфидизации; 2 – сульфидно-магнетитовая (центральная) зона; 3 – дайки тушинского комплекса; 4- рудоконтролирующее тектоническое нарушение

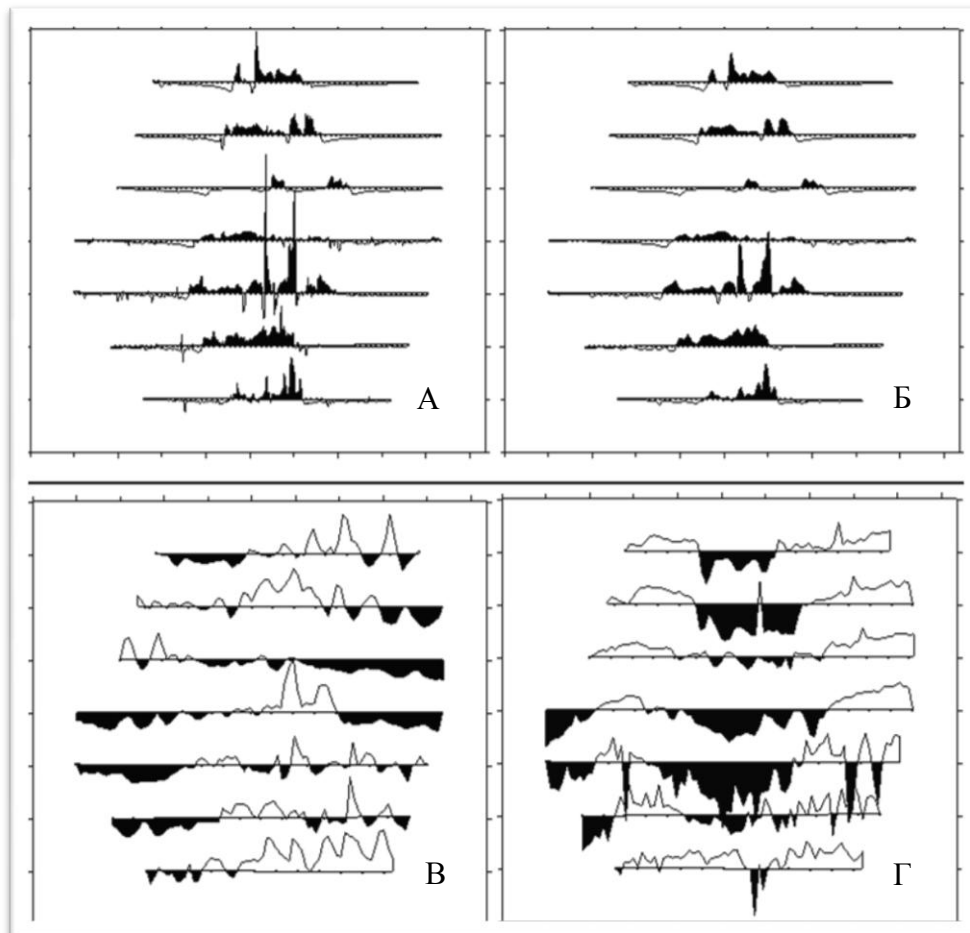


Рис. 2. Результаты наземных геофизических работ в пределах участка "Медек". А - карта графиков приращения магнитной индукции  $\Delta T$ ; Б - карта графиков сглаженных значений приращения магнитной индукции  $\Delta T_{сгл}$ ; В - карта графиков кажущегося удельного электрического сопротивления ; Г – карта графиков угла сдвига фаз  $dF$

## Литература

1. Ерофеев Л. Я., Номоконова Г. Г., Орехов А. Н., Попов М. В. Структура физических полей Кингашского месторождения. // Цветные металлы Сибири -2009. Сборник докладов первого международного конгресса в составе XV международной конференции «Металлургия цветных и редких металлов V симпозиума «Золото Сибири». – Красноярск: 2009. - С . 95-105.
2. Инструкция по магниторазведке - Л.: Недра, 1981.
3. Инструкция по электроразведке - М.: Недра, 1966.

### ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РАЗРЕЗОВ В СВЯЗИ С ИХ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТЬЮ (НА ПРИМЕРЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ КАЙМЫСОВСКОГО СВОДА)

П. И. Гарус

Научный руководитель доцент Г. Г. Номоконова

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

В результате геофизических исследований скважин (ГИС) получают большой объем информации, детально отражающей физико-геологическое содержание разреза. После обязательных литологического расчленения разреза и выделения коллекторов вся работа по интерпретации данных ГИС ограничивается самим коллектором, в то время как детальная, объективная, точная и цифровая геофизическая информация по остальной (большей) части разреза практически остается не востребованной. В настоящей работе сделана попытка выявить, какую полезную геологическую информацию несет геофизический разрез скважины в целом. В соответствии с существом задачи исследовались не только коллекторы, но все породы доступного для изучения интервала разреза.

Исследовались данные ГИС по трем скважинам нефтяного месторождения Каймысовского свода (Томская область). Основным объектом разведки и разработки на месторождении является пласт Ю1-1. В разрезе скважины 63 пласт Ю1-1 нефтенасыщенный, скважины 66 – водонасыщенный. Третья изученная скважина 59 находится за пределами месторождения. Исследовались данные стандартного комплекса ГИС, по которому осуществляется литологическое расчленение разреза и выделение коллекторов: ИК – индукционный каротаж; ПС – каротаж самопроизвольной поляризации; ГК – каротаж естественной радиоактивности; НКТ – нейтронный каротаж по тепловым нейтронам.

Методика исследований основывалась на следующих принимаемых исходных положениях. Во-первых, предметом изучения являются отклонение исследуемого разреза от нормального песчано-глинистого – эпигенетические изменения. Во-вторых, в качестве характеристики неизменности разреза принимается кривая ПС как отражающая его песчаность-глинистость. Для удобства сравнения с кривой ПС кривых остальных методов, данные ГИС были нормализованы относительно величины и интервала изменения показаний конкретного метода в опорных глинистых и песчаных пластах (табл. 1) с использованием уравнения, аналогичного уравнению расчета  $\alpha_{ПС}$  [1]. Кроме того, рассчитывались числовые характеристики и гистограммы распределения значений показаний методов ГИС, корреляционные зависимости между этими значениями.

Таблица 1

Средние значения геофизических параметров пород изученных разрезов месторождения

Показания метода ГИС	ПС, мВ**			ИК, мСм/м			ГК, мкР/час			НКТ, у.е.		
	63	66	59	63	66	59	63	66	59	63	66	59
Разрез скважины												
Глины	<b>34,3***</b>	89,6	107,2	<b>114,2</b>	33,6	191,7	<b>13,2</b>	13,0	14,0	<b>1,35</b>	0,61	1,37
Песчаники	<b>2,5</b>	19,6	68,9	<b>144,3</b>	63,7	205,3	<b>8,3</b>	7,2	9,4	<b>1,68</b>	1,03	1,56
Баженовская свита	<b>30,9</b>	90,6	106,3	<b>0,94</b>	31,1	30,2	<b>77,5</b>	51,1	33,2	<b>2,06</b>	1,39	3,8
Юрские отложения*	<b>04,4</b>	55,6	95,6	<b>114,0</b>	38,4	203,3	<b>11,9</b>	10,6	12,8	<b>1,48</b>	0,89	1,52

\* - без баженовской свиты; \*\* - сопоставление значений ПС между скважинами не вполне корректно; \*\*\*- жирным шрифтом выделены параметры нефтеносного разреза.

Результаты исследования приведены в таблице и на рисунке и сводятся к следующему.

1. В песчано-глинистых разрезах месторождения проявляются сопряженные в пространстве и согласованные по интенсивности изменения геофизических параметров, которые были интерпретированы как зоны карбонатизации и аномально-высокого пластового давления (АВПД). По сравнению с нормализованной кривой ПС зоны карбонатизации выделяются следующими отклонениями относительных показаний других методов (рис.): *карбонатизация* – повышение удельного электрического сопротивления (УЭС) и показаний НКТ (понижение водородосодержания W), понижение показаний ГК; *АВПД* – понижение УЭС и повышение W. Метод ГК на зоны АВПД не реагирует. Принятая модель интерпретации данных ГИС согласуется с опубликованными данными [1].

Зоны карбонатизации и АВПД выявлены в разрезах скважин 63 и 66 (т.е. в границах месторождения) и за пределами месторождения (скважина 59) не наблюдаются. Интенсивность проявления этих эпигенетических процессов возрастает вверх по разрезу, к пласту Ю1-1 и региональному флюидоупору – аргиллитам баженовской свиты (рис.). Пласт Ю1-1 размещается в практически полностью измененных эпигенетическими процессами породах.



2. Изученные разрезы месторождения различаются и по интегральным геофизическим характеристикам песчано-глинистых пород: средние значения, гистограммы распределения, корреляционные зависимости.

По всем геофизическим параметрам разрезы в пределах месторождения более дифференцированы, чем за его пределами, что можно видеть как из сравнения средних значений параметров для глин и песчаников (табл. 1), так и из гистограмм распределения геофизических признаков песчано-глинистого разреза в целом (рис. Б). Как видно из данных рисунка (Б), величина изменения значений ПС увеличивается в таком порядке разрезов: 59<66<63. Иными словами, в разрезах месторождения, особенно в нефтеносных разрезах, песчаники (коллекторы) являются менее глинистыми, а глины (экраны) характеризуются высокими качествами.

Соотношение гистограмм распределения разностных нормированных параметров показывает, что в разрезе нефтеносной скважины преобладает процесс АВПД, а в разрезе водоносной – карбонатизации.

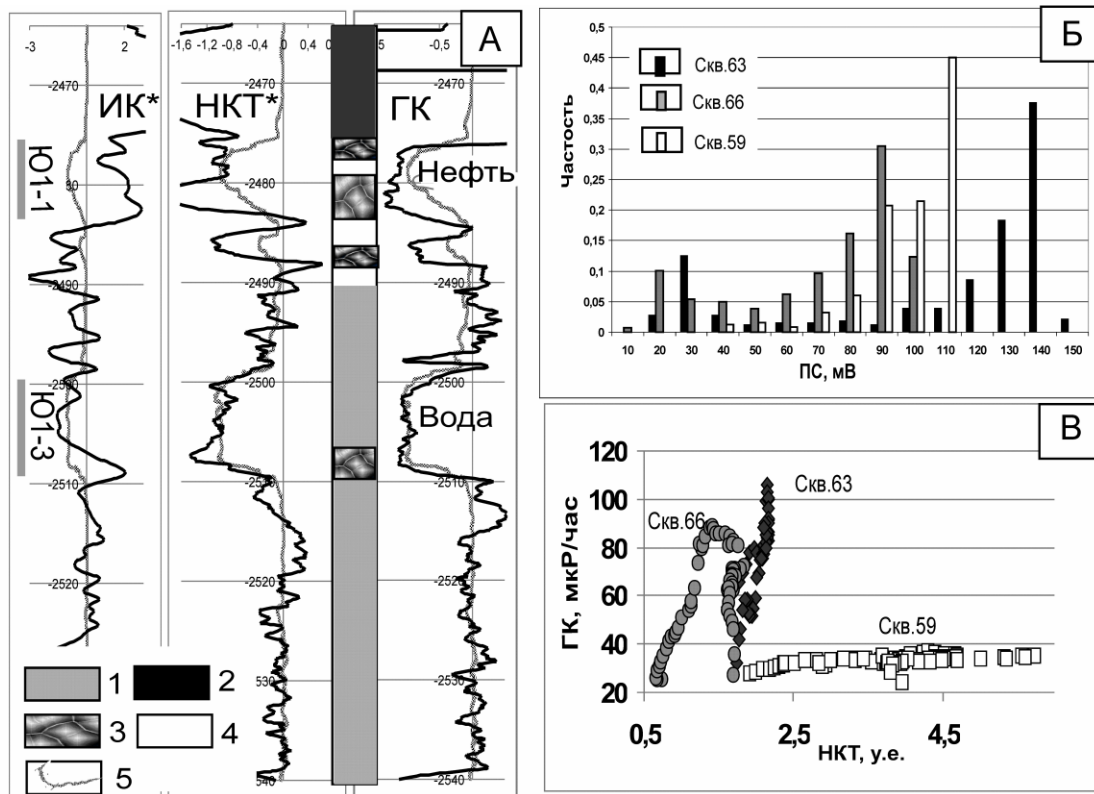


Рис. Результаты геофизических исследований.

- А - Геолого-геофизический разрез месторождения по скважине 63: 1 – нормальный песчано-глинистый разрез; 2 – аргиллиты баженовской свиты; 3 – зоны карбонатизации; 4 – зоны АВПД; 5 – нормированная кривая ПС. ИК\* - показания ИК в форме сопротивления; НКТ\* - в форме W. Б – Гистограммы распределения значений ПС песчано-глинистых пород турского разреза.

3. Аргиллиты баженовской свиты в пределах месторождения отличаются аномально высокими сопротивлением и радиоактивностью (особенно в нефтеносных разрезах), находятся в зоне АВПД.

Повышенные радиоактивность, УЭС и пониженное водородосодержание являются типоморфными свойствами пород баженовской свиты, обусловленными их битуминозностью. Проведенные исследования показывают, что наиболее битуминозны аргиллиты именно в пределах месторождения. Характерно также, что наиболее аномальными радиоактивностью и сопротивлением битуминозные аргиллиты баженовской свиты обладают в нефтеносном разрезе.

Главным аргументом в пользу нахождения аргиллитов баженовской свиты в зоне АВПД является пониженные показания НКТ (табл.1, рис. В), указывающие на повышение в аргиллитах содержания водорода, и что, с учетом битуминозного состава пород, может быть только следствием АВПД. Информативными являются корреляционные зависимости с участием НКТ (рис. В, табл. 2). Нахождение баженовской свиты в зоне АВПД указывают высокие значения коэффициентов уравнений регрессии «ИК-НКТ» в разрезах скважин 63 и 66 (табл.2). Хорошим признаком АВПД является раздвоенность зависимости «ГК-НКТ» для разрезов в пределах месторождения, указывающая на наложенность процесса повышения водородосодержания аргиллитов. По совокупности данных ГИС, геофизическая характеристика пород баженовской свиты (кроме битуминизации) в водоносном разрезе (скв. 66) обусловлена преимущественно АВПД, а в нефтеносном разрезе (скв. 63) – АВПД и карбонатизацией.

Таблица 2

Результаты корреляционного анализа ИК-НКТ изученных разрезов месторождения

Разрез	Характер насыщения пласта	Уравнение регрессии	R <sup>2</sup>
63	Нефть	$ИК = -88,2 \cdot НКТ + 179,5$	0,847
66	Вода	$ИК = -88,4 \cdot НКТ + 154,1$	0,918
59	За пределами месторождения	$ИК = -20,6 \cdot НКТ + 108,6$	0,754

Таким образом, результаты проведенного исследования показывают: что геофизическая характеристика разрезов месторождения в значительной части обусловлена эпигенетическими процессами, в том числе связанными с формированием месторождения, а в геофизических данных содержится гораздо больше полезной информации, чем следует из стандартного комплекса задач, стоящих перед ГИС.

### АНАЛИЗ ДАННЫХ ПРОМЫСЛОВО-ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ЗАПАДНО-ОСТАНИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (ЗАПАДНАЯ СИБИРЬ)

Г.К. Герасимович<sup>1</sup>, А.С. Ошлакова<sup>2</sup>

Научный руководитель профессор Л.Я. Ерофеев<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

<sup>2</sup> *ОАО «ТомскНИПИнефть», г. Томск, Россия*

В последнее время в разработку вовлекается все больше месторождений с трудноизвлекаемыми запасами и большинство из них находятся на поздней стадии разработки (выработка превышает 50 %). Подход к решению наиболее актуальных задач при разработке залежей углеводородов, особенно на поздних стадиях разработки, подразумевает в первую очередь внедрение и применение методик мониторинга текущего состояния месторождений, а также оценки эффективности применяемых технологий с целью дальнейшего планирования работ по повышению добычи углеводородов.

Таким образом, технологию добычи нефти нельзя выбирать без основательного изучения продуктивного пласта и технического состояния скважины. Одним из главных способов получения информации является проведение промыслово-геофизических исследований (ПГИ) скважин.

Целью данной работы является анализ выработки запасов углеводородов на примере Западно-Останинского месторождения. Для этого использовались следующие методы:

- оценка достаточности и эффективности проведенных исследований;
- определение текущего состояния разработки объекта и изучение влияния совместной эксплуатации залежей пластов с помощью данных потокометрии (СТД - термоэлектрическая и РГТ - гидродинамическая расходомерии);
- оценка изменения нефтенасыщенности во времени.

Контроль за разработкой Западно-Останинского месторождения осуществляется с 1989 г. Продуктивным является горизонт Ю<sub>1</sub> (Ю<sub>1</sub><sup>1</sup>, Ю<sub>1</sub><sup>2</sup>, Ю<sub>1</sub><sup>3</sup>, Ю<sub>1</sub><sup>4</sup>). Основная залежь приурочена к пласту Ю<sub>1</sub><sup>1</sup>, в котором сосредоточено около 90 % балансовых запасов нефти месторождения. Многообразие взаимоотношений между отдельными слоями данного пласта создает довольно сложную гидродинамическую систему в пределах месторождения.

В основной комплекс исследований входят следующие методы: термоэлектрическая и гидродинамическая расходомерия, термометрия, плотнометрия, влагометрия, резистивиметрия, шумометрия, локация муфтовых соединений, радиоактивные методы (гамма-метод, нейтронный метод, временные исследования метода радиоактивного каротажа, акустический контроль цементирования, гамма-гамма цементометрия). Проведенный комплекс позволяет определить: интервалы притока и приемистости, источники обводнения, состав флюида по стволу скважины, места затрубной циркуляции и места негерметичности колонны, положение текущего водонефтяного контакта, техническое состояние скважины и местоположение интервалов перфорации, эксплуатационные характеристики объектов разработки, а также в комплексе с геофизическими методами в необсаженных скважинах оценить характер и степень выработки пластов.

Таблица

Количество проведенных промыслово-геофизических исследований

Вид исследования	Кол-во
Источник обводнения	22
Профиль приёмистости	98
Профиль притока	126
Тех. состояние э/колонны	61
Временные замеры РК	15
Динамический уровень	17
Место прихвата	3
Итого	342

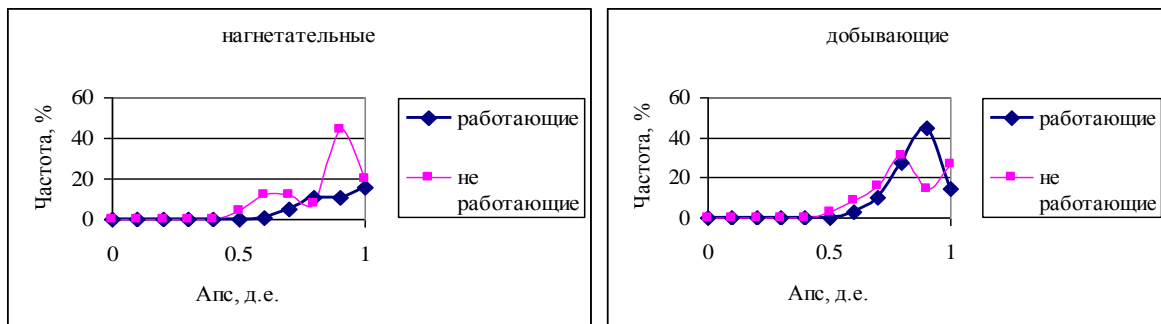
Исходя из фонда пробуренных скважин и количества исследований, охват исследованиями за весь период разработки составляет всего 76 % (см. табл.), в то время как необходимо проводить ПГИ ежегодно в 50 % действующего фонда скважин [1]. На других месторождениях Западной Сибири также проводится очень малое количество исследований для получения полной информации.

Анализ результативности промыслово-геофизических методов показал, что 36 % исследований не выполняют поставленных задач по ряду причин, а именно: перекрытие интервала перфорации осадком и насосно-компрессорными трубами, дебит или приемистость пластов ниже порога чувствительности прибора, не прохождение зонда в зону исследования и недостаточная глубина зумпфа. Охват исследованиями пластов Ю<sub>1</sub><sup>2</sup>, Ю<sub>1</sub><sup>3</sup> и Ю<sub>1</sub><sup>4</sup> недостаточен, поэтому только по пласту Ю<sub>1</sub><sup>1</sup> проведен анализ выработки запасов.

По данным потокометрии построены карты коэффициентов работающих толщин Кр.т. и коэффициентов охвата воздействием Ко.в., которые свидетельствуют об неиспользуемом потенциале продуктивности скважин. Работающие толщины по РГТ и СТД практически идентичны и совпадают с перфорированными нефтенасыщенными зонами улучшенных коллекторских свойств, выделенных по радиоактивным методам каротажа и кривой самопроизвольной поляризации. Наибольшие Кр.т. и Ко.в. добывающих и нагнетательных скважин приурочены к центру западной части месторождения.

Для того чтобы оценить значения относительной амплитуды поля самопроизвольной поляризации (Апс), при которых фиксируется приток, было проведено сопоставление значений относительной амплитуды поля самопроизвольной поляризации работающих и не работающих интервалов. На рисунке видно, что для добывающих скважин выявляется следующая закономерность: если Апс > 0,75 д.е., то вероятно из интервала будет приток и наоборот. В нагнетательных скважинах большое количество не принимающих пропластков имеют хорошие свойства Апс > 0,75.

Также полученные зависимости коэффициентов Кр.т. и Ко.в. от частоты совпадают, следовательно, можно утверждать о высокой (практически 100 %) степени вскрытия эффективных нефтенасыщенных пластов перфорацией. По профилям выработки видно, что в первую очередь вырабатываются высокопроницаемые пропластки. Следует отметить, что остаются слабо вовлеченными в разработку интервалы с ухудшенными коллекторскими свойствами, кровельные и подошвенные части пластов. Эти интервалы, как правило, характеризуются невысокими фильтрационными свойствами (коэффициент проницаемости 3 - 5 мД и коэффициент нефтенасыщенности 0,4 - 0,5 д.е., при глинистости 9 - 15 %).



**Рис. Зависимость частоты работающих и не работающих интервалов от относительной амплитуды поля самопроизвольной поляризации для нагнетательных и добывающих скважин**

В результате проведенных исследований установлено, что выполняемый комплекс ПГИ позволил определить работающие и заводняемые толщины по пласту Ю<sub>1</sub><sup>1</sup>. Сопоставление коэффициентов работающих толщин по скважинам с заколонными перетоками и без них показывает, что в нагнетательных скважинах при формировании перетока наблюдается фиктивный рост коэффициента работающих мощностей, а в добывающих скважинах наличие перетока приводит к снижению коэффициентов работающих мощностей.

При анализе скважин, переведенных на совместную эксплуатацию горизонта Ю<sub>1</sub> выявлено, что дающим приток является только верхний из перфорированных пластов. Это характерно даже для скважин, где перфорацией вскрыты пласты Ю<sub>1</sub><sup>1</sup> и Ю<sub>1</sub><sup>2</sup>, которые имеют одинаковые средневзвешенные фильтрационно-емкостные свойства (коэффициент пористости - 16,4 % и коэффициент проницаемости - 22,3 мД). Поэтому в дальнейшем для эффективной добычи перфорацию необходимо начинать с нижних продуктивных пластов и только после прекращения притока поочередно приобщать к работе вышележащие.

В ходе разработки Западно-Останинского месторождения по пласту Ю<sub>1</sub><sup>1</sup> увеличивается насыщение водой, что существенно затрудняет количественную оценку нефтенасыщенности по данным электрометрии. В связи с этим, выделение заводненных коллекторов возможно лишь при поинтервальном сопоставлении геолого-геофизических характеристик ближайшего окружения скважин с различными датами каротажа. Так как с 1995 г. было пробурено только 7 скважин в 2007 г. Из них 6 - боковые стволы, по которым невозможно проводить сопоставление. Единственная скважина со стандартным комплексом, пробуренная в 2007 г., находится около внешнего контура нефтенасыщенности и далеко от имеющегося фонда скважин, поэтому сопоставления изменения со временем электрометрии по новым данным невозможно. Таким образом, для оценки характера насыщения пла-

стов и установления основных закономерностей заводнения залежей, рекомендуется проводить специальные исследования: импульсный нейтрон-нейтронный, углеродно-кислородный методы и наноэлектрокаротаж в обсаженном стволе [2].

#### Литература

1. Ипатов А.И., Кременецкий М.И. Геофизический и гидродинамический контроль разработки месторождений углеводородов. – М.: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика»; Институт компьютерных исследований, 2005. – С. 107 – 126.
2. Кузнецов Г.С., Леонтьев Е.И., Резванов Р.А. Геофизические методы контроля разработки нефтяных и газовых месторождений. – М.: Недра, 1991. – С. 81 – 126.

### ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ДИАГРАММ ВЫСОКОЧАСТОТНОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО КАРОТАЖА И БОКОВОГО КАРОТАЖНОГО ЗОНДИРОВАНИЯ НА ПРИМЕРЕ ДАННЫХ ЗАПАДНО-ЛУГИНЕЦКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

М.Н. Глущенко

Научный руководитель доцент А.Ю. Соболев

*Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН,  
г. Новосибирск, Россия*

Нефтеносные коллектора Томской области, и, в частности, коллектора Западно-Лугинецкого месторождения характеризуются аномально низкими значениями сопротивления. При стандартном подходе пласты с низким удельным электрическим сопротивлением ( $\rho_n = 3,5-5,5$  Ом·м) интерпретируются как водонасыщенные. Однако известно немало случаев получения притоков безводной нефти из верхнеюрских коллекторов. Причиной аномальности промыслово-геофизических характеристик нефтенасыщенных пластов, оцениваемых как водонасыщенные из-за низких значений электрического сопротивления, является присутствие в породах минералов-полупроводников, которые представлены сульфидами, окислами титана и железа. Среди сульфидов, представленных пиритом, марказитом, мельникитом и пиритом, наибольшее распространение в отложениях данного месторождения имеет пирит. Наибольший интерес представляют тонкодисперсные образования пирита в виде сыпи на зернах и нефти, а так же пленок по периферии пор, заполненных нефтью. Такие ассоциации нефти и пирита приурочены обычно к нижней части пласта, где повышается содержание остаточной воды (до 40 %), а на обломочных зернах, выходящих в поровое пространство, кристаллизуется тонкодисперсный пирит, вследствие восстановительного характера среды при заполнении пор нефтью. Остаточная вода и пирит создают замкнутую цепь, хорошо пропускающую электрический ток, при этом на записях электрокаротажных диаграмм регистрируется пониженное удельное электрическое сопротивление (УЭС) [1]. Это не позволяет достоверно определять характер насыщения по результатам стандартной интерпретации данных электрических или электромагнитных методов. Привлечение разных методов ГИС для комплексной интерпретации приводит к значительному повышению качества и достоверности извлекаемой информации о свойствах геологических сред, позволяет более детально изучить строение зоны проникновения и в конечном итоге оценить характер насыщения.

Проведена детальная интерпретация данных скважины Западно-Лугинецкого месторождения Томской области. Сначала в нефтенасыщенных пластах с УЭС менее 5 Ом·м и водонасыщенных пластах с УЭС более 4 Ом·м независимо проведена инверсия данных высокочастотного индукционного каротажного изопараметрического зондирования (ВИКИЗ) и бокового каротажного зондирования (БКЗ). Каждый из методов имеет свои преимущества и ограничения. ВИКИЗ обладает большей чувствительностью к областям низкого сопротивления, при этом УЭС при скважинной промытой высокоомной зоны не всегда определяется достоверно. БКЗ обладает недостаточной чувствительностью к окаймляющей зоне пониженного сопротивления, но имеет лучшую чувствительность к областям высокого сопротивления. При традиционной раздельной инверсии данных ВИКИЗ и БКЗ возникают наборы эквивалентных моделей, удовлетворяющих одним и тем же экспериментальным данным. Данным БКЗ удовлетворяет модель с повышающим проникновением (рис. 1), а данным ВИКИЗ – модель с понижающим проникновением (рис. 2).

Совместная инверсия данных ВИКИЗ и БКЗ позволяет значительно уменьшить область эквивалентных моделей, уточнить параметры среды, и, особенно, зоны проникновения [3]. При раздельной инверсии по этим двум методам получили модели с понижающим (БКЗ) и повышающим проникновением (ВИКИЗ), а совместная инверсия (рис. 3) показала наличие двух зон: промытой и окаймляющей, как для нефтенасыщенных пластов, так и для части пластов, ранее интерпретированных как водонасыщенные. Гидродинамическое моделирование процессов фильтрации [2] показывает, что сложный профиль распределения УЭС в окоскважинном пространстве, и в частности сложная зона проникновения, состоящая из высокоомной (промытая зона) и низкоомной (окаймляющая зона) частей, проявляется только в случае содержания в пласте двух разных флюидов – воды и нефти. Следовательно, пласт (рис. 1-3) должен быть проинтерпретирован как нефтенасыщенный, несмотря на низкие значения сопротивления.

В других пластах с теми же значениями УЭС (рис. 4) по данным ВИКИЗ, БКЗ и в результате совместно моделирования получается одинаковая модель с понижающим проникновением, что позволяет интерпретировать такие пласты как водонасыщенные.

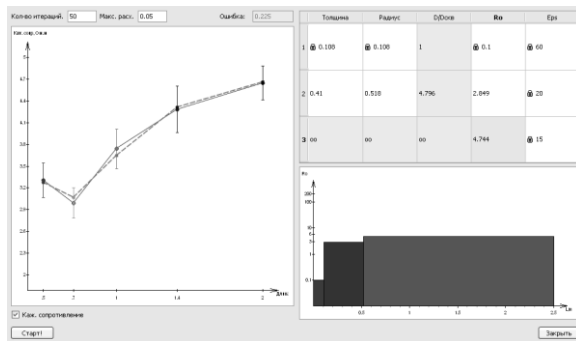


Рис. 1. Модель с понижающим проникновением по данным БКЗ, пласт 1 (нефть + вода)

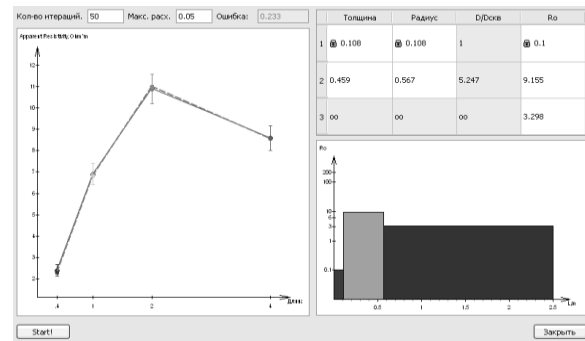


Рис. 2. Модель с повышающим проникновением по данным ВИКИЗ, пласт 1 (нефть + вода)

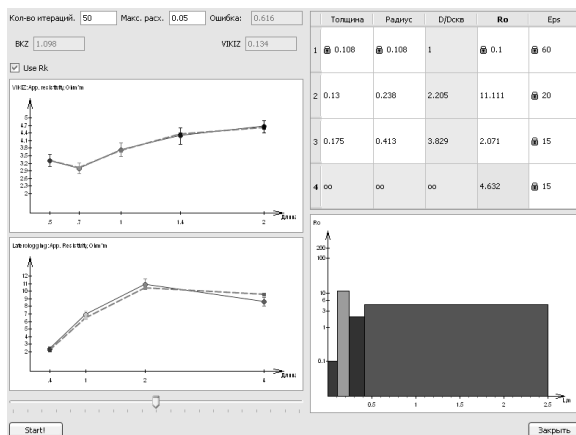


Рис. 3 Совместная модель по данным ВИКИЗи БКЗ, пласт 1(нефть+вода)

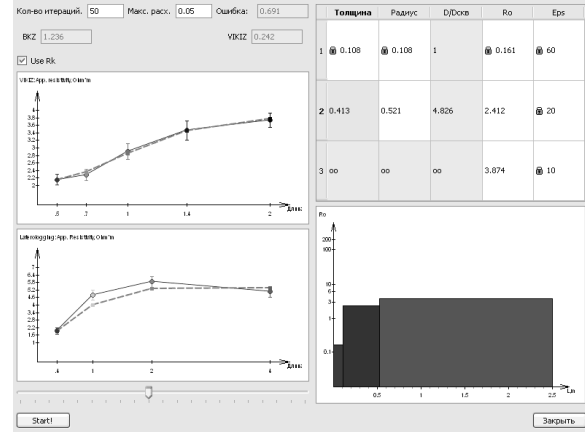


Рис. 4. Совместная модель по данным ВИКИЗ и БКЗ, пласт 2 (вода)

Таким образом, возможна оценка характера насыщения коллекторов по характеру распределения УЭС в окколоскважинном пространстве, даже если по значениям сопротивлений они не различаются.

#### Литература

1. Ежова А.В. Определение характера насыщения низкоомных коллекторов на примере нефтяных месторождений Томской области // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. – 2007. – №12. – С. 11-14.
2. Ельцов И.Н., Кашеваров А.А., Эпов М.И. Обобщение формулы Арчи и типы радиального распределения УЭС в прискважинной зоне // Геофизический вестник. – 2004. – № 7. – С. 9-14.
3. Игнатов В.С., Малеева Л.В. Совместная интерпретация данных БКЗ и ВИКИЗ // Каротажник. – 2008. – Вып.168. – С. 42-50.

### ВЫЯВЛЕНИЕ И АНАЛИЗ ПЕТРОФИЗИЧЕСКИХ НЕОДНОРОДНОСТЕЙ КОЛЛЕКТОРОВ МЕСТОРОЖДЕНИЯ НИЖНЕВАРТОВСКОГО НЕФТЕГАЗОНОСНОГО РАЙОНА

Б. А. Дармаев

Научный руководитель доцент Г. Г. Номоконова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Основными свойствами коллекторов нефти и газа являются пористость и проницаемость, характеризующие способность коллектора вмещать и фильтровать через себя жидкие и газообразные флюиды. В показателях геофизических методов при исследовании разведочных и необсаженных эксплуатационных скважин находит отражение лишь пористость. Проницаемость определяется из корреляционных зависимостей между пористостью и проницаемостью, которые измеряются в лабораторных условиях. Достоверность таких определений зависит от того, насколько однородным является пласт в отношении этих параметров и, следовательно, насколько применимо петрофизическое уравнение, полученное в эталонных разрезах месторождения, к конкретному исследуемому разрезу.

Изучены верхнеюрский и ачимовский горизонты Кетовского нефтяного месторождения по разрезам 19-ти скважин. Ачимовские пласты (Ач) представлены чередованием песчаников, алевролитов и глинистых пород. Пласт Ю1-1 является основным нефтеносным объектом на месторождении. Коллекторы - преимущественно полимиктовые песчаники, реже – алевролиты.

Анализировались петрофизические параметры пластов Ю1-1 и Ач, характеризующие фильтрационно-емкостные свойства коллекторов: коэффициент проницаемости ( $K_{np}$ ), коэффициенты открытой ( $K_{no}$ ) и эффективной ( $K_{n.эф}$ ) пористости:

$$K_{n.эф} = K_{no} \cdot (1 - K_{во}),$$

где  $K_{во}$  – коэффициент остаточной водонасыщенности.

В практике геолого-геофизических работ для определения проницаемости по пористости используется статистическая модель вида:

$$\lg K_{np} = a \cdot K_n + b,$$

где  $a$  и  $b$  – коэффициенты уравнения линейной регрессии.

Теоретическая модель зависимости между проницаемостью и пористостью описывается уравнением Козени-Кармена [1]:

$$\lg K_{np} = \frac{K_{no} \cdot (1 - K_{во})}{4 \cdot f \cdot T^2} \cdot r^2,$$

где:  $r$  – эффективный гидравлический радиус поровых каналов;  $f$  – коэффициент, учитывающий отличие формы сечения поровых каналов от круговой;  $T$  – гидравлическая извилистость поровых каналов.

Таблица

Результаты корреляционного анализа в системе «пористость-проницаемость»  
(5 разрезов Кетовского месторождения)

Разрез	$\lg K_{np}=f(K_{n.эф})$			$\lg K_{np}=f(K_{no})$			$K_{no},$ %	$K_{n.эф},$ %	$K_{np},$ мД
	$R^2$	$a$	$b$	$R^2$	$a$	$b$			
Пласт Ю1-1									
38-р	0,999	16,261	0,638	0,986	22,739	2,850	21,46	16,41	129,28
44-р	0,945	21,714	1,050	0,943	23,921	3,105	15,94	8,09	7,38
47-р	0,794	14,974	0,847	0,655	12,238	1,842	16,3	6,68	1,57
55-р	0,705	12,853	0,719	0,448	8,165	1,342	16,26	5,48	1,20
52-р	0,678	7,686	0,505	0,654	5,221	0,921	15,5	5,09	0,79
Пласты Ач									
38-р	0,887	21,379	1,645	0,313	15,473	2,842	17,6	7,14	0,86
44-р	0,798	20,784	1,444	0,033	5,249	0,593	18,20	8,69	2,89
47-р	0,928	36,225	1,707	0,042	-4,381	0,119	14,60	2,62	0,25
55-р	0,892	12,474	0,952	0,499	8,905	1,649	17,84	7,15	0,89
52-р	0,660	12,860	0,950	0,000	-0,120	0,167	16,32	5,94	0,66

Как видно из уравнения Козени-Кармена, кроме как от пористости, проницаемость зависит от размера пор ( $r$ ), а также от глинистости коллектора, которая определяет сложность геометрии порового пространства ( $f$ ,  $T$ ) и степень гидрофильности коллектора ( $K_{во}$ ). Следовательно, от глинистости и размера пор будут зависеть коэффициенты уравнения линейной регрессии. Кроме того, в соответствии со смыслом коэффициентов линейного уравнения, коэффициент « $a$ » можно интерпретировать как чувствительность проницаемости к изменению пористости, а коэффициент « $b$ » - как некоторую минимальную проницаемость ( $\lg K_{np}$ ), выше которой находятся реальные значения этого параметра.

Результаты корреляционного анализа петрофизических данных пластов Ю1-1 и Ач приведены в таблице, на рис. 1 и 2 и сводятся к следующему.

1. Исследованные пласты (Ач и Ю1-1) Кетовского месторождения обладают близкими емкостными свойствами, но существенно различаются по фильтрационным свойствам. Последнее проявляется как в значительно большей проницаемости пласта Ю1-1 (табл.), так и в корреляционных зависимостях «пористость-проницаемость»:

$$\text{Ю1-1: } \lg K_{np} = 21,84 K_{no} - 3,189 \quad (R^2 = 0,679); \quad \text{Ач: } \lg K_{np} = 16,69 K_{no} - 2,938 \quad (R^2 = 0,679).$$

В зависимостях  $\lg K_{np}$ -  $K_{n.эф}$  теснота связи увеличивается для обоих пластов ( $R^2$  превышает 0,9), но поле точек пласта Ю1-1 по-прежнему находится выше поля точек пласта Ач. Чувствительность проницаемости к изменению  $K_{n.эф}$  у пласта Ю1-1 понизилась (в сравнении с  $K_{no}$ ), а у пласта Ач – повысилась.

Полученные закономерности позволяют предложить преобладающие (кроме пористости) причины изменения проницаемости коллектора. В ачимовских пластах – это изменение глинистости коллектора, в пласте Ю1-1 – размер пор. Существенное влияние размера пор на проницаемость коллектора пласта Ю1-1 начинает проявляться при пористости выше 17% и является основной причиной изменения обоих коррелируемых параметров при пористости выше 20% (рис. 2).

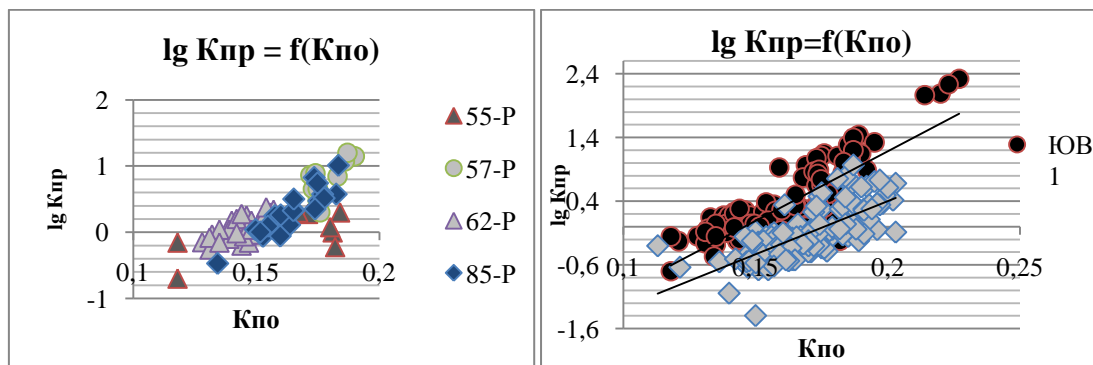


Рис. 1. Петрофизическая неоднородность пласта Ю1-1.

Рис. 2. Отличие пластов Ю1-1 и Ач в поле корреляции  $lgKnp-Kпо$ .

2. Исследованные пласты Кетовского месторождения внутренне неоднородны, что проявляется в различных их петрофизических характеристиках в разных разрезах (табл., рис.1). В первую очередь это касается средних значений проницаемости, коэффициентов уравнений « $lgKnp-Kп$ », различий этих коэффициентов и  $R^2$  у зависимостей для пористости открытой и эффективной и, как следствие, преобладающих причин изменения проницаемости. По совокупности признаков наиболее неоднородным является пласт Ю1-1, являющийся основным объектом разработки на месторождении.

В разрезах скважин 38-р и 44-р пласт Ю1-1 характеризуется относительно высокой проницаемостью, высокой чувствительностью проницаемости к изменению пористости и высокими значениями достоверности аппроксимации для обоих уравнений (табл.). В этих разрезах пласт однороден по глинистости, а основной причиной изменения и пористости, и проницаемости является изменяющийся размер пор. По уравнению « $lgKnp-Kп$ » пласт в разрезах практически не различается. Судя по остальной информации таблицы, пласт Ю1-1 в разрезе скважины 38-р менее глинистый (более гидрофобный).

В разрезах скважин 47-р и 55-р пласт Ю1-1 менее проницаемый, чем в разрезах скважин 38-р и 44-р, характеризуется большим различием между коэффициентами открытой и эффективной пористостями, существенно меньшей чувствительностью проницаемости к изменению пористости. В уравнениях « $lgKnp-Kп.эф$ » значения  $R^2$  выше, чем в уравнениях « $lgKnp-Kп$ », но остаются относительно невысокими для обоих уравнений. Очевидно, что пласт в этих разрезах характеризуется повышенной и переменной глинистостью. Невысокие значения коэффициента достоверности аппроксимации  $R^2$  в уравнениях для эффективной пористости указывает на то, что на значения параметров коллектора, которые в уравнении Козени-Кармена определяют сложность геометрии порового пространства ( $f, T$ ), кроме глинистости влияет другая причина, скорее всего карбонатность коллектора. Иными словами, пониженная проницаемость коллекторов пласта Ю1-1 в разрезах скважин 47-р и 55-р связана с его глинистостью и, вероятно, карбонатностью.

Таким образом, петрофизические уравнения типа  $lgKnp-Kп$  являются эффективным критерием выявления неоднородности коллектора, в интегральном виде отражающим ее причины. Исследованные пласты Кетовского месторождения неоднородны в отношении фильтрационных свойств, и для них при определении проницаемости по пористости необходимо предварительно проводить анализ применимости конкретных петрофизических уравнений к геолого-геофизическим реалиям исследуемого разреза. Исходные материалы и технологию такого анализа еще предстоит разработать.

#### Литература

1. Добрынин В.М., Вендельштейн Ю.Ю., Кожевников Д.А. Петрофизика. – М.: Недра, 1991. – 368с.

### АНАЛИЗ АКТИВИРОВАННЫХ ДОЛГОЖИВУЩИХ НУКЛИДОВ В ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ОЗ. ХУБСУГУЛ (МОНГОЛИЯ) МЕТОДАМИ НЕЙТРОННО-АКТИВАЦИОННОЙ ГАММА-СПЕКТРОМЕТРИИ Ю.С. Иванов

Научный руководитель доцент М.А. Федорин  
Новосибирский государственный университет, г. Новосибирск, Россия

Метод нейтронно-активационной гамма-спектрометрии традиционно используется в геофизике для определения концентраций элементов в геологических объектах. Особенностью наших экспериментов явилось использование портативного сцинтилляционного и стационарного лабораторного полупроводникового гамма-спектрометров для измерения активностей долгоживущих изотопов (период полураспада более 100 дней) в микронавесках донных осадков озера Хубсугул, облученных в Томском исследовательском реакторе в апреле 2005 г. Большинство активированных на тот момент изотопов, имея малые периоды полураспада, уже распалось; оставшихся долгоживущих нуклидов не так много, их гамма-линии почти не перекрываются даже при измерениях, проведенных сцинтилляционным детектором (гамма-спектрометр МКС-АТ6101Д с кристаллом NaI: диаметр и высота 63 мм, энергетическое разрешение  $dE/E \cdot 100\%$  прибора составляет 9,5 % по линии 662 кэВ). Спектры с

гораздо более высоким энергетическим разрешением (~0,25 эВ) для пика фотопоглощения с энергией 604 КэВ) были получены с использованием полупроводникового спектрометра с детектором из особо чистого германия (БДЕГ-ОГК-3, объем детектора 70 см<sup>3</sup>).

Исследуемые образцы были отобраны из бурового керна KDP-01, добытого из донных отложений оз. Хубсугул, Монголия [1]. Целью измерений является изучение геохимии некоторых редких элементов в донных отложениях оз. Хубсугул при смене условий седиментации, неоднократно происходивших в позднем плейстоцене, как было показано в предыдущих исследованиях [1, 2].

Первая серия измерений, в ходе которой в общей сложности было произведено 37 измерений (33 образца керна, 3 геологических стандарта и фон естественно излучения) была выполнена сцинтилляционным детектором. Вес каждого образца составлял всего ок. 35 мг, тем не менее, каждое измерение продолжительностью 20-30 мин позволило получить статистически значимые пики следующих изотопов: Co-60 ( $E_{\gamma}=1173$  и 1333 кэВ), Eu-152 ( $E_{\gamma}=344$  и 964 кэВ), Cs-134 ( $E_{\gamma}=604$  и 795 кэВ). Концентрации Co, Eu, Cs по измеренным активностям линий активированных нуклидов в образцах были оценены с помощью калибровочных зависимостей. Для калибровки использованы результаты измерений геологических стандартов БИЛ-1 (типичный байкальский ил), СДО-1 (терригенная глина) и СИ-3 (полевошпатсодержащий доломит), облученных вместе с пробами хубсугульских осадков.

Аналогичные измерения для всех образцов, геологических стандартов и для фонового излучения были проведены с использованием полупроводникового спектрометра. Для подсчета концентраций Co, Cs и Eu использовались пики фотопоглощения с теми же энергиями, что и при сцинтилляционных измерениях. Проведенный статистический тест Стьюдента на наличие систематических отличий между совокупностью сцинтилляционных и полупроводниковых измерений показал завышение концентраций Cs по сцинтилляционным измерениям. Причиной систематической ошибки оказалась неустраненная добавка фона рассеянного излучения в сцинтилляционные фотопики. В дальнейшем для устранения погрешности будет моделироваться «фоновая линия» каждого измерения. Полученные концентрации Eu были сопоставлены с опубликованными ранее [2], данные хорошо согласуются, величина невязки составила в среднем 7 %.

Точность полученных данных свидетельствует о целесообразности использования сцинтилляционного прибора для измерений «охлажденных» после активации образцов, выигрывая за счет дешевизны и простоты измерений относительно более дорогостоящих и трудоемких экспериментов с полупроводниковым детектором.

Сопоставив глубину керна с возрастом [1], мы получили оценку средней скорости осадконакопления в керне Хубсугульских отложений – 53 мм за тыс. лет. Используя это значение, рассчитаны ориентировочные возраста всех образцов донных отложений и распределение концентраций элементов за геологический период, соответствующий возрасту керна. Была предложена интерпретация получившихся распределений с точки зрения изменения климатических условий в геологическом прошлом. Корреляция распределения концентраций элементов с распределением в геологическом прошлом температуры (по данным изотопного соотношения водорода) и концентрации CO<sub>2</sub> в ледяном керне «Восток» указывает на общее повышение концентраций Cs, Eu, Co в хубсугульских осадках при увеличении глобальных ледниковых покровов.

#### Литература

1. Fedotov A., Kazansky A.Y., Tomurhuu D., Matasova G., Ziborova G., Zheleznyakova T., Vorobyova S., Phedorin M., Goldberg E., Oyunchimeg T., Narantseteg T., Vologina E., Yuldashev A., Kalugin I., Tomurtogoo O., Grachev M. A 1-Myr Record of Paleoclimates from Lake Khubsugul, Mongolia. *Eos.* - Vol. 85 - No. 40 (5 October 2004). - pp. 387 - 390.
2. Федорин М.А., Федотов А.П., Саева О.П., Бобров В.А.. Изменения условий среды внутриконтинентальной Азии за последний 1 млн. лет в высокоразрешающих геохимических летописях из донных осадков оз. Хубсугул (Монголия) // ДАН. – 2007. - Т.417А. - №9. - С.1416-1420.

#### МАГНИТОАКУСТИЧЕСКАЯ ЭМИССИЯ ПРИРОДНЫХ ФЕРРОМАГНЕТИКОВ.

**С.В. Иванченко**

Научный руководитель доцент В.Б. Виноградов

*Уральский государственный горный университет, г. Екатеринбург, Россия*

В 1919 г. немецкий физик Баркгаузен обнаружил, что при перемагничивании ферромагнетика, помещенного в катушку, происходит скачкообразное образование электромагнитных волн. Это явление получило название эффекта Баркгаузена, и объяснялось тем, что образец обладал доменной структурой. А в 1924 году Хипс обнаружил, что при перемагничивании ферромагнетика, помимо скачков Э.Д.С. в намотанной на образец катушки, происходит образование акустического шума. В результате чего, каждый скачок является источником механических колебаний всего образца. Это явление получило название магнитоакустической эмиссии и объяснялось тем, что магнитострикция в образце также менялась скачкообразно.

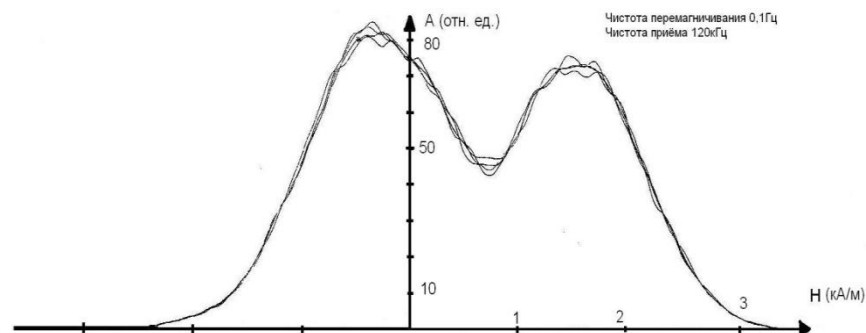
На основе многочисленных экспериментов выяснилось, что явление магнитоакустической эмиссии связано с двумя процессами: смещением доменных границ и вращением векторов магнитных моментов. При необратимых смещениях на 90° доменных границ происходит магнитострикционная деформация, которая также происходит скачкообразно.



Природные ферримагнетики, к которым относится магнетит ( $\text{FeO}\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), кристаллизуясь в различных термодинамических и физико-химических условиях, в своём химическом составе и магнитной структуре несут генетическую информацию об этих условиях. Типоморфные особенности магнетита широко используются при решении задач рудно-формационного анализа.

Активное развитие геомагнитных исследований для изучения сейсмотектонических процессов по изменению величины магнитного поля основано на том, что на структурно-чувствительные магнитные характеристики природных ферримагнетиков оказывает влияние целый ряд факторов: изменение температуры в земной коре; химические превращения; изменение упругих напряжений, отражающих различные тектонические проявления. Совокупное влияние этих факторов приводит к изменению энергетического состояния природного ферримагнетика и, соответственно, к изменению положения доменных границ, конфигурация которых обуславливает магнитную структуру. Изменение последней связано с возникновением упругих, тепловых, электрических и других явлений в ферримагнетиках.

Открытие явления пьезоэффекта, позволившего создать новое оборудование для измерения акустического сигнала в 1974 г. [1], дало мощный инструмент изучения внутреннего состояния ферромагнетика и особенностей процесса его перемагничивания. При исследовании перемагничивания ферромагнетиков различают электромагнитный эффект Баркгаузена и акустическую эмиссию Баркгаузена (магнитоакустическая эмиссия) [2]. Причем магнитоакустическая эмиссия не всегда сопровождается скачками Баркгаузена и, наоборот, скачки Баркгаузена не всегда сопровождаются магнитоакустической эмиссией. Источником магнитоакустической эмиссии при перемагничивании ферромагнетиков, по современным представлениям, являются локальные участки магнитоакустических деформаций, происходящих при перестройке доменных границ. Возникающие упругие колебания имеют довольно широкий диапазон частот и могут быть зарегистрированы с помощью пьезопреобразователей [4]. В отличие от эффекта Баркгаузена, при изучении магнитоакустической эмиссии информация поступает со всего перемагничиваемого объёма исследуемого образца. Наибольшее применение метод магнитоакустической эмиссии нашёл в дефектоскопии [5]. Впервые работы по применению магнитоакустической эмиссии для изучения природных ферримагнетиков начались в Институте геофизики УрО РАН и продолжают по настоящее время [3]. Работа установки осуществляется следующим образом: в зазор электромагнита помещается исследуемый образец. Для предотвращения акустического контакта образца с сердечником электромагнита, на последний наклеен тонкий слой резины. С помощью электромагнита создаётся переменное магнитное поле в образце. С помощью акустического датчика снимается сигнал магнитоакустической эмиссии. Данные выводятся графически, в виде зависимости амплитуды сигнала от величины поля. На рис. 1 приведена зависимость сигнала магнитоакустической эмиссии от поля для образца монокристалла Ольховского месторождения.



**Рис. 1. Зависимость сигнала магнитоакустической эмиссии от поля для образца монокристалла Ольховского месторождения**

Одним из принципиальных методических вопросов измерения магнитоакустической эмиссии является выбор частоты перемагничивания, поскольку увеличение амплитуды магнитоакустической эмиссии с увеличением частоты перемагничивания в значительной степени объясняется наложением на поперечный сигнал эхо-импульсов, возникающих в результате многократного отражения [3].

При изучении магнитоакустической эмиссии кристалла магнетита была поставлена задача изучить, как влияет частота перемагничивания для кристалла магнетита с Ольховского месторождения, и поликристалла магнетита с Абаканского месторождения на амплитуду сигнала.

Исходя из полученных измерений, были построены графики зависимости амплитуды получаемого сигнала и смещения максимума от различной частоты перемагничивания (рис. 2, 3).

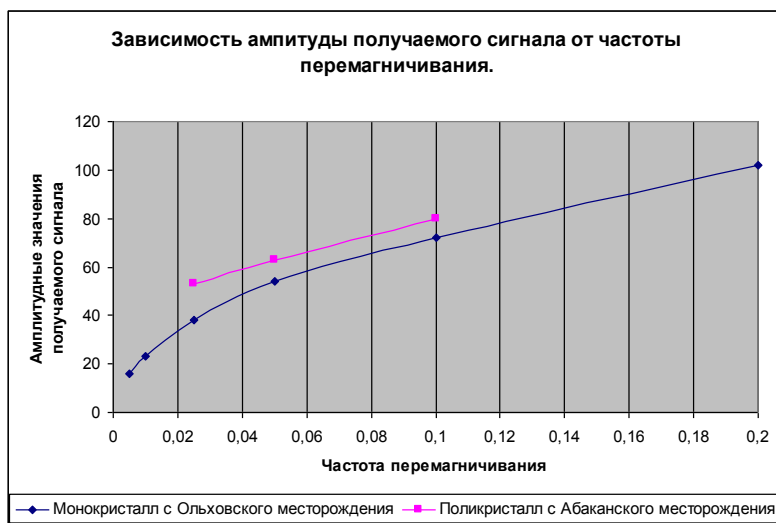


Рис. 2. Зависимость амплитуды получаемого сигнала от частоты перемагничивания

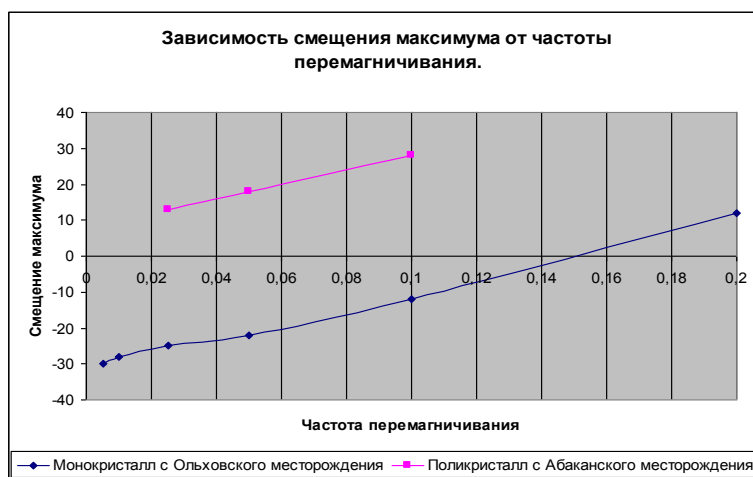


Рис. 3. Зависимость смещения максимума от частоты перемагничивания

Из полученных результатов можно сделать следующие выводы.

С уменьшением частоты перемагничивания происходит уменьшение амплитуды сигнала магнитоакустической эмиссии (рис. 2) и сдвиг максимумов в область положительных значений поля (рис. 3), и сглаживание этих максимумов. Чтобы исключить экспериментальные погрешности, измерение образца на каждой частоте приёма снимались не менее четырех раз.

С уменьшением частоты перемагничивания практически не происходит изменение формы сигнала. И при любой частоте перемагничивания отчетливо выделяется два максимума для монокристалла, и один для поликристалла. Наличие этих максимумов на зависимости сигналов магнитоакустической эмиссии от величины намагничивающего поля связано с перестройкой доменной структуры, так как на немагнитных материалах этот эффект не наблюдается.

#### Литература

1. Lord A.E., Vatchev R., Robinson M. Acoustic emission associated with changes of magnetization in thick nickel rods.// Letter Apply Eng. Sci. – 1974. - v.2. - N 9. - pp.1-9.
2. Lo C.C.H., Scruby C.B. Study of magnetization processes and the generation of magnetoacoustic and Barkhausen emissions in ferritic/pearlitic steel.// J.Appl.Phys. – 1999. - v.85. - №8. - pp.5193-5195.
3. Глухих И.И. Связь магнитоакустической эмиссии природных ферромагнетиков с напряженно-деформированным состоянием горных пород.// В Сб. «Геодинамика и напряженное состояние земных недр». – Новосибирск: СО РАН, 1999.

4. Кумейшин В.Ф., Лаптев В.В., Волков В.В., Черниховский М.Ю., Щербинин В.Е., Аппаратура для регистрации скачков Баркгаузена с помощью пьезодатчика // II всесоюзная школа-семинар «Эффект Баркгаузена и его использование в технике» - Калинин: КГУ, 1980.
5. Кулеев В.Г., Щербинин В.Е., Жаков С.В., Субботин Ю.С., Меньшиков Н.М. Влияние физических различий между эффектом Баркгаузена и акустической эмиссией Баркгаузена на их применение в неразрушающем контроле // Дефектоскопия. - №9. - 1986.

## ЗАКОНОМЕРНОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ ФИЛЬТРАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ПЛАСТА Ю1-2 МЕСТОРОЖДЕНИЯ НЮРОЛЬСКОГО НЕФТЕГАЗОНОСНОГО РАЙОНА

М.О. Коровин

Научный руководитель доцент Г.Г. Номоконова

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

Знания о фильтрационных свойствах пород основных продуктивных горизонтов необходимы на всех стадиях изучения месторождений углеводородов, но в особенности - при их разработке. Принимаемая на месторождении система разработки, эффективность работы этой системы, однозначность интерпретации геофизических данных при контроле разработки - все это в значительной степени определяется фильтрационными свойствами объектов эксплуатации, однородностью их в отношении фильтрационных свойств. Поскольку большинство месторождений Западной Сибири уже разрабатываются или подготавливаются к разработке, то изучение неоднородности пластов в отношении их проницаемости, выявление причин неоднородностей являются актуальными задачами.

Месторождение располагается в юго-западной части Нюрольской мегавпадины (Томская область). Нефтеносность месторождения связана с регионально проявленным горизонтом Ю1 васюганской свиты. Продуктивный пласт Ю1-2 на месторождении представлен мелко-среднезернистыми песчаниками, в различной степени глинистыми

Изучены петрофизические параметры пласта Ю1-2 в разрезах двух скважин. Измеренные параметры (данные из производственных отчетов) – это: коэффициенты пористости ( $K_n$ ) и проницаемости ( $K_{np}$ ), коэффициенты остаточной водонасыщенности ( $K_{ов}$ ) и остаточной нефтенасыщенности ( $1-K_{в}^{**}$ ), скорость распространения продольных упругих волн ( $V$ ), электрические параметры пористости ( $P_n$ ) и насыщения ( $P_n$ ). Из геофизических исследований скважин (ГИС) использованы данные бокового (ВК) и индукционного каротажа (ИК), метода самопроизвольной поляризации (PS), гамма-каротажа (ГК) и каротажа по тепловым нейтронам (в масштабе водородосодержания W). Были также рассчитаны значения коэффициента адсорбированной водонасыщенности «с» и коэффициенты уравнения («а», «п»), связывающего электрический параметр насыщения с коэффициентом водонасыщенности:

$$P_n = a \cdot K_{в}^{-n}.$$

Адсорбированная вода в сумме с капиллярно удержанной водой определяет остаточную водонасыщенность коллектора. Значения коэффициента адсорбированной водонасыщенности были рассчитаны в соответствии с моделью С. Дж. Пирсона, по которой коэффициент «с» входит в уравнение для расчета относительной фазовой проницаемости коллектора для воды по электрическому параметру насыщения.

Результаты анализа названной петрофизической информации по пласту Ю1-2 месторождения сводятся к следующему (рис. 1,2).

Между изученными физическими параметрами пласта выявлены относительно тесные корреляционные зависимости. Коэффициенты надежности аппроксимации ( $R^2$ ) таких зависимостей линейной функцией достаточно высокие, что указывает на взаимообусловленность значений различных параметров, характеризующих фильтрационные свойства коллекторов изучаемого пласта. Коэффициент проницаемости наиболее тесно связан с коэффициентами водонасыщенности ( $R^2=0,87$  для  $K_{в}^{**}$ ), менее тесно – с пористостью ( $R^2=0,69$ ). Взаимозависимость физических параметров пласта проявляется в согласованных их изменениях по разрезам скважин.

Необходимо обратить внимание на тот факт, что коэффициенты уравнения для электрического параметра насыщения («а» и «п») изменяются по разрезу пласта также согласованно с его фильтрационными свойствами (рис. 1). Выявленная закономерность, с одной стороны, дополнительно обосновывает модель С. Дж. Пирсона об аналогии гидравлических процессов и процессов электропроводности в пористой среде коллектора. С другой стороны, уравнения  $P_n = f(K_{в})$ , экспериментально полученные для пластов большинства месторождений Западной Сибири и используемые для оценки нефтенасыщенности пластов по данным электрического каротажа, можно рассматривать также в качестве некоторой интегральной фильтрационной характеристики пластов.

В пространственном изменении значений фильтрационных параметров наблюдается две закономерности.

Во-первых, фильтрационные свойства коллектора в среднем улучшаются от подошвы к кровле пласта (рис.1). В этом направлении повышаются  $K_{np}$ ,  $K_n$ , коэффициенты «а» и «п», увеличивается область фильтрации нефти (разница между  $K^{**}$  и  $K_{ов}$ ) и уменьшаются коэффициенты  $K_{ов}$ ,  $K_{в}^{**}$ . Более сглажено эта тенденция проявляется в данных ГИС. От подошвы к кровле пласта увеличиваются показания метода сопротивления (ВК) и уменьшаются показания остальных исследованных параметров (PS, W, ИК, ГК). Это может быть интерпретировано так же как улучшение фильтрационных свойств в направлении к кровельной части пласта. Судя по данным ГИС в других разрезах месторождения, подобное изменения показаний геофизических методов является характерными для пласта Ю1-2. С учетом модели генетической интерпретации формы кривой PS, рассматриваемая

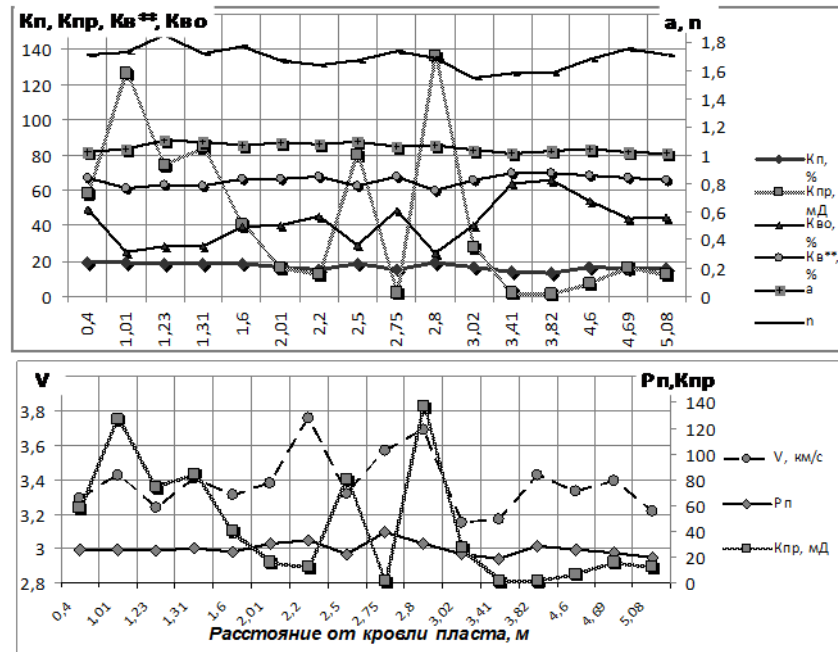


Рис. 1. Изменение петрофизических параметров в разрезе пласта Ю1-2 скважины 2602

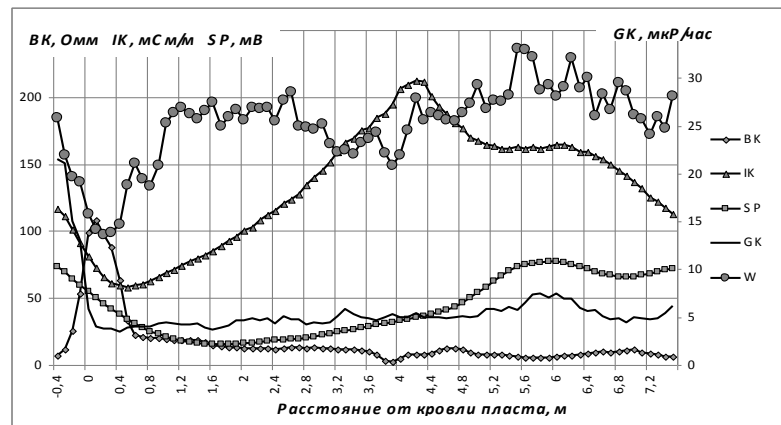


Рис. 2. Результаты геофизических исследований разреза скважины 2602 в интервале пласта Ю1-2

закономерность указывает на возрастание к кровле пласта размера зерен и степени отсортированности осадков, характерное для регрессивных циклов седиментогенеза.

Во-вторых, на фоне изменения физических параметров пласта, наблюдаемого как тенденция улучшения фильтрационных свойств пород вверх по разрезу, в центральной части пласта размещена зона локальных знакопеременных изменений этих свойств, в первую очередь, проницаемости (рис. 1). Характерной особенностью этой зоны является пространственная сопряженность интервалов понижения и повышения значений физических параметров, в силу чего эта зона по существу является зоной «перераспределения». В ее пределах размещены и наиболее проницаемые ( $K_{пр}=136,4$  мД) и наименее проницаемые ( $K_{пр}=1,5$  мД) интервалы пласта, а типичные корреляционные связи между параметрами нарушены.

Анализ данных ГИС показывает (рис. 2), что зоне «перераспределения» соответствует понижение естественной радиоактивности (GK) и водородосодержания и повышение сопротивления в непроницаемых ее интервалах и понижение – в проницаемых. Если учесть в целом повышенные значения  $V$  и  $P_n$ , и низкую долю адсорбированной воды в составе остаточной водонасыщенности (меньше 30%), то зона «перераспределения», скорее всего, вызвана процессом карбонатизации коллектора пласта, приуроченным к его водоносной части. Судя по данным ГИС, в направлении к этой зоне повышаются показания PS, GK, IK, увеличивается W, то есть возрастает глинистость пласта.

Таким образом, в разрезе двух изученных скважин пласт Ю1-2 является неоднородным в отношении фильтрационных свойств пород, что необходимо учитывать при разработке месторождения и контроле разработки геофизическими методами. Причинами такой неоднородности являются сопряженные в пространстве процессы карбонатизации и глинизации пород.

## ПРЕДСТАВЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ МЕТОДА ЗАРЯДА В ВИДЕ КАЖУЩЕГОСЯ СОПРОТИВЛЕНИЯ ЧЕРЕЗ ГРАДИЕНТ ИЗМЕРЕННОГО ПО НАПРАВЛЕНИЮ ПОЛЯ

А.Ю. Коробейников

Научный руководитель профессор А.А. Редозубов

*Уральский государственный горный университет, г. Екатеринбург, Россия*

В настоящее время материалы МЗ интерпретируют на основе рассмотрения планов изолиний потенциала измеренного электрического поля, планов аномального (разность между измеренным и нормальным полями) и локального (разность между измеренным и усредненным полями) потенциалов. Также, кроме этих материалов, можно использовать планы кажущегося сопротивления.

Для того чтобы выделить аномальный потенциал, нужно рассчитать нормальный потенциал, а для этого необходимо задать модель среды.

Способ расчета нормального поля на дневной поверхности основан на вычислении в текущей точке М значения нормального потенциала. Формулы для расчета нормального поля выбираются исходя из принятой модели вмещающей среды, например, однородное изотропное полупространство, однородное анизотропное полупространство, двухслойный разрез с проводящим верхним слоем. Аномальный потенциал можно рассчитать путем вычитания нормального потенциала из измеренного.

Локальный потенциал рассчитывается по формуле

$$U = U_j - (U_j + \sum U_i) / (n + 1), \quad (1)$$

где  $U_j$  — значение потенциала в точке расчета;  $U_i$  — значения потенциала в точках, расположенных на окружности с радиусом усреднения  $l$ ;  $n$  — количество точек, взятых на окружности (обычно  $n=4$ ).

Кажущееся сопротивление для двухэлектродной установки вычисляется по формуле

$$\rho_k = 2\pi r U / I,$$

где  $\rho_k$  — кажущееся электрическое сопротивление в точке М;  $r=AM$  — расстояние от электрода А до точки М.

Нами была опробована методика, заключающаяся в вычислении кажущегося сопротивления через разность потенциалов по направлению поля.

Расчет кажущегося сопротивления по методу заряда проводится по следующей схеме:

1. Между двумя изолиниями потенциала, по нормали к ним проводим отрезки (приемная линия MN), определяем  $\Delta U$ .

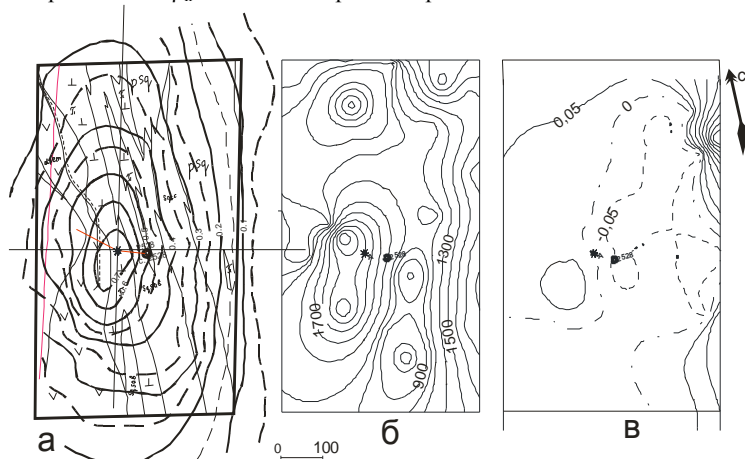
2. Измеряя расстояние между зарядом в скважине и точками М и N, вычисляем коэффициент установки К по формуле.

$$K = \frac{2\pi}{\sqrt{AM^2 + H^2} \sqrt{AN^2 + H^2}},$$

где  $AM$ ,  $AN$  — расстояние между приемными электродами и проекцией заряда на дневную поверхность,  $H$  — глубина до заряда. Кажущееся сопротивление

$$\rho_k = K \Delta U / I$$

Кажущееся сопротивление  $\rho_k$  относится к середине приемной линии MN.



**Рис. 1. Результаты измерений методом заряда на Чусовском рудном поле:**

*а - план измеренного потенциала и фрагмент геологической карты; б - план кажущегося сопротивления; в - план аномального потенциала;*

*\* ---- ■ - проекция заряда и скважина; арпт - андезиты плагиоклазовые, роговообманковые порфириты; рsq - вторичные кварциты; π - альбитофиры; Sqsab - сланцы кварц-серицито-альбитовые; Sqtc - кварцитовые сланцы*

Данная методика была опробована на Чусовском рудном поле. По плану измеренного потенциала (рис. 1, а) при заряде в скв. 28 изолинии имеют эллиптическую форму, что говорит о наличии анизотропии по-

род. Угол падения  $\alpha=85^\circ$  и коэффициентом анизотропии  $\lambda=1,73$ . Ориентировка большой оси ССВ и субпараллельна простираанию пород. В восточной части изолинии имеют меридиональную ориентировку. Отмечаются проводящие области на севере и юге от устья зарядной скважины, неясной природы.

На плане аномального потенциала (рис. 1, в) наблюдается спокойное поведение поля. В восточной части плана намечается субмеридиональная градиентная зона, связанная с контактом сланцев и андезит плагиоклазовых порфиритов, расположенным за восточной рамкой планшета.

На плане кажущегося сопротивления, рассчитанного через градиент потенциала с учетом анизотропии (рис. 1, б), наблюдается цепочка полосовых аномалий ориентированных примерно по простираанию пород. В восточной части наблюдается четко выраженная градиентная зона, которая увеличивается по площади на севере и уменьшается на юге. Эта зона также как и аномальный потенциал, отбивает контакт с андезит плагиоклазовыми порфиритами. Восточнее от заряда и западнее от градиентной зоны наблюдается линейная аномалия пониженных значений кажущегося сопротивления, она отмечает положение полосы углисто-кварцевых сланцев, но в южной части смещается к западу, где совпадает с проводящей областью, наблюдающейся на плане изолиний измеренного потенциала. С проводящей зоной к северу от заряда (по плану измеренного потенциала), на плане кажущегося сопротивления выделяется изометричная аномалия пониженных значений. Природа этой аномалии не ясна. К западу от точки заряда наблюдается область высоких  $\rho_k$ , вероятно связанных с блоком более массивных порфиритов. К северу от этой области можно предполагать наличие тектонического нарушения северо-восточного простираания (по локальному понижению  $\rho_k$  у западной рамки и резкому изгибу изоом в северо-восточном углу планшета).

Рассмотренный пример показывает, что план изолиний  $\rho_k$  дает более детальную картину геоэлектрического строения участка.

#### Литература

1. Кормильцев В.В. Семенов В.Д. Электроразведка методом заряда. – М.: Недра, 1987. – 215 с.
2. Редозубов. А.А. Об учете влияния анизотропии пород на результаты метода заряда. // Изв. вузов. Геология и разведка. – 1973. - №12. - С. 137 – 142.
3. Семенов М.В. Сапожников В.М. и др. Электроразведка рудных полей методом заряда. – Л.: Недра, 1984. – 216 с.

### СОПОСТАВЛЕНИЕ ФИЛЬТРАЦИОННО-ЕМКОСТНЫХ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПАРАМЕТРОВ ПЛАСТА Ю<sub>1</sub><sup>0</sup> КАТЫЛЬГИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (ЗАПАДНАЯ СИБИРЬ)

Е.Е. Костычев<sup>1</sup>, А.С. Ошлакова<sup>2</sup>

Научный руководитель доцент Г.Г. Номоконова<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

<sup>2</sup> *ОАО «ТомскНИПИнефть», г. Томск, Россия*

Проблема низкоомности пластов стоит достаточно остро, так как они распространены на территориях многих стран мира. Низкоомным называют коллектор, при интерпретации которого по стандартной методике возникают несоответствия в расчетном коэффициенте нефтенасыщенности по геофизическим данным и результатам опробования скважиной продукции.

Важной задачей является не только выделить низкоомные коллекторы в разрезе и объяснить причины их возникновения, но и проследить особенности получения притоков флюида. Объектом исследования выбрано Катильгинское месторождение, расположенное в районе Каймысовского свода, где остро стоит вопрос верного определения степени нефтенасыщенности коллекторов. Восточная часть залежи пласта Ю<sub>1</sub><sup>0</sup> обладает аномально низкими сопротивлениями. Западная часть месторождения, напротив, имеет типичные значения для данных отложений, что определено по данным геофизических методов [2].

Целью работы является выявление отличий низкоомных и традиционных пластов Ю<sub>1</sub><sup>0</sup> Катильгинского месторождения:

- сравнить фильтрационно-емкостные свойства;
- эксплуатационные характеристики;
- построить физико-геологические модели отдельно для различных типов коллекторов.

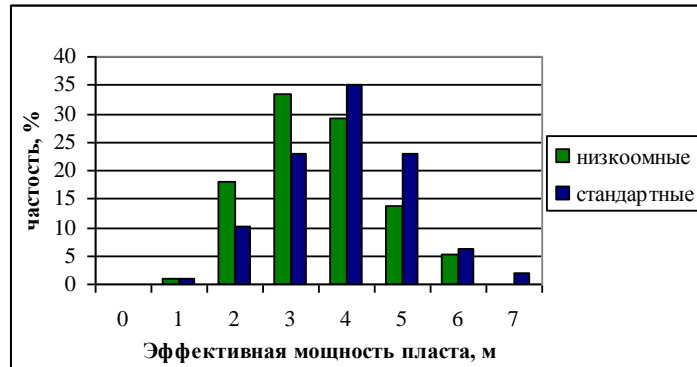
Анализ опубликованной российской и зарубежной литературы позволил выделить 3 главные причины пониженного сопротивления углеводородов [1]:

1. Если песчаники тонкими слоями располагаются между глинистыми породами, метод измерения сопротивления не способен обнаружить их

На рис. 1 видно, что у низкоомных коллекторов значения эффективных нефтенасыщенных мощностей ниже на 10 %. Но пластов имеющих мощность меньше 1 метра на Катильгинском месторождении очень мало (меньше 3 %), поэтому данная гипотеза отвергается.

2. Когда минерализация пластовой воды очень высокая, сопротивление может оказаться низким и в чистых песчаниках

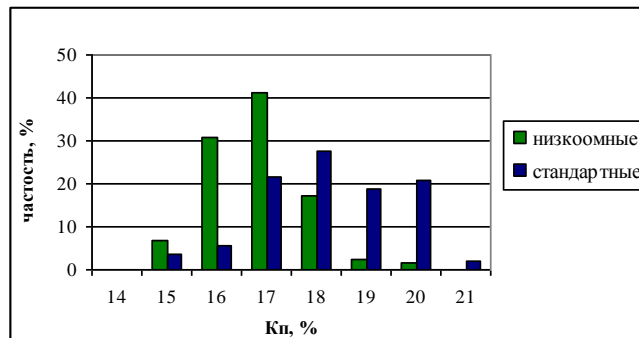
При сравнении петрофизических моделей отдельно для двух типов пластов выявлено, что низкоомные коллекторы обладают более низкими значениями параметров пористости и насыщенности. Данный факт свидетельствует о высокой минерализации пластовых вод.



**Рис. 1. Гистограмма эффективных нефтенасыщенных толщин пласта  $Ю_1^0$  низкоомных и стандартных коллекторов Катильгинского месторождения**

3. В глинистых песчаниках, содержащих большую долю проводящих дисперсных глин, рост сопротивления может также не наблюдаться

Для сопоставления фильтрационно-емкостных свойств были построены гистограммы по коэффициентам пористости  $K_p$  (рис. 2) и коэффициентам проницаемости  $K_{пр}$ . В результате построений и расчетов средних значений для различных типов коллекторов определено, что у низкоомных пластов  $K_p$  меньше на 8 %, а  $K_{пр}$  на 50 %.



**Рис. 2. Гистограмма коэффициентов пористости пласта  $Ю_1^0$  низкоомных и стандартных коллекторов Катильгинского месторождения**

Также были построены гистограммы по распределению коэффициентов продуктивности (рис. 3), величин пластового давления и абсолютных глубин залегания пласта  $Ю_1^0$ .



**Рис. 3. Гистограмма коэффициентов продуктивности пласта  $Ю_1^0$  низкоомных и стандартных коллекторов Катильгинского месторождения**

Таким образом, в результате исследований подтвердились потенциальные причины низкоомности пласта Ю<sub>1</sub><sup>0</sup>, указанные в большинстве литературных источников по данной теме:

- содержание большого количества проводящих дисперсных глин;
- очень высокая минерализация пластовой воды.

При сопоставлении фильтрационно-емкостных свойств и эксплуатационных характеристик было выявлено, что низкоомные коллекторы в сравнении со стандартными пластами:

- представлены меньшими эффективными нефтенасыщенными толщинами;
- обладают ухудшенными фильтрационно-емкостными свойствами;
- имеют в среднем практически такие же средние значения коэффициентов продуктивности, пластового давления и глубины залегания пласта.

Для того, чтобы не занижать количество перспективных для дальнейшей разработки запасов углеводородов, при интерпретации низкоомных коллекторов необходимо применять отдельные методики определения нефтенасыщенности.

#### Литература

1. Дарлинг Тоби, Практические аспекты геофизических исследований скважин / Перевод с английского. – М.: ООО «Премиум Инжиниринг», 2008. - С. 36 – 40.
2. Ошлакова А.С. Геолого-геофизические признаки низкоомных коллекторов месторождений Каймысовского свода (Западная Сибирь) // Сборник докладов XVIII Губкинских чтений «Инновационное развитие нефтяной и газовой промышленности России». - М.: Изд-во РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина, 2009. - С. 166 – 167.

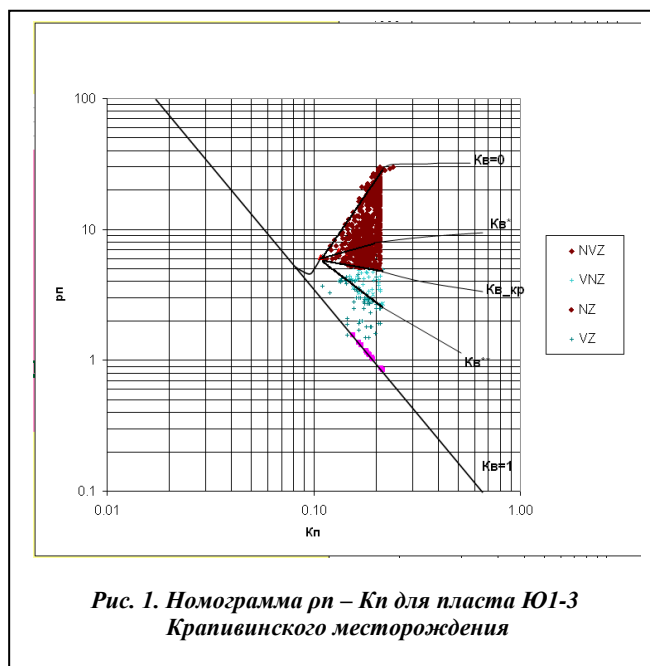
### ПОСТРОЕНИЕ НОМОГРАММЫ ДЛЯ РАЗДЕЛЕНИЯ КОЛЛЕКТОРОВ ПО ХАРАКТЕРУ НАСЫЩЕНИЯ

А.С. Кравченко

Научный руководитель заведующий отделом С.М. Шевченко  
ОАО «ТомскНИПНефть», г. Томск, Россия

Традиционно характер насыщения определяют, используя величину средних значений критического коэффициента водонасыщения  $K_{в\_кр}$ , параметра насыщения  $R_{н\_кр}$  и удельного сопротивления  $r_{п\_кр}$ . Такая оценка характера насыщения пласта приводит к ошибкам определения коэффициента водонасыщения в зоне ВНК, поэтому необходимы плавающие значения, зависящие от коллекторских свойств пласта.

Для разделения коллекторов по характеру насыщения необходима методика, которая бы разделяла нефтенасыщенные и водонасыщенные коллектора по зонам, с помощью которых появляется возможность более достоверно и точно построить геологическую модель в зоне ВНК.



В данной работе предложена номограмма  $r_p - K_p$  для определения характера насыщения, которая построена по методике Б.Ю. Вендельштейна и позволяет разделять коллектор на нефтенасыщенный, нефтеводонасыщенный, водонефтенасыщенный и водонасыщенный.



Для построения номограммы  $r_p - K_p$  использовались результаты капилляриметрических исследований керна, которые были обработаны по формулам Бурдайна, с целью получения критических значений водонасыщенности и сопротивлений полученных по скважинным данным.

На основании полученных критических значений водонасыщенностей была построена номограмма  $r_p - K_p$  (рис. 1), для пласта Ю<sub>1-3</sub> Крапивинского месторождения, которая строилась по данным лабораторных исследований керна, полученных в лаборатории физики пласта «ТомскНИПИнефть».

На полученную номограмму были вынесены результаты интерпретации. Шифром кривых являются различные значения коэффициента относительной водонасыщенности и критических значений  $K_v^*$ ,  $K_v^{**}$ ,  $K_{vk}$ .

Кривая на палетке с шифром  $K_v = 0$  отражает изменение  $r_p$  от  $K_p$  для предельно нефтенасыщенных пластов, когда  $K_v = K_{v0}$ ; кривая с шифром  $K_v = 1$  отражает изменение  $r_p$  от  $K_p$  для водонасыщенных пластов, когда  $K_v = 100\%$ . Линии с шифрами  $K_v^*$ ,  $K_v^{**}$  и  $K_{vk}$  разделяют области, в которых значения координат  $r_p$  и  $K_p$  соответствуют пластам, отдающим при испытании безводные углеводороды, воду с углеводородами и чистую воду.

**Выводы.**

1. Традиционные методики для определения характера насыщения проводят разделение на качественном уровне, а номограмма  $r_p - K_p$  позволяет разделять коллектора по характеру насыщения на нефтенасыщенный, нефтеводонасыщенный, водонефтенасыщенный и водонасыщенный.

2. Данный подход позволит более точно рассчитывать  $K_v$  в зоне ВНК.

## АЛГОРИТМ БЫСТРОЙ МИГРАЦИИ ДО СУММИРОВАНИЯ ДЛЯ ЭКСПРЕСС-ОБРАБОТКИ СЕЙСМИЧЕСКИХ ДАННЫХ

**И.А. Курашов**

Научный руководитель профессор В.И. Бондарев

*Уральский государственный горный университет, г. Екатеринбург, Россия*

Данная работа выполнена в рамках проекта кафедры геофизики Уральского государственного горного университета под руководством проф. В.И. Бондарева. Основной задачей являлся поиск более эффективных приемов быстрого анализа волнового поля с целью применения данной технологии в предварительном контроле качества и экспресс-обработке при поведении сейсморазведочных работ. В результате исследования получен амплитудно-временной оператор и алгоритм его применения.

Очевидно, что время пробега волны из ПВ  $(-l/2; 0)$  до дифрактора  $D(x_D; z_D)$  и от него к приемнику ПП  $(l/2; 0)$  выражается уравнением, содержащим два квадратных корня (известное в сейсмической литературе уравнение double square root – DSR).

Новизной предлагаемого подхода к анализу волнового поля является то, что предлагается использовать это уравнение не для расчетов годографов дифрагированных волн с целью последующего суммирования амплитуд сейсмических сигналов в вершине квазигиперболы (способы ДМО), а непосредственно для нахождения трассы временного разреза, соответствующей имеющемуся в разрезе дифрактору.

Если возвести уравнение DSR дважды в квадрат и выполнить достаточно громоздкие математические преобразования, то получим следующее уравнение для определения времени  $t_0$ , соответствующего положению дифрактора на нуль-офсетном временном разрезе

$$t_0 = t_i \cdot \sqrt{\left(1 - \frac{l^2}{v^2 t_i^2}\right) \left(1 - \frac{4u^2}{v^2 t_i^2}\right)}, \quad (1)$$

где  $t_i$  – текущее время на трассе РУ,  $l$  – удаление «источник-приемник»,  $u = x - x_D$  – относительное удаление расчетной трассы от эпицентра дифрактора.

Если к этой формуле добавить очевидное соотношение  $A[t_0(x_D)] = A[t_i(x)]$ , то приведенная формула становится амплитудно-временным оператором преобразования любой трассы разреза РУ в трассу нового временного разреза  $t_0$  [1].

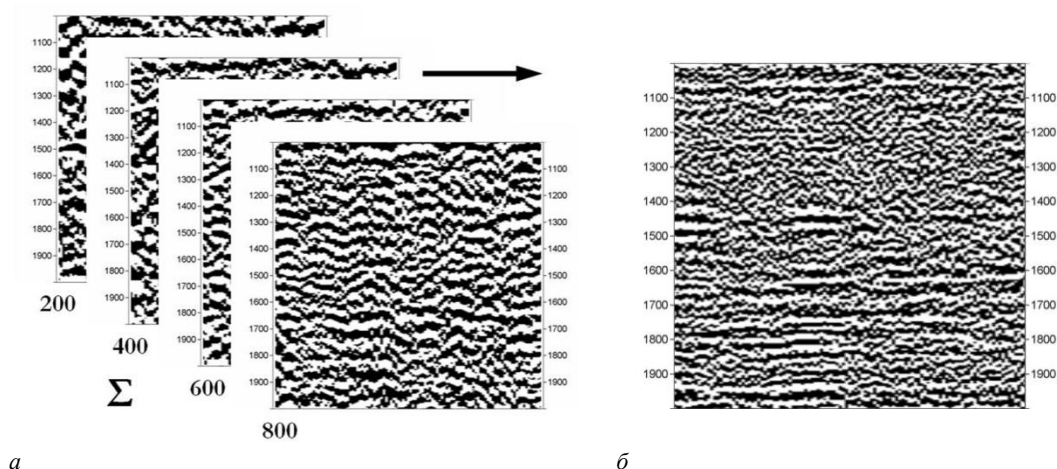
Преобразование одной трассы РУ на некоторый набор пикетов профиля МОГТ не может однозначно локализовать местоположение дифрактора. Для такой локализации нужно на каждый пикет профиля трансформировать с помощью предложенного оператора достаточно большую совокупность трасс РУ из ближайшего окружения предполагаемого дифрактора. В результате последовательного выполнения такой операции по профилю на каждом пикете профиля мы будем иметь множество трансформированных трасс. Интерференция таких серий трасс на пикетах позволяет построить преобразованный временной разрез. При этом конструктивная интерференция покажет фактическое наличие дифракторов на том или ином пикете профиля. На тех же пикетах (или частях трассы), где отсутствуют дифракторы в результате деструктивной интерференции множества трасс (элементов трасс) будет фиксироваться лишь слабый интерференционный шум. Таким образом, предлагаемый алгоритм позволяет преобразовать исходные разрезы РУ в разрез  $t_0$ , на котором правильно локализованы дифракторы – области акустической неоднородности среды [2].

Для опробования предложенной процедуры трансформации волновых полей были использованы смоделированные волновые поля различного типа. При моделировании учитывалось изменение амплитуды волны вследствие геометрического расхождения фронта. Результаты моделирования показывают высокую точность пространственной локализации дифрагирующих объектов на получаемых с помощью подобной трансформации сейсмических изображениях. При этом использовался программный комплекс *MATLAB*.

Изучение характера распределения шумов при выполнении подобного преобразования показывает, что шумы имеют интерференционную природу и относительно низкий уровень. Но, тем не менее, необходимы специальные мероприятия, которые могут быть выполнены как после получения результатов трансформации (это могут быть, например, различные фильтрации), так и в процессе трансформации (модернизация алгоритма пере-счета трасс).

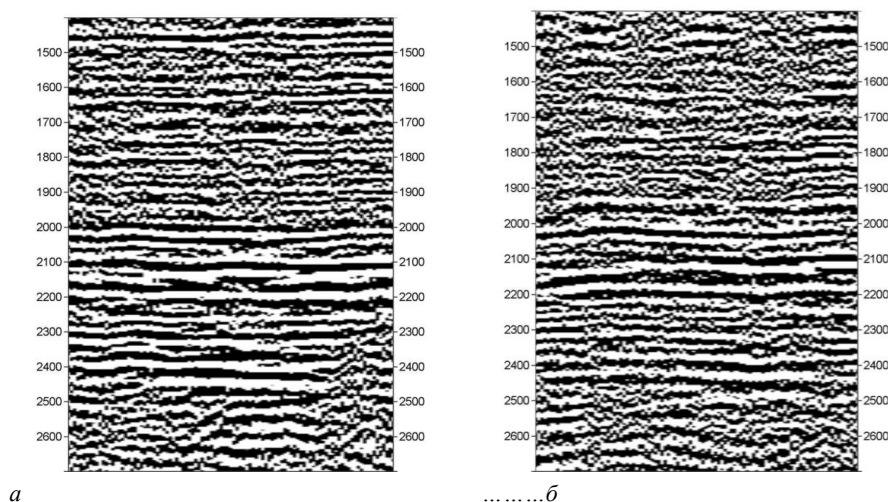
Одним из путей применения полученных трансформированных временных разрезов разного равного удаления может стать их суммирование для получения временных разрезов высокой кратности. Полученный результат будет близок к разрезам ОГТ высокой кратности.

На рис. 1 показана схема такого рода суммирования. Стоит отметить тот факт, что разрезы равного удаления в данных полевых материалах представлены с шагом 100 метров между трассами и для получения разреза типа ОГТ с кратностью 1 со стандартным шагом между трассами – 25 метров необходимо суммирование 4 временных разрезов равного удаления.



**Рис. 1. Схема получения трансформированных временных разрезов высокой кратности (б) на базе использования трансформированных временных разрезов разных удалений (а): 200..800 - удаления в метрах**

Анализируя полученные результаты, представленные на рис. 2, можно отметить, что на приведенном разрезе ОСТ и полученном в ходе исследований можно наблюдать при их несомненной общей схожести два ряда областей, на которых они либо высоко идентичны, либо заметно различаются.



**Рис. 2. Сравнение фрагмента стандартного временного разреза ОГТ кратности 24 (а) с разрезом, полученным по предлагаемой технологии на базе суммирования трансформированных временных разрезов равного удаления с кратностью 10 (б)**

Нас, разумеется, в первую очередь интересуют зоны различия полученных разрезов от стандартных разрезов метода ОСТ, так как они открывают возможность нового взгляда на геологическую среду.

Полученный алгоритм, строго говоря, является видом миграции до суммирования, обладая при этом весьма низкими показателями в части затрат машинного времени. Поэтому он является перспективным к использованию не только в сейсмических обрабатывающих центрах, но и, главное, доступен к внедрению «в поле», во время предварительной оценки качества получаемых сейсмических материалов, что может быть достигнуто путем встраивания в существующие программы экспресс-обработки данных сейсморазведки.

#### Литература

1. Бондарев В.И., Крылатков С.М., Курашов И.А. Интерференционный способ локализации дифракторов в сейсморазведке // Материалы V научных чтений памяти Ю.П. Булашевича. – Екатеринбург: 2009.
2. Курашов И.А. Особенности трансформации моделей отражающих границ при расчетах теоретических волновых полей // Материалы VII международной научно-практической конференции молодых специалистов «Геофизика - 2009». – Санкт-Петербург: 2009.

### ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКОЕ КАРТИРОВАНИЕ УЧАСТКА БАРУН-ХАЛ (ПРИОЛЬХОНЬЕ, ЗАПАДНОЕ ПРИБАЙКАЛЬЕ)

Н.А. Литвинов, А.А. Субботин

Научные руководители профессор А.И. Булнаев, доцент Р.Н. Иванова  
*Иркутский государственный технический университет, г. Иркутск, Россия*

Комплексное геолого-геофизическое картирование осуществлено в 2009 г. при проведении геолого-съемочной практики студентов группы РФ-07 на водораздельной части между падами Барун-Хал и Зуг Дык. На опорном участке были проведены геофизические работы масштаба 1:1000, включающие радиометрию и магнитометрию, выполнены детальное геологическое картирование. Привязка точек наблюдения осуществлялась к сети геолого-геофизических профилей, разбитых на местности

Изученный участок расположен в пределах Чернорудской структурно-фациальной зоны. Для пород данной зоны характерна высокая степень метаморфизма: метаморфизм достигает здесь уровня амфиболитовой и гранулитовой фаций. Породы на участке представлены метаморфическими кристаллосланцами, мраморами, амфиболитами, гнейсами, кварцитами относящимися согласно стратиграфической схемы Е.Н.Смолянского и др. [4], к толщам В и Г.

Интрузивные образования включают согласные тела пегматитов шаранурского комплекса и небольшие отдельные тела габбро-пироксенитов чернорудского комплекса [4]. На отдельных участках интенсивно проявлены процессы гранитизации, мигматизации; породы преобразованы в гранито-гнейсы.

На участке картируются складки 5 генераций [2]. Складки 1-3 генераций являются основными структурами. К 4-5 генерации отнесены мелкие складки высоких порядков, связанные с приразломными деформациями.

Складки 1 генерации сильно сжатые асимметричные, часто изоклиналиные, имеют северо-восточное простирание осей, крутое падение осевых поверхностей на юго-восток, погружение шарниров пологое северо-восточное. По возрасту эти складки синхронны этапу гранулитового метаморфизма.

Складки 2 генерации имеют северо-западное простирание и проявляются в поперечных изгибах крыльев и осевых поверхностей складок 1 генерации. Погружение шарниров их юго-восточное.

Складки 3 генерации представляют собой антиформы и синформы северо-восточной ориентировки с относительно пологими крыльями, субвертикальными осевыми поверхностями и пологими шарнирами, погружающимися на северо-восток. По времени формирования они синхронны этапу амфиболитового метаморфизма и сопровождают процессы гранитизации и мигматизации. Ядра антиформ часто сложены мигматито-гнейсовыми и гранито-гнейсовыми комплексами, которые картируются как купольные или валлообразные структуры [4, 5].

К 4 генерации относятся дисгармоничные продольные складки течения и волочения, сопровождающие зоны надвиговых структур.

Наиболее молодые сигмообразные складки волочения, развитые локально в зоне сдвиговых дислокаций, отнесены к 5 генерации. Они имеют субширотное направление, крутые субвертикальные шарниры.

На участке имеют развитие приразломные складки волочения с субгоризонтальными шарнирами, зоны вязких разрывов, будинаж структуры.

Разрывные нарушения представлены локальными опережающими разломами Приморского и Кучелгинского разломов, имеющие крутое падение на юго-восток. В северной части участка зафиксирован надвиг, полого падающий на юго-восток.

Отличительная особенность Чернорудской зоны - высокий уровень графитизации. В зонах интенсивно проявленных, неоднократных деформаций породы преобразованы в углеродистые милониты.

Изотопный состав углерода из Чернорудской зоны свидетельствует о ее глубинном заложении и длительной истории развития [3].

Гамма- поле участка варьирует от 5 до 32 мкр/ч. Большая часть площади имеет средние и слабо повышенные значения радиоактивности от 5 до 15 мкр/ч. Наиболее высокое гамма-поле связано с телами пегматитов. Проловиально-делювиальные отложения долины ручья Барун-Хал и прилегающих к нему распадков, насыщенные обломками этих же пегматитов, выделяются по повышенным и высоким значениям гамма - поля от 15 до 25 мкр/ч.

Магнитное поле участка изменяется от 59764 до 63300 нТл. Большая часть участка характеризуется фоновыми значениями Т от 59764 до 61000 нТл. В северо-западной и центральной частях площади зафиксированы небольшие вытянутые поля повышенных значений Т до 62000 нТл северо-восточного и северного простирания. В юго-восточной части участка, характеризующегося наиболее высокими значениями Т от 61000 до 63300 нТл, зафиксированы два линейных поля северо-восточного простирания, связанные с выходами биотитовых и амфибол-биотитовых мигматитов с прослоями амфиболитов.

Результаты геолого-геофизического картирования и дешифрирования аэрофотоснимков подтверждают предположение В.Д. Маца о существовании зоны со структурой типа надвиг представляющей фрагмент древних покровных структур [1].

Однако в большей степени результаты геологического и геофизического картирования отражают половой рисунок структур Чернорудской зоны, связанный с локальными зонами вязких разрывов и вязким региональным синметаморфическим сдвигом [2, 4, 5].

Использование площадного геологического картирования в комплексе с геофизическими методами дает хорошие перспективы для расшифровки геологической структуры района.

#### Литература

1. Вахромеев Г.С., Давыденко А.Ю., Кожевников Н.О., Мац В.Д. Субгоризонтальные структуры в Приольхонье по данным геофизических методов // В кн.: Геофизические исследования месторождений полезных ископаемых в Восточной Сибири. – Новосибирск: СНИИГГиМС, 1982. - С. 49-54
2. Иванова Р.Н., Кочнев А.П. Приразломные структурные парагенезисы разных термодинамических уровней земной коры в зоне Приморского глубинного разлома. // Материалы Всероссийской научно-технической конференции «ГЕОНАУКИ», посвященной 145 – летнему юбилею со дня рождения профессора В.А. Обручева и 120 – летию геологической деятельности в Сибири. Вып. 8. - Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2008. – С. 179 – 184
3. Летников Ф.А., Савельева В.Б., Заири Н.М. Эндеогенные процессы и графитовая минерализация в Чернорудско-Баракчинской тектонической зоне (Западное Прибайкалье) // Геология и геофизика. – 1997. - Т. 38. - № 3. - С. 661-666.
4. Смолянский Е.Н., Попов Ю.Г., Кочнев А.П., Гончар Г.А. Основные черты геологического строения Мухор-Кучелгинского участка (Приольхонье, Зап.Прибайкалье) // В кн.: Геолого-геоморфологические особенности месторождений полезных ископаемых. - Иркутск: Изд-во ИПИ, 1990. - С. 3-14.
5. Розен О.М., Федоровский В.С. Коллизионные гранитоиды и расслоение земной коры. – М.: Научный мир, 2001. – 188 с.

### РЕЗУЛЬТАТЫ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ДЛЯ ОБОСНОВАНИЯ РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЯ НИЖНЕВАРТОВСКОГО НЕФТЕГАЗОНОСНОГО РАЙОНА

Е. Н. Маслак

Научный руководитель доцент Г. Г. Номоконова

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

В настоящее время развитие нефтегазового комплекса Западной Сибири происходит на фоне заметного ухудшения структуры запасов, что обусловлено значительной выработкой крупных и уникальных месторождений, их обводнением, а также вводом в разработку месторождений с меньшими запасами или ухудшенными эксплуатационными свойствами пластов. В настоящей работе обосновывается необходимость ввода в разработку такого рода месторождения по результатам геофизических исследований скважин (ГИС).

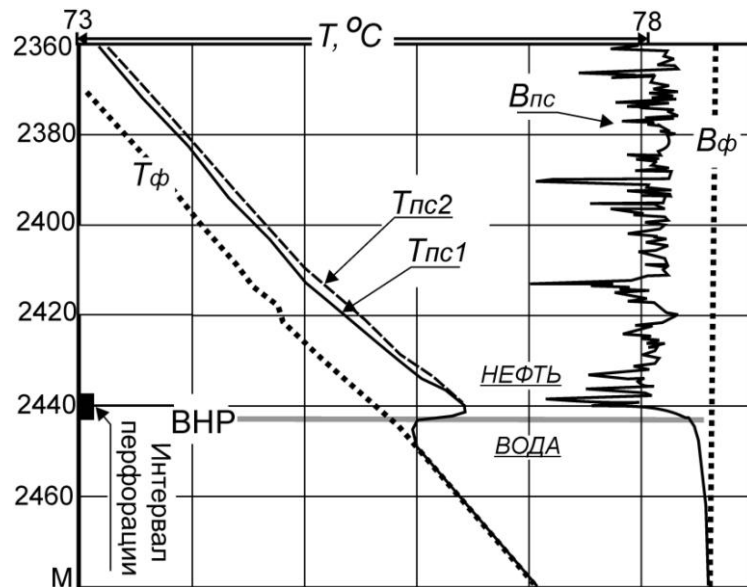
Перспективы исследованного месторождения связаны с верхнеюрским и неокомским нефтегазовым комплексами, представленными пластами песчано-алевролитовых пород БВ10-2, БВ10-3 и ЮВ1. Судя по результатам интерпретации ГИС (таблица), наилучшими эксплуатационными свойствами обладает пласт БВ10-3. Он отличается повышенным средним коэффициентом начальной нефтенасыщенности, высокими значениями коэффициента проницаемости и нефтенасыщенных толщин. По рассчитанным запасам нефти и попутного газа месторождение относится к средним по запасам (вблизи границы с мелкими месторождениями), при этом 56% запасов приходится на пласт БВ10-3. Именно этот пласт был выбран в качестве объекта разработки. После пробной эксплуатации пласта БВ10-3 месторождение было законсервировано.

Таблица

*Средние значения параметров пластов месторождения по результатам интерпретации геофизических данных*

Параметры пластов	Пласт БВ10-2	Пласт БВ10-3	Пласт ЮВ1
Пористость, д.е.	0,21	<b>0,21</b>	0,16
Начальная нефтенасыщенность, д.е.	0,56-0,6	<b>0,61</b>	0,50
Нефтенасыщенная толщина, м	1,9	<b>3,8</b>	1,6
Проницаемость, мкм <sup>2</sup>	-	<b>0,0258</b>	0,0203
Коэффициент песчаности, д.е.	0,29	<b>0,26</b>	0,40
Коэффициент расчлененности, д.е.	3,3	<b>7,2</b>	3,0
Начальное пластовое давление, МПа	24,3	<b>23,2</b>	27,4
Абсолютная отметка ВНК, м	-2315	<b>-2348</b>	2503-2578

На рис. 1 представлены результаты ГИС в интервале вскрытого перфорацией пласта БВ10-3. Как видно из данных рис.1, вторичное вскрытие пласта не привело к поступлению жидкости из пласта в скважину, на что указывает температурная кривая ( $T_f$ ), совпадающая с геотермой, и отсутствие аномалий диэлькометрии, а также показаний других геофизических методов (расходомерии и плотностомерии). После воздействия на пласт с помощью свабирования он начал работать, судя по интенсивной отрицательной аномалии диэлькометрии - нефтью. Температурная аномалия, вызванная дроссельным эффектом и калориметрическим смешиванием, четко фиксирует нижнюю границу отдающего интервала пласта, совпадающую с границей интервала перфорации и линией водонефтяного раздела (ВНР) по данным методов состава. Кривые данных ГИС классические, нарушение герметичности колонны и заколонных перетоков по данным ГИС не наблюдается.



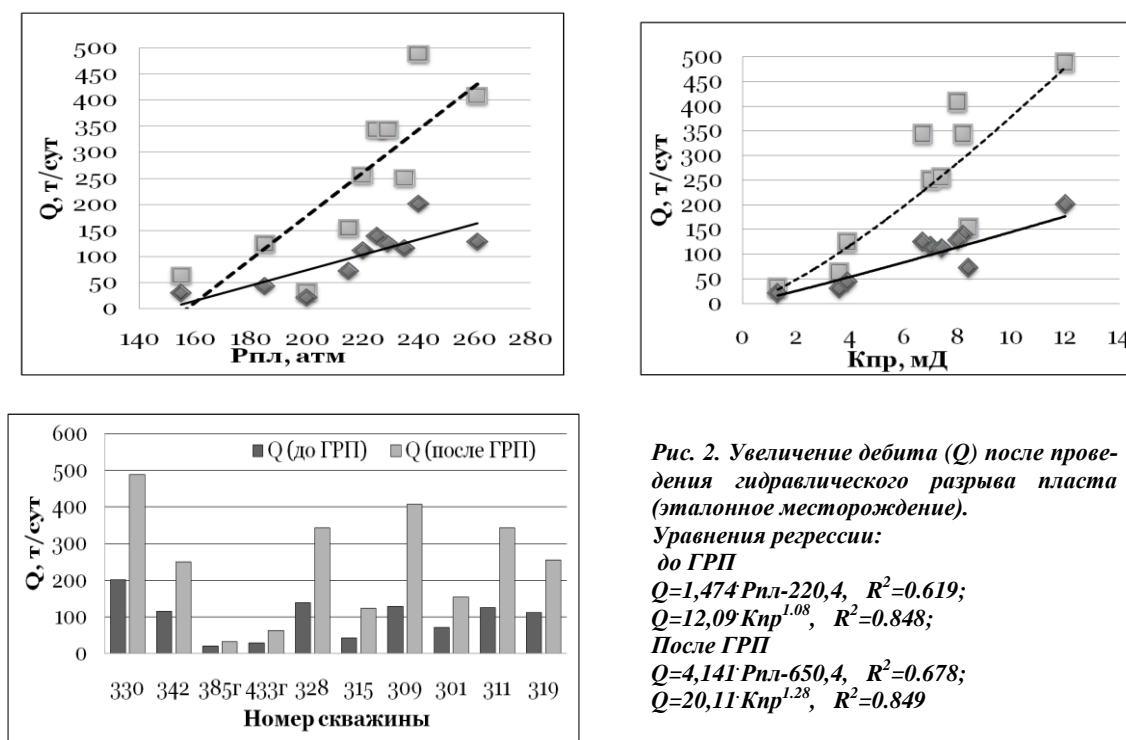
**Рис. 1. Результаты геофизических исследований скважины до и после свабирования. Температурные кривые:  $T_f$  – до свабирования;  $T_{пс1}$  и  $T_{пс2}$  – через час и два часа после свабирования; показания диэлькометрического влагомера до ( $V_f$ ) и после ( $V_{пс}$ ) свабирования**

Причину отсутствия притока из пласта за счет его собственной энергии можно предположить из анализа данных таблицы. Пласт характеризуется относительно низкой песчаностью при высокой расчлененности. Скорее всего, приведенные значения коэффициента проницаемости ( $K_{пр}$ ), достаточные для надежной фильтрации через него жидкости, не соответствуют пласту в целом. Но главной причиной, по-видимому, является относительно низкое пластовое давление ( $P_{пл}$ ), судя по положению водонефтяного контакта (ВНК), оно ниже или сопоставимо с гидростатическим давлением.

Таким образом, для разработки пласта БВ10-3 необходимо воздействие на пласт (свабирование, нагнетание и др.). Одним из наиболее эффективных способов повышения нефтеотдачи является способ гидравлического разрыва пласта (ГРП) [1,2]. Поскольку разработка исследуемого месторождения практически не проводилась, для оценки возможностей ГРП были проанализированы данные по другому (эталонному) месторождению, параметры эксплуатируемого пласта которого сопоставимы с таковыми пласта БВ10-3.

Во всех случаях после ГРП произошло увеличение нефтеотдачи пласта (рис.2), в разных скважинах на разную величину. Это связано с неоднородностью пласта в отношении пластового давления и коэффициента проницаемости, от которых напрямую зависит дебит ( $Q$ ) скважины. Как видно из приведенных уравнений регрессии, наиболее тесно дебит связан с коэффициентом проницаемости ( $R^2 > 0,8$ ). После ГРП увеличение дебита также зависит от параметров пласта: чем больше  $P_{пл}$  и  $K_{пр}$ , тем больше прирост дебита. Следует обратить внимание на то, что проницаемость исследуемого месторождения значительно больше, чем эталонного (табл., рис 2), и при «хорошем» пластовом давлении на исследуемом месторождении после ГРП можно получить значительный прирост дебита.

Таким образом, анализ геофизической информации показывает, что исследованное месторождение Нижневартовского нефтегазоносного района может быть введено в разработку при условии использовании технологий повышения нефтеотдачи пластов: нагнетания – для увеличения давления и получения притока из пласта, а также гидравлического разрыва пласта, если этот приток будет недостаточным из экономических соображений.



## Литература

1. Ипатов А.И., Кременецкий М.И. Геофизический и гидродинамический контроль разработки месторождений углеводородов. М.: НИЦ «Регулярная и хаотичная динамика»; Институт компьютерных исследований, 2005. – 780с.
2. Лотарев В.А. Отклик флюидогеодинимических систем на техногенное воздействие /Каротажник, №11, 2008. – С.63-82.

### ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ПРИ ПРОГНОЗНОЙ ОЦЕНКЕ ПЕРСПЕКТИВ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ ШЕЛЬФА САХАЛИНА

А.Г. Метелев

Научный руководитель профессор Т.К. Злобин

Сахалинский государственный университет, г. Южно-Сахалинск, Россия

Шельф Охотского моря относится к числу перспективных в отношении нефтегазоносности. Работы по оценке нефтегазоносности охватывают почти семидесятилетний период. Разведанными являются миоценовые отложения с промышленными запасами нефти и газа.

Исследования нефтегазоносности региона основываются на единой методике оценки потенциала осадочных бассейнов, акцентированной на анализе динамики углеводородных систем. Для запада Охотского моря в пределах о. Сахалин и Сахалинского шельфа характерны осадочные бассейны с установленным промышленным потенциалом.

Осадочные бассейны – вещественно структурные элементы литосферы, связанные с разнообразными по геотектонической природе и размером областями прогибания, которые выполнены породами преимущественно осадочного генеза.

Нефтегазоносный осадочный бассейн – целостная и достаточно автономная система генерации и накопления углеводородов органического происхождения.

Прогнозная оценка перспектив нефтегазоносности – динамическое понятие, соответствующее определенной стадии изучения нефтегазоносности бассейнов. Выделяют региональный, зональный и локальный прогнозы, различаемые по оценке значимости определяющих нефтегеологических факторов. Осадочно-миграционная теория образования нефти и газа, согласно Н.Б. Вассоевичу, допускает существование флуктуаций параметров этого процесса в осадочно-породной системе. Она является методологической основой прогнозирования. Фактические данные: гравиметрическая съёмка, сейсмологические разрезы вдоль региональных профилей, петрофизические определения, термокартаж в скважинах, расчет распределения значений теплового потока из основания нефтегазового бассейна – лежат в основе регионального прогнозирования нефтегазоносности осадочных бассейнов.

Региональный прогноз дается для бассейна как автономной структурной единицы, обеспечивающей онтогенез нефти и газа. Он базируется на представлениях об особенностях процесса нефтеобразования, исходя из

существующего уровня геолого-геофизической изученности бассейна. Вариации в прогнозных оценках для бассейна в целом и комплексов пород определяется введением дифференцированных коэффициентов на определенный выбранный набор параметров.

Зональный прогноз – внутрибассейновый масштаб, дается для части бассейна, имеющей автономию как область аккумуляции углеводородов. Зоны нефтегазоаккумуляции выделяются по разному набору определяющих параметров.

Локальный прогноз приурочен к локальной структурной форме, определяющей формирование месторождения или группы месторождений, генетически связанных с её развитием. Оцениваются аккумулярующие и консервирующие возможности осадочного разреза и структурной формы, что делают, основываясь на литологическое и петрофизическое изучение пород и геофизическое исследование скважин [1].

Осадочно-миграционная теория стадийности (катагенетической зональности) процессов нефтегазообразования и теория математического моделирования в гравитационных и геотемпературных полях строения и эволюции осадочно-порогового бассейна реализуются сквозной компьютерной технологией геоплотностного моделирования, палеотектонических реконструкций и палеотемпературного моделирования. Анализ геофизических данных (сейсмических, гравиметрических, геотермических) уточняют физические особенности осадочных пород [1].

В рамках единой методики оценки потенциала осадочных бассейнов региональные критерии прогноза включают оценку мощности осадочного выполнения и территорий развития материнских пород и зон флюидомиграции, в качестве которых понимают «зоны разуплотнения», которые сопряжены с геодинамикой и гидродинамическими системами региональных разломов [3, 7].

Литостратиграфические и литологопетрофизические критерии оценивают присутствие в разрезе нефтематеринских пород, толщ потенциальных коллекторов и толщ флюидоупоров относятся к зональным критериям прогноза. Наиболее благоприятным условием для формирования литологических ловушек углеводородов являются локальные структуры, расположенные в средней части площади в области сочленения прогибов Тинро и Шелиховского с Прикамчатским валом и Соболевским поднятием, в его западной части.

Для изучения структурных особенностей земной коры и осадочного чехла Охотоморского региона применялись сейсмические методы МОВ ОГТ, ГСЗ, МОВЗ [2]. Построены скоростные кривые, временные и сейсмические разрезы, карты изопахаит, структурные карты и др. Сейсмическое моделирование – анализ отклонений наблюдаемого скоростного поля от скоростных моделей и факторов, вызывающих эти отклонения. Особенность – использование при анализе скоростного поля не самих значений скорости, а амплитуды инверсии разреза, представляющей разницу между глубинами его максимального погружения и залегания. Изучение скоростных особенностей и сейсмической расслоенности осадочных отложений по данным МОВ ОГТ позволило провести сейсмостратиграфическое расчленение разреза осадочного чехла. Выделено три комплекса: верхний – плиоцен-четвертичный, средний – олигоценмиоценовый и нижний нерасчлененный палеогеновый. Это позволило дать оценку перспективности структур на нефть и газ, выделить структуры различного порядка, установить глубины залегания кристаллического фундамента и мощность осадочного чехла [2, 3].

Проведенные исследования установили основные особенности углеводородных систем [3, 6]. В пришельфовой части суши, в шельфовой зоне главная зона нефтеобразования и глубинная газовая-газоконденсатная зона приурочены к миоценовым отложениям. Региональные разломы характерны для мелового «базального этажа» и мезопалеозойного фундамента. 20–40 километровые зоны аномального разуплотнения, отождествляются с высокой проницаемостью пород, улучшением коллекторских свойств за счет повышения трещиноватости. Система Северо-Сахалинского разлома, которая «нанизывает» нефтегазовые месторождения северного промышленного района Сахалина - пример регионального разлома. Интрузии основного состава сопровождают региональные разломы, что создает в осадочном чехле дополнительные нестационарные температурные эффекты, что приводит к разрушению скоплений углеводородов [4].

В пределах бассейнов Охотского моря и Северного Сахалина зоны нефтегазоносности приурочены в основном к антиклинальным поднятиям протяженностью от 50 до 150 км сформированными в позднем плиоцене. Разрыв локальных складок размером от 0,5 до 50 кв. км участков литологических неоднородностей, разрывных дислокаций определяют специфику нефтегазоносности зон [5].

Таким образом, геофизические исследования широко используются при освоении энергетических и сырьевых ресурсов, применение геофизических методов эффективно для прогнозной оценки нефтегазоносности. Прогнозирование и оценка ресурсов углеводородов обеспечивают устойчивое развитие Дальневосточного региона.

#### Литература

1. Греция Е.В., Кононов В.Э., Ильев А.Я. Прогноз нефтегазоносности, нефтегеологический и коммерческий интерес и риск // Геодинамика, геология и нефтегазоносность осадочных бассейнов Дальнего Востока России: Доклады международного научного симпозиума, г. Южно-Сахалинск, 24-28 сентября 2002 г. Т.1. - Южно-Сахалинск: 2004. - С. 102 - 107.
2. Злобин Т. К. Строение земной коры Охотского моря и нефтегазоносность её в северо-восточной (прикамчатской) части (по сейсмическим данным). - Южно-Сахалинск: Изд-во СахГУ, 2002. - 98 с.
3. Злобин Т.К., Исаев В.И., Злобина Л.М., Гуленок Р.Ю. Глубинные структуры и нефтегазоносность Охотоморского региона // Строение, геодинамика и металлогения Охотского региона и прилегающих частей Северо-Западной Тихоокеанской плиты: Материалы международного научного симпозиума, Южно-Сахалинск, 24-28 сентября 2002 г. Т.2. - Южно-Сахалинск: 2002. - С. 59 - 63.

4. Косыгин Ю.А., Парфенов Л.М., Врублевский А.А. и др. Главные системы разломов Дальнего Востока и их природа // Разломы земной коры. - М.: Наука, 1977. - С. 54 - 65.
5. Ломтев В.Л., Кононов В.Э., Агеев В.Н., Жигулев В.В. Проблемы геологии шельфа Северо-Восточного Сахалина // Строение, геодинамика и металлогения Охотского региона и прилегающих частей Северо-Западной Тихоокеанской плиты: Материалы международного научного симпозиума, Южно-Сахалинск, 24-28 сентября 2002 г. Т.2. - Южно-Сахалинск: 2002. - С. 79 - 82.
6. Симаков К.В., Гончаров В.И., Гревцев А.В., Глотов В.Е., Прусс Ю.В. Потенциал нефтегазоносности осадочных бассейнов Северо-Востока России и пути его вовлечения в топливно-энергетический комплекс // Строение, геодинамика и металлогения Охотского региона и прилегающих частей Северо-Западной Тихоокеанской плиты: Материалы международного научного симпозиума, Южно-Сахалинск, 24-28 сентября 2002 г. Т.2. - Южно-Сахалинск: 2002. - С. 113 - 117.
7. Ткачева Н.А., Коблов Э.Г., Харахинов А.В. Сейсмоскоростное моделирование литолого-физического разреза Пограничного прогиба на шельфе Восточного Сахалина // Геодинамика, геология и нефтегазоносность осадочных бассейнов Дальнего Востока России: Доклады международного научного симпозиума, г. Южно-Сахалинск, 24-28 сентября 2002 г. Т.1. - Южно-Сахалинск: 2004. - С. 77 - 88.

## СИГНАЛЫ-ПОМЕХИ И СПОСОБЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ, ПОДКЛЮЧАЕМЫХ К ПРОГРАММЕ GEOSCAPE В ГЕОЛОГО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ СКВАЖИН

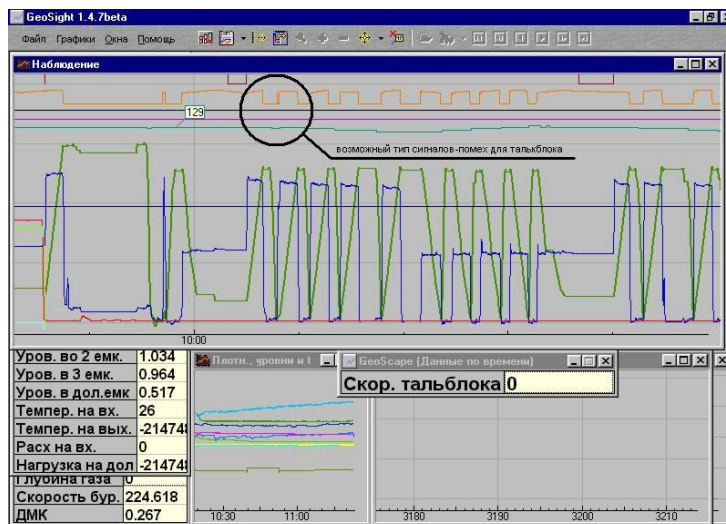
Г.Р. Непряхин

Научный руководитель профессор А.Г. Берзин

*Якутский государственный университет имени М.К. Аммосова, г. Якутск, Россия*

Актуальность проблемы с ложными сигналами и помехами в геолого-технологических исследованиях скважин заключается в том, что информация с неверными данными, не всегда поддается интерпретации и обработке и влияет на качество сдаваемого в камеральную партию первичного материала. Часто бывает, что во время бурения полученный псевдо-сигнал от датчика забывается в Las-файлы и не поддается редактированию даже с помощью специальных редакторов, так как идет посекундная запись до остановки бурения. В такой ситуации распознавать и удалять ошибку должны модули GEOScape.

Однако и программные модули не всегда являются эффективными, и в ряде случаев требуется ручная коррекция сигнала, осуществив которую пока идет запись, сопровождающая бурение, практически невозможно. К примеру, когда значение «тальбблок» во время наращивания имеет иногда импульсный характер с длительностью значительно меньшей обычного (рис. 1). Так как известно, что наращивание 1 свечи происходит в среднем 2 минуты и более в зависимости от ситуации, то по временному шаблону (заранее заготовленному) можно обнулить псевдо-сигнал.



**Рис. 5. Возможный тип сигналов-помех на примере тальблока.**

Если мы проделаем эту операцию, значение «количество свеч» будет показывать истинное значение и соответственно все параметры (длина трубки, положение над забоем), зависящие от него, будут верными. Такой принцип работы программы может существенно облегчить работу оператора и повысить качество первичного полевого материала.

На другом примере, можно видеть как программа GEOScape не подсчитала свечу при наращивании буровой колонны. На практике эти сбои встречаются чаще. Они являются следствием несовершенства GEOScape (рис. 2). Подобные ошибки можно исправлять по аналогии примера 1, но применяя шаблонировку другого вида для заданного параметра.



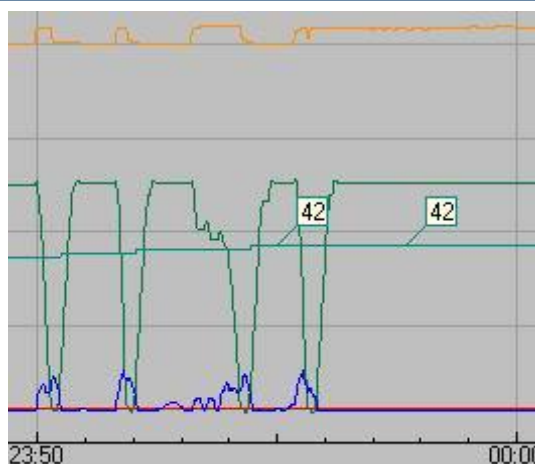


Рис. 6. Программа не подсчитала свечу

Для реализации программы предстоит классифицировать все виды псевдосигналов, помех и сбоев для каждого параметра, а также протестировать в реальных условиях для выявления качества работы программы. Данное программное обеспечение может стать предпосылкой к созданию подобных модулей для GEOScare. Создание подобного рода программ повлияет на автоматизацию процесса корректировки диаграмм и качество первичного материала.

## ТЕКТОНОФИЗИКА – НАПРАВЛЕНИЕ ГЕОФИЗИКИ И ЕЕ ПРИМЕНЕНИЕ В ОХОТОМОРСКОМ РЕГИОНЕ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА

О.В. Пеньковская

Научный руководитель профессор Т.К. Злобин

Сахалинский государственный университет, г. Южно – Сахалинск, Россия

Тектонофизика, является частью геофизики, ее отдельной дисциплиной.

Современная тектонофизика становится самостоятельной отраслью геологии. В последнее время тектонофизика развивается особенно активно. Этому способствует то, что для геологии представляет определенный интерес: подвергается ли земная кора сжатию или растяжению, какова роль вертикальных и горизонтальных движений и т. п. Без этого нельзя судить о глубинных процессах. Тектонофизика помогает проводить более качественную геологическую съемку, а так же выяснить особенность формирования структур. Главным является то, что тектонофизика способствует более целенаправленному поиску месторождений полезных ископаемых [2].

В тектонофизике выделяются группы направлений [1].

1. Развитие физических основ тектонофизики, создание методов количественной оценки физических характеристик тектонических процессов (перемещений, деформаций, напряжений, разрывов и реологических свойств массива) по натуральным данным и с помощью моделирования.

2. Развитие физической теории тектонических процессов (собственно тектонофизики) – изучение механизмов деформирования участков массива в коре и литосфере – закономерностей формирования тектонических структур и возникающих в связи с этим напряжений, деформаций, разрывов при различном масштабе изучаемых структур, от мелких до наиболее крупных.

3. Разработка специализированных вопросов тектонофизики, связанна по М.В. Гзовскому [1] с ее использованием для решения ряда теоретических и практических задач геологии и геофизики (при выяснении причин тектонических движений и образования различных магм, при сейсмораионировании и прогнозе землетрясений, при поиске, разведке и разработке месторождений).

Исследования полей напряжений позволяют судить об особенностях геодинамики земной коры и верхней мантии, современных тектонических процессах в недрах Земли, механизме формирования сейсмофокальных зон и взаимодействия литосферных блоков [5]. Это обусловлено наличием связи между геодинамической обстановкой и образованием различных тектонических структур. С распределением упругих напряжений в недрах и наличием обстановки сжатия или растяжения связаны также инъекции магматических расплавов, миграция высокоподвижных рудонесущих гидротерм и флюидов, что представляет определенный интерес для решения задач металлогении и поиска месторождений полезных ископаемых.

К настоящему времени выполнен ряд региональных исследований по определению направления главных тектонических напряжений во многих сейсмоактивных районах мира, в том числе в пределах Курило-Камчатской островной системы. При увеличении детальности наблюдений в каждом конкретном районе обнаруживается сложная мозаичная структура полей напряжений (чередование зон сжатия и растяжения). Это имеет особое значение, поскольку деформации, существующие в современном локальном поле напряжений, являются следствием искажения регионального поля на геолого-структурных неоднородностях [4].

В Охотоморском регионе, находящемся в зоне перехода от Евразийского континента к Тихому океану, характеризующейся высоким уровнем сейсмичности и активным вулканизмом, большое значение для решения фундаментальных вопросов геотектоники основных тектонических элементов Земли имеет исследование землетрясений, сейсмоструктоники и глубинного строения. Изучение закономерностей пространственного распределения и изменения во времени тектонических напряжений является важным направлением в сейсмологии. Для изучения локального поля упругих напряжений в районе Южных Курил была выполнена специальная площадная постановка, при которой регистрация колебаний осуществлялась одновременно в точках наблюдений в южной, средней и северной частях о-ва Кунашир (на юге Большой гряды) и на островах Шикотан и Юрий (Малой гряды) [3]. В результате расчетов механизмов землетрясений, были построены схемы распределения значений коэффициентов Лодэ – Надаи и интенсивности среднего механизма для каждой из определенных областей с преобладающим напряжением сжатия или растяжения. В целом установлено, что не имеется какого – либо единого механизма деформирования структур района, и поля напряжений мозаичное [4].

Результаты определения механизмов очагов землетрясений позволили выделить в районе Курил ряд зон преимущественного сжатия и растяжения. Анализ положения этих зон в плане показывает, что в целом они группируются в три большие области. Эти области протягиваются в северо-восточном направлении согласно простираению дуги и желоба. В центральной области расположены зоны преимущественного сжатия, а в крайних – растяжения. Осевая линия области сжатия равно удалена от глубоководного желоба и Большой Курильской гряды на траверзе острова Шикотан. В краевых частях она расширяется к западу, т. е. граница южного фланга смещена к Хоккайдо, а северного – к хребту Витязя (подводному продолжению Малой Курильской гряды). Ширина центральной области, проекция которой соответствует островам Малой гряды (Шикотан и Полонского) составляет 30-40 км, а к северу на траверзе южной оконечности острова Итуруп и к югу района острова Хоккайдо она увеличивается до 100 км.

В центральной области объединены шесть зон преимущественного сжатия. Они расположены в основном на глубинах 30-80 км. Размеры и форма зон подобны. В плане они имеют эллипсообразную форму. Малая ось эллипсов составляет 25-30 км, большая – 35-85 км. Следует отметить стабильность направления осей сжатия. Они повсеместно ориентированы ортогонально простираению дуги и желоба. Большинство зон (5 из 6) группируются близко друг к другу на широте соответствующей северной половине Малой гряды и южной оконечности Итурупа. Несколько обособленно от них расположена лишь область сжатия, установленная в районе полуострова Немуро (северо-восточная оконечность Хоккайдо), однако она укладывается в общую полосу области сжатия северо-восточного направления.

Одна область растяжения расположена к северо-западу от центральной области сжатия и включает острова Малой Курильской гряды. Она изометрична в плане и имеет размеры в поперечнике не менее 80-90 км. В нее входят две зоны. Одна выделяется к юго-востоку от Малой гряды, в пределах ее притихоокеанского склона, другая – к северо-западу, под Срединно-Курильским прогибом, разделяющим Большую и Малую Курильские гряды. Глубина очагов землетрясений, соответствующих этим зонам, наибольшая из всех рассмотренных нами. В первой зоне она составляет 30-80 км, во второй – 100-135 км. Направление осей растяжения в обеих зонах в целом ортогонально простираению островной дуги.

Другая область растяжения выделена к юго-востоку от центральной области сжатия. Она расположена между осью глубоководного желоба и средней частью приостровного склона желоба. Ширина ее не менее 60-80 км. В этой области объединено три зоны преимущественных растяжений, которые сочленяются и имеют близкие направления осей растяжения. Глубина залегания очагов землетрясений в этих зонах минимальная – от 10 до 5 км. Направление осей растяжения в целом также ортогонально простираению островной системы. Имеет место лишь небольшое отклонение азимутов осей сжатия с 320° на востоке до 346° на западе [3].

Кроме того для изучения тектонических структур, сейсмоструктоники и новейшей тектоники большой интерес представляет изучение напряженного состояния и сейсмодислокаций в очаговых зонах сильных и катастрофических землетрясений.

Были проведены исследования уникальных катастрофических и сильных землетрясений 15.11.2006 г. и 13.01.2007 г., произошедших в районе Средних Курил к востоку от острова Симушир с моментными магнитудами ( $M_w$ ) для первого землетрясения  $M_w$  8,3 и  $M_w$  8,1 соответственно для второго [4]. Выполнен анализ афтершоков Симуширских землетрясений, положения главных толчков и механизмов, а также глубинного строения и разрывной тектоники [5].

В результате установлено следующее. Активизация в центре Курильской гряды началась в конце сентября 2006 года. Гипоцентр главного толчка первого землетрясения 15.11.2006 г. расположен в области западной внешней стороны сейсмофокальной зоны на ее перегибе под приостровным склоном желоба в резко воздымающемся гранулит-базитовом («базальтовом») слое коры вместо гранито-базитового. Соответственно сейсмическая скорость здесь существенно увеличилась. Второй очаг 13.01.2007 г. находится под осью глубоководного желоба. Установлено соответствие в целом зон концентрации эпицентров афтершоков региональным разломам восточнее Средних Курил. По результатам исследования механизмов главных толчков землетрясений 15.11.2006 г. и 13.01.2007 г. установлено, что первое являлось пологими надвигом, второе – сбросом, что говорит соответственно об остановке сжатия в первом случае и растяжения во втором. Сопоставление этих данных с вычислениями механизмов очагов других землетрясений в районе Средних Курил, анализ их положения представляет большой интерес для разработки модели образования сейсмофокальной зоны, в том числе механизма субдукции.

Таким образом, в результате выполненных исследований выделены не только зоны сжатия и растяжения, но и установлены более детальные (локальные) особенности регионального поля напряжений.

## Литература

1. Гзовский М. В. Основы тектонофизики. - М.: Наука. 1975. 536 с.
2. Гончаров М. А., Талицкий В. Г., Фролова Н. С. Введение в тектонофизику. - М.: Книжный дом «Университет», 2005. – 496 с.
3. Злобин Т. К. Строение земной коры и верхней мантии Курильской островной дуги (по сейсмическим данным). – Владивосток: 1987. – 150 с.
4. Злобин Т.К., Полец А.Ю., Д.А.Сафонов Д.А. Напряженное состояние и сейсмодислокаций в разломах литосферы юга Сахалина и Курил //Разломообразование и сейсмичность в литосфере: тектонофизические концепции и следствия. Тез.докладов Всероссийского совещания 17-22 августа 2009. – Иркутск: 2009. - С.90-92.
5. Полец А.Ю Злобин Т.К. Исследования закономерностей тектонических напряжений в Курило-Камчатской зоне //Разломообразование и сейсмичность в литосфере: тектонофизические концепции и следствия. Тез.докладов Всероссийского совещания 17-22 августа 2009. – Иркутск: 2009. - С.117-119.

**НЕФТЕГАЗОНОСНОСТЬ ДОПЛИТНОГО КОМПЛЕКСА СУРГУТСКОГО СВОДА  
(ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ГЕОПЛОТНОСТНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ)****Г.В. Подпругин, С.Г. Плеханов****Научные руководители профессор В.И. Исаев, доцент Г.А. Лобова  
Югорский государственный университет, г. Ханты-Мансийск, Россия**

Прогноз нефтегазоносности доплитного комплекса Сургутского свода получен при геоплотностном моделировании вдоль регионального сейсмопрофиля XIII, пересекающего все структуры I порядка центральной части Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции. В доюрском комплексе резервуары и материнские толщи, скорее всего, представлены вторичными коллекторами и слабо метаморфизованными осадками, выражающимися в разрезе зонами разуплотнения. Полагаем, что применение геоплотностного моделирования [3] позволяет выявить зоны разуплотнения и выполнить их нефтегеологическую интерпретацию.

**Характеристика нефтегазоносности разреза**

Моделируемый траверс (рис. 1) пересекает Среднеобскую НГО [1]. В ее пределах выделяются Сургутский и Вартовский НГР.

*Сургутский НГР* отличается высокой разведанностью недр и богатейшими запасами УВ. Мощный осадочный чехол (до 3700 м) вмещает многопластовые залежи с этажом нефтеносности до 1100 м. К Сургутскому своду приурочены Нижне-Сортимское нефтяное месторождение с залежами нефти в среднеюрском НГК (пласт Ю<sub>2</sub>) и меловом НГК (пласты БС<sub>18-20</sub>, АС<sub>12</sub>). К Конитлорской мегатеррасе, осложняющей западную часть Сургутского свода, приурочено крупное Конитлорское месторождение нефти. Основными продуктивными пластами являются отложения тюменской свиты (пласт Ю<sub>2</sub>), васюганской свиты (пласт Ю<sub>1</sub>), ачимовской свиты (пласты АЧ<sub>1,2,4,5</sub>) и сортимской свиты (неокомские клиноформы). К зоне сочленения Тончинского прогиба и Когалымской вершины приурочено крупное Тевлинско-Русскинское нефтяное месторождение с залежами в среднеюрском НГК (пласты Ю<sub>2</sub><sup>2-1</sup>), верхнеюрском НГК (пласты Ю<sub>1</sub><sup>2-1</sup>, Ю<sub>0</sub>) и меловом НГК (пласты БС<sub>22-21</sub>, БС<sub>19-17</sub>, БС<sub>12-10</sub>). К Когалымской вершине и ее восточному склону приурочены крупные и средние по запасам месторождения: Дружное, Когалымское, Восточно-Ягунское и Южно-Ягунское с залежами нефти в верхнеюрском (пласт Ю<sub>1</sub>) и меловом (пласты БС<sub>20</sub>, БС<sub>19-18</sub>, БС<sub>16</sub>, БС<sub>11-10</sub>) НГК.

Месторождения *Вартовского НГР* расположены на Ватьеганском валу, осложняющему Северо-Вартовскую мегатеррасу. К нему приурочено уникальное по запасам Ватьеганское месторождение нефти с залежами в верхнеюрском НГК (пласт Ю<sub>1</sub><sup>2-1</sup>), ачимовском НГК (пласт АЧ<sub>2</sub>) и основном меловом НГК (пласты БВ<sub>10</sub>, БВ<sub>7-6</sub>, БВ<sub>1-0</sub> неокомского клиноформного комплекса и пласты АВ<sub>8-6</sub>, АВ<sub>2-1</sub> неокомского покровного комплекса). Восточнее, по траверсу расположено крупное Повховское нефтяное месторождение с залежами в верхнеюрском НГК (пласт Ю<sub>1</sub><sup>1</sup>), ачимовском НГК (пласт АЧ<sub>2</sub>) и меловом НГК (пласты БВ<sub>14</sub>, БВ<sub>10</sub>, БВ<sub>9</sub>, БВ<sub>7</sub>). Оно приуроченно к зоне сочленения Ватьеганского вала и Пякупурского мегапрогиба. Западно-Варьеганское месторождение с залежами нефти в среднеюрском и меловом НГК расположено в Пякупурском прогибе.

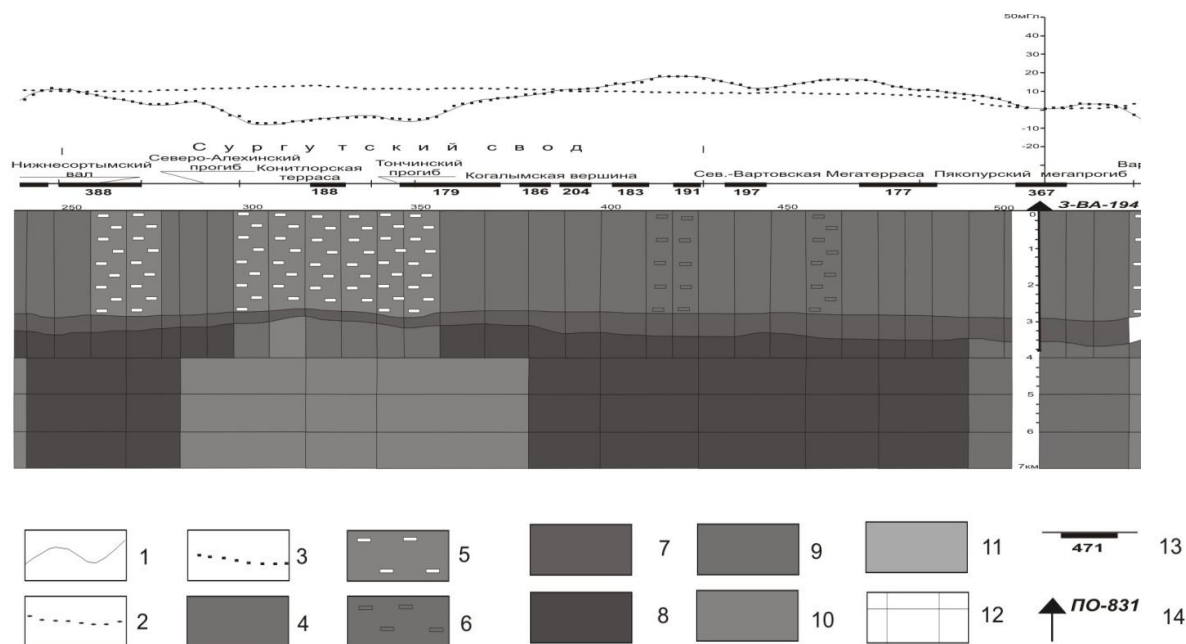
**Геоплотностная модель разреза**

В результате геоплотностного моделирования был построен разрез [2], гравитационный эффект которого оптимально соответствует наблюдаемому полю (рис. 1). Разуплотнения и уплотнения выделены по отношению к априорным значениям плотности, принятым в соответствии с литологией юрских и доюрских отложений в «реперных» скважинах 831 Поснокортской (ПО-831) и 194 Западно-Варьеганской (З-ВА-194).

В расчетном разрезе разуплотнение кровли доюрских отложений (мощности 0.5...1.0 км) получено в центральной части Сургутского свода. Узким «окном» фиксируется наиболее интенсивное разуплотнение в кровле доюрских отложений (до 0.10-0.15 г/см<sup>3</sup>). В целом здесь крупная обособленная зона разуплотнения доюрского комплекса (до глубины 6-7 км), выполненная, по-видимому, породами с плотностями слабометаморфизованных терригенно-осадочных или дезинтегрированных магматических разностей.

Заметных вариаций плотности юрских отложений не выявлено.

Послеюрские отложения разуплотнены в западной и центральной частях Сургутского свода и на Нижне-Сортимском вале. Уплотнения послеюрских отложений отмечаются локально в восточной части Сургутского свода и на Северо-Вартовской мегатеррасе.



**Рис. 1.** Геоплотностная модель вдоль регионального сейсмопрофиля XIII (Сургутский свод): графики силы тяжести – 1) наблюдаемого поля, 2) априорного разреза, 3) расчетного разреза; 4) послеюрские отложения; разуплотнения (5) и уплотнения (6) послеюрских отложений, до  $0,05 \text{ г/см}^3$ ; 7) юрские отложения; 8) доюрские отложения; разуплотнения доюрских отложений (9–11) до  $0,05$ ;  $0,05 \dots 0,10$  и  $0,10 \dots 0,15 \text{ г/см}^3$ , соответственно; 12) блокировка разреза при моделировании; 13) месторождение УВ и его номер на разрезе; 14) «реперная» скважина. Месторождения УВ: 388 - Нижнее-Сортымское, 188 - Конитлорское, 179 - Тевлинско-Русскинское, 186 - Когалымское, 204 - Восточно-Ягунское, 183 - Южно-Ягунское, 191 - Дружное, 197 - Ватъеганское, 177 - Повховское, 367 – Западно-Варъеганское.

#### Нефтегеологическая интерпретация геоплотностного разреза

К Северо-Вартовской мегатеррасе и восточному склону Сургутского свода приурочены Повховское, Ватъеганское, Дружное, Южно-Ягунское, Восточно-Ягунское и Когалымское нефтяные месторождения. Этаж нефтеносности охватывает верхнеюрский и меловой НГК. Месторождения относятся к категории от средних до уникальных. Здесь мощный осадочный чехол обеспечил входение в «нефтяное окно» нефтепроизводящих свит и верхней юры (баженовская), и мела (ачимовская). На траверсе этих месторождений в геоплотностной модели не выявлено заметных разуплотнений. Поэтому нет предпосылок для существования каналов вертикальной миграции УВ, а, следовательно, все залежи в значительной степени являются «in se». Здесь своеобразный участок геотраверса, где выявлена симметричная пара локальных уплотнений послеюрских отложений. Эти уплотнения как бы «запечатывают» по латерали уникальное Ватъеганское и крупное Дружное нефтяные месторождения.

На Сургутском своде, над масштабной зоной разуплотнения доюрских отложений, расположены крупные Тевлинско-Русскинское и Конитлорское нефтяные месторождения. Залежи нефти приурочены к средне-, верхнеюрским и меловому НГК. Отложения низов тюменской свиты отсутствуют, разрез средней юры сокращен. Генерация УВ возможна как в битуминозных отложениях тутлеймской свиты (аналог баженовской свиты), так и в терригенно-карбонатных отложениях палеозоя. Ниже перекрывающих эффузивов и вулканитов триаса вероятны резервуары нефти (?), газоконденсата и сухого газа.

На западном склоне Сургутского свода, к осложняющему его Нижне-Сортымскому валу, приурочено одноименное месторождение нефти. Генерирующую роль, по-видимому, играют отложения тутлеймской свиты, и углеводороды мигрируют в пласт Ю2 и разуплотненные меловые отложения.

#### Заключение

Выполненное сопоставление месторождений, нефтегазоносных комплексов с плотностной структурой фундамента и плитного чехла показало их согласованность. Над масштабной разуплотненной зоной доюрских отложений на Сургутском своде расположены Тевлинско-Русскинское и Конитлорское нефтяные месторождения. Залежи Нижне-Сортымского нефтяного месторождения тяготеют к разуплотненному меловому комплексу. В пределах Сургутского свода выполнен прогноз крупной зоны нефтегазоаккумуляции в доюрском разрезе с резервуарами нефти (?), газоконденсата и сухого газа.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта на проведение поисковой научно-исследовательской работы в рамках реализации ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 гг., конкурсы по мероприятию 1.2.1.

## Литература

1. Атлас «Геология и нефтегазоносность Ханты-Мансийского автономного округа» / Ред. Ахпателов Э.А., Волков В.А., Гончарова В.Н. и др. - Екатеринбург: Изд-во «ИздатНаукаСервис», 2004. – 148 с.
2. Исаев В.И., Лобова Г.А. Корреляция плотностной структуры доюрских отложений и зон нефтегазоаккумуляции вдоль регионального сейсмопрофиля XIII (центральная часть Западно-Сибирской плиты) // Геофизический журнал. – 2008. – Т.30 - №1. – С.3-27.
3. Исаев В.И., Старостенко В.И. Оценка нефтегазоматеринского потенциала осадочных бассейнов Дальневосточного региона по данным гравиметрии и геотермии // Геофизический журнал. – 2004. – Т.26. - №2. – С.46–61.

**МЕСТОРОЖДЕНИЯ УГЛЕВОДОРОДОВ ГИДРОТЕРМАЛЬНОГО ГЕНЕЗИСА:  
МЕХАНИЗМ ОБРАЗОВАНИЯ, ПОИСКОВЫЕ КРИТЕРИИ И МЕТОДЫ****С.А. Попов, А.А. Беспалов**

Научный руководитель профессор В.И. Исаев

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия***Актуальность и значимость**

В данной статье проводится обзор проблемных вопросов нефтегазообразования в областях с различными геодинамическими условиями. Научно-практическая значимость и актуальность этой работы заключается в освещении фундаментальных (возможные механизмы нефтегазоаккумуляции) и прикладных проблем нефтегазовой геологии (целевые объекты поисково-разведочных работ на нефть и газ). Наряду с учением о геосинклиналях и платформах и осадочно-миграционной теорией образования залежей нефти и газа, ныне разрабатываются плитная тектоника и геофлюидодинамические концепции формирования месторождений полезных ископаемых. На первом месте этой концепции - пространственная привязка месторождений нефти и газа к рифтовым зонам и зонам субдукции земной коры [2, 3, 7]. Обоснованность новых подходов аргументируется открытиями месторождений в фундаменте, районах палео- и современного рифтогенеза, нетрадиционных резервуаров в известных нефтегазоносных бассейнах.

**Состояние проблемы и научная новизна**

Рядом исследователей принято, что современные нефтяные и газовые месторождения могут быть отнесены к разновидностям флюидных термальных систем, связанных с дегазацией глубинных сфер Земли [2, 7]. Газовая составляющая этих систем генетически связана с эндогенными процессами абиогенного синтеза УВ и частично участвует в образовании нефтяных или газовых месторождений. Эти глубинные (гидротермальные) потоки формируют сверхкритические условия, которые инициируют процессы термической деструкции керогена в вышележащих осадочных толщах. Основной источник нефтяных и газовых углеводородов (УВ) – рассеянное органическое вещество (РОВ) осадочных отложений. Флюидодинамическая активность и огромная экстракционная способность газовой флюидной среды приводит в движение образующиеся жидкие и газообразные УВ. Суммарное влияние глубинных факторов (давления, температуры, сейсмической, флюидодинамической активности и др.) направляет и перемещает флюидные потоки в зоны разгрузки – ловушки, к поверхности Земли.

По настоящее время не выяснены следующие вопросы:

Какова доля мангитных углеводородов в составе нефти и газа известных месторождений?

Какова миграционная подвижность жидких нефтяных УВ? Возможно ли перемещение жидких углеводородов на значительные расстояния?

Механизм миграции жидких углеводородов.

Достоверность и информативность аномалий геофизических и геохимических параметров на наличие залежей и/или каналов миграции?

**Характеристика режимов нефтегазоаккумуляции в рамках флюидодинамической модели**

Флюидодинамическая модель (разновидности - модель «корового волновода» [4], гляциотектоническая модель [5], геосолитонная модель [2], концепция геологической юности газовых и газоконденсатных месторождений [1]) рассматривает эволюцию литосферы как циклический процесс раскрытия и закрытия океанических пространств с образованием на их месте континентальных масс. В процессе циклического развития литосфера проходит ряд стадий и фаз, из которых для нефтегазообразования наиболее благоприятными являются режимы частичной или полной субдукции и рифта. В рамках модели рассматривается и третья, более спокойная, обстановка нефтегазообразования – классический депрессионный геодинамический режим.

*Субдукционно-обдукционный геодинамический режим* (рис. 1) характерен для зон поддвига литосферных плит, расположенных по окраинам океанов. Субдукционный механизм приводит к нагромождению огромных масс осадков с РОВ (аккреционные призмы) и их затягиванию под океаническую плиту, где они оказываются в жестких термобарических условиях. РОВ накапливается на континентальных окраинах и в глубоководных желобах, по мере продвижения к зоне субдукции, и в среднем достигает 0,78 %. В зонах поддвига, под действием высоких температур (100-400 °С) в течение 1-2 млн лет происходит трансформация РОВ в капельно-жидкую нефть, которая стремится уйти в область меньшего давления и температуры. Этому движению помогают гидротермальные флюиды (температура до 400 °С, давление  $>2 \cdot 10^7$  Па), выделяющиеся из водонасыщенных (до 50 % поровой и кристаллизационной воды) океанических осадков, попавших в зоны поддвига. При движении они выжимают, растворяют и выносят капельно-жидкую нефть. Поднимающиеся по трещинам термальные растворы УВ разгружаются в пределах литосферного выступа и в тылу островодужной системы.

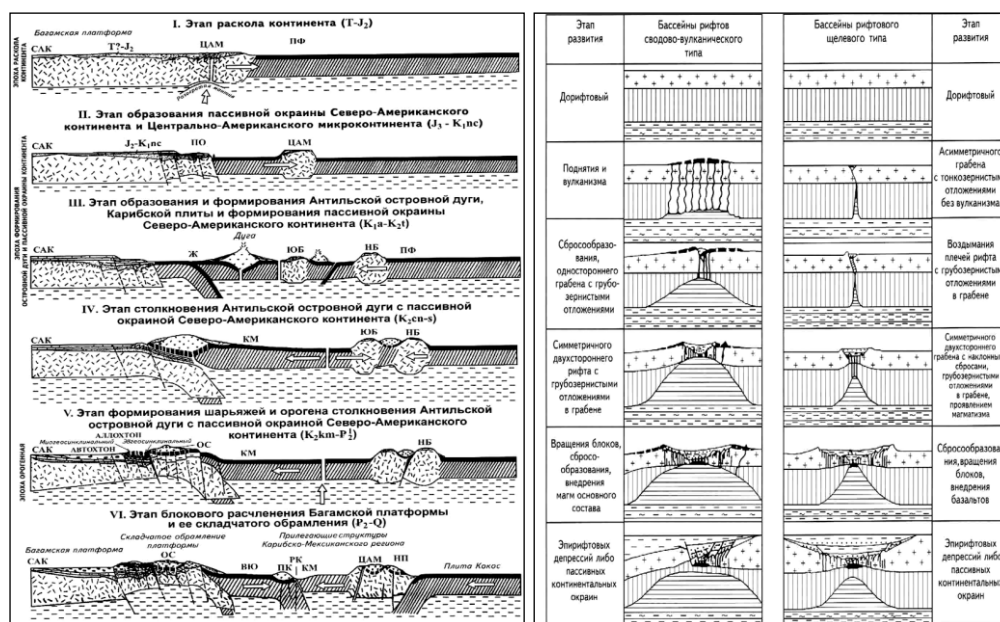


Рис. Схема формирования бассейнов орогенов (слева) и нефтегазоносных бассейнов, связанных со сводово-вулканическими и щелевыми континентальными рифтами (справа) [8]

По мере удаления от зон поддвига температура и давление термальных вод уменьшаются, замедляется и скорость фильтрации. Создаются условия, благоприятные для выделения отдельных фаз жидких и газообразных УВ-флюидов и образования залежей нефти и газа. Эти залежи будут локализоваться в стороне окраин поддвигаемых континентальных платформ.

*Рифтогенный геодинамический режим* (рис.) присущ внутриконтинентальным и окраинно-континентальным системам рифтов. Рифты и надрифтовые депрессии, по мере развития, заполняются мощной толщей осадков (4-7 км), обогащенных органикой. Высокий тепловой поток, который идет от приближенного к подошве литосферы астеносферного выступа, активизирует процессы нефтегазообразования из РОВ пород. Подогретый водоминеральный поток, идущий из низов литосферы и состоящий из воды, водорода, гелия, углекислого газа, метана и других компонентов, вымывает жидкие и газообразные УВ и перемещает их в пласты-коллекторы осадочного чехла.

*Депрессионный геодинамический режим* характерен для ряда крупных внутриплатформенных впадин и некоторых межгорных впадин. Режим характеризуется гораздо меньшей прогреваемостью недр, чем субдукционный и рифтогенный. Процесс нефтегазообразования идет «вяло» и для его активизации осадкам необходимо погрузиться на глубины 2-3 км в главную зону нефтегазообразования по А.Э. Конторовичу [6].

Оригинальная разбивка всех известных мировых месторождений на три основные группы для сравнения масштабов нефтегазообразования в разных геодинамических режимах показала, что *субдукционно-обдукционный геодинамический режим* обеспечивает генерацию 80 % всех выявленных запасов УВ, на долю *рифтогенного режима* приходится 15 % запасов и лишь 5 % формируется в *депрессионных бассейнах* [3].

#### Поисковые критерии и методы исследования аномалий, связанных с гидротермами и сингенетичными им месторождениями углеводородов

В силу вышеозначенных термобарических условий протекания генерации и эмиграции, целевыми объектами геолого-разведочных работ на нефть и газ, наряду с месторождениями, связанными с осадочными нефтематеринскими толщами внутриконтинентальных синклиналиных прогибов, будут месторождения, тесно связанные с гидротермальными системами и вулканическими процессами, особенно с участками рифтогенеза и коллизий литосферных плит. Исходя из особенностей перечисленных выше объектов, в число *основных поисковых критериев физико-химических полей на наличие УВ-скоплений гидротермального генезиса* предстоит включить: интенсивные малоразмерные в плане тепловые аномалии; зоны разуплотнения фундамента и осадочного чехла; аномалии радиационного поля (по ГК) и вариации значений макро- и микроэлементных примесей в пластовых водах. Современная гравитационная и сейсмическая разведка успешно справляется с обнаружением и картированием разломной схемы земной коры, выявлением «активно живущих» тектонических нарушений (возможные каналы миграции УВ). Для локализации тепловой активности недр применяется инфракрасная и скважинная геотермия. Достоверность выявленных аномалий контролируется геохимическими анализами пород и пластовых флюидов [8].

#### Литература

1. Амурский Г.И. Концепция геологической юности формирования газовых месторождений «Газ на марше» // Oil and Gas Geology. – 2002. - №64. - С. 11-17.

2. Бембель Р.М., Мегеря В.М., Бембель С.Р. Геосолитоны: функциональная система Земли, концепция разведки и разработки месторождений углеводородов. – Тюмень: Изд-во «Вектор Бук», 2003 г. – 344 с.
3. Гаврилов В.П. Геодинамическая модель нефтегазообразования в литосфере и её следствия // Геология нефти и газа. – 1998. - №6. - С. 2-12.
4. Дмитриевский А. Н., Баланюк И.Е. Роль угленосных формаций в формировании газовых залежей // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. – 2009. - № 5. - С. 4-19.
5. Дмитриевский А.Н. Фундаментальные проблемы геологии нефти и газа // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. – 2004. - № 12. – С. 4-8.
6. Конторович А.Э., Парпарова Г.М., Трушков П.А. Метаморфизм органического вещества и некоторые вопросы нефтегазоносности (на примере мезозойских отложений Западно-Сибирской низменности) // Геология и геофизика. – 1967. - № 2. – С. 16-28.
7. Коробов А. Д., Коробова Л.А. Разуплотнение пород и фазовая зональность нафтидов Западно-Сибирской плиты как отражение гидротермально-метасоматических процессов // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. – 2008. - № 9. - С. 21-27.
8. Смирнов Е.В., Хилько А.П., Боровикова Л.В. и др. Использование геолого-геофизических, неотектонических и геохимических критериев при прогнозе нефтегазоносности осадочных бассейнов Сибири // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. – 2009. - №3. - 4-10.

## ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ РАБОТ В ПРЕДЕЛАХ КИНГАШСКОЙ ПЛОЩАДИ

**М.В. Попов, М.Н. Гаврилов**

Научные руководители профессор Л.Я. Ерофеев, доцент А.Н. Орехов

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

Кингашская площадь располагается в пределах Идарского Белогорья Восточного Саяна в верховьях долины р. Кингаш, правого притока р. Кан, а в геологическом отношении – в пределах Канской глыбы – выступа докембрийского кристаллического основания Сибирской платформы, среди структур её юго-западного обрамления. Площадь входит в состав Саянской никель-платиноносной провинции, чем обусловлены высокие оценки перспектив обнаружения здесь промышленных запасов Cu-Ni руд. Для определения наиболее вероятных закономерностей проявления рудоносных мафит-ультрамафитовых массивов в геофизических полях использовались априорные петрофизические данные по известному рудопроявлению площади. Результатом анализа стала петрофизическая модель рудной залежи (табл.1, 2),

*Таблица 1*

*Петрофизическая модель Кингашской рудной зоны по данным лабораторных исследований*

Зона	Плотность	Магнитная восприимчивость	Сульфидность
Сульфидно-магнетитовая	Крайне низкая	Весьма высокая	Повышенная
Фланговой сульфидизации	пониженная	умеренная	Слабо повышенная

*Таблица 2*

*Петрофизическая модель Кингашской рудной зоны по данным ГИС*

Зона	Содержание магнетита	Соотношение между КМВ и МСК	Продуктивность
Сульфидно-магнетитовая	Высокое	Обратное	Высокая
Фланговой сульфидизации	Слабо повышенное	прямое	Умеренная

При создании петрофизической модели использовались фондовые и вновь полученные в ходе разведки рудопроявления данные геофизических исследований скважин, позволяющие оценить магнитную восприимчивость, плотность, естественную гамма-активность, кажущееся удельное электрическое сопротивление, обогащенность пород минералами-полупроводниками, и, в первую очередь, сульфидами [1].

В результате сопоставления и анализа полученной петрофизической модели с геологическими данными, можно сделать следующие выводы:

а) при серпентинизации гипербазитов скорее всего происходило не только перераспределение, но и привнос основных рудных элементов;

б) петрофизическая зональность не всегда развивается закономерно относительно простираения интрузий кислого состава, но во всех случаях наблюдается изменение Cu/Ni отношения вблизи таковых;

в) габбро, габбро-амфиболиты, амфиболиты не магнитны и не содержат Cu-Ni минерализацию;

г) в слабых магнитных полях возможно проявление существенно никелевой минерализации, связанной с локальными зонами гидротермально измененных пород, но только на выклинивании (в окрестности) интенсивных магнитных аномалий Кингашского типа.

Дальнейшая работа по выявлению комплексных геофизических критериев Cu-Ni оруденения Кингашского типа велась с привлечением результатов наземных геофизических исследований, в состав которых входили следующие методы:

- магниторазведка, которая применялась для расчленения различных по магнитным свойствам образований, локализации участков развития медно-никелевого оруденения, картирования областей развития метасоматоза и связанного с ним благороднометалльного оруденения, а также для картирования тектонических нарушений по особенностям структуры магнитного поля;

- профилирование ВП на переменном токе, позволившее расчленить различные по удельному электрическому сопротивлению и поляризуемости образования, выявить области окварцевания, сульфидизации, а также оценить потенциальный масштаб сульфидного оруденения;

- метод естественного электрического поля, который использовался для выявления областей сульфидизации, а также совместно с методом ВП, служил для оценки потенциального масштаба сульфидного оруденения;

- наземные гамма-спектрометрические исследования по отдельным профилям.

Окончательным результатом совместного анализа результатов наземных геофизических работ и петрофизических исследований в пределах Кингашской площади стали комплексные геофизические критерии рудоносности изучаемых мафит-ультрамафитовых массивов:

- интенсивная положительная аномалия магнитного поля изометричной (или близкой к ней формы), имеющая дипольную структуру, то есть сопряжённая с глубоким минимумом, расположение ее в окрестности интенсивной комплексной радиоактивной аномалии;

- пространственная связь участков повышения и понижения магнитного поля, обратные соотношения между локальными магнитными и гравитационными аномалиями (на фоне в целом повышенных значений поля силы тяжести) внутри магнитной аномалии;

- понижение кажущегося удельного электрического сопротивления, повышение поляризуемости и отрицательные аномалии естественного электрического поля в границах магнитной аномалии;

- высокая дисперсия магнитного поля (по результатам наземной магнитной съёмки) при высоких значениях индукции магнитного поля;

- низкая радиоактивность и относительное преобладание урана над другими радиоактивными элементами внутри магнитной аномалии и его дефицит в остальной области пониженной радиоактивности;

- зональные ореолы радиоактивных элементов в пределах и в окрестности магнитной аномалии.

Актуальность продолжения работ по доизучению, в рамках представленного геофизического комплекса, Кингашских мафит-ультрамафитовых массивов и созданию устойчивых петрофизической и геофизической моделей оруденения остается достаточно высокой, что обусловлено высокими перспективами обнаружения в пределах исследуемой площади «слепых» залежей промышленного типа. Другой актуальной задачей становится создание эффективного комплекса геолого-геофизических методов по доизучению ранее выявленных комплексных геофизических аномалий. Для этого необходимо добавить в рабочий комплекс методы зондирования, с учетом сложных условий заземления и значительной расчлененности рельефа, вероятно, из ряда электромагнитных методов [2].

#### Литература

1. Ерофеев Л. Я., Номоконова Г. Г., Орехов А. Н., Попов М. В. Структура физических полей Кингашского месторождения. // Цветные металлы Сибири -2009. Сборник докладов первого международного конгресса в составе XV международной Конференции «Металлургия цветных и редких металлов V симпозиума «Золото Сибири». – Красноярск: 2009. - С - 95-105.
2. Андреева Е. В., Бобачев А. А., Варенцов И. Н., и др. Комплексирование геофизических методов при поисках медно-никелевых руд на объектах ГМК «Норильский никель» // Разведка и охрана недр. – 2006. - №8. – С. 71-79.

### ПОИСК ОПТИМАЛЬНОГО АЛГОРИТМА ИНТЕРПРЕТАЦИИ ЭЛЕКТРОРАЗВЕДОЧНЫХ ДАННЫХ

Н.С. Попова

Научный руководитель доцент А.В. Татаркин

*Пермский государственный университет, г. Пермь, Россия*

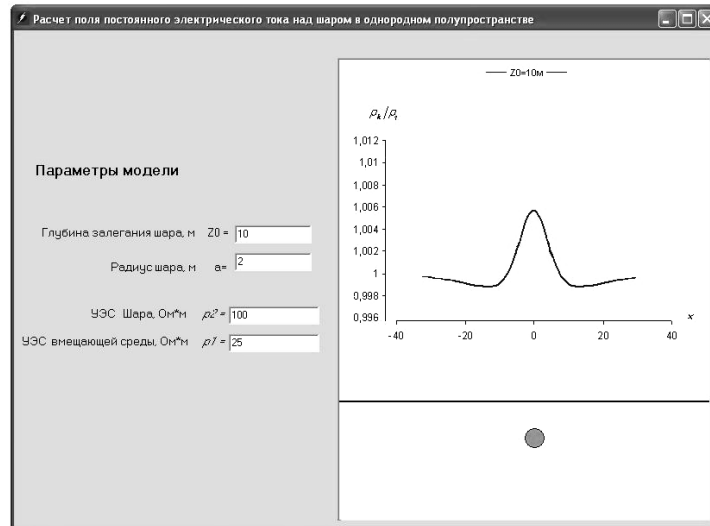
Методы электроразведки довольно активно используются для изучения глубинного строения Земли, поисков месторождений полезных ископаемых, решения экологических задач. Завершающим этапом в исследованиях всегда является интерпретация полученных данных, которая сводится к решению прямой задачи и достижению минимальной ошибки подбора по полученным практическим и рассчитанным теоретическим кривым на ЭВМ. В последнее время арсенал интерпретатора геофизических данных изобилует множеством алгоритмов обработки полевых материалов. Ресурсы объектно-ориентированного программирования позволяют создавать дружественные интерфейсы и работать с данными, полученными с помощью различных методик наблюдения.

Автором данной статьи, в поисках оптимального алгоритма интерпретации данных вертикальных электрических зондирований, разработана программа «Модель» расчета поля постоянного электрического тока над некоторыми геоэлектрическими моделями, такими как шар в однородном полупространстве и вертикальный контакт двух сред, имеющих разное электрическое сопротивление [3]. Очевидно, что расчет и анализ поля в таких моделях представляет практический интерес для оценки и истолкования электрических аномалий, полученных над различными геологическими ситуациями. В основе программы «Модель» лежит уравнение Лапласа, которое в сферической системе координат описывается:



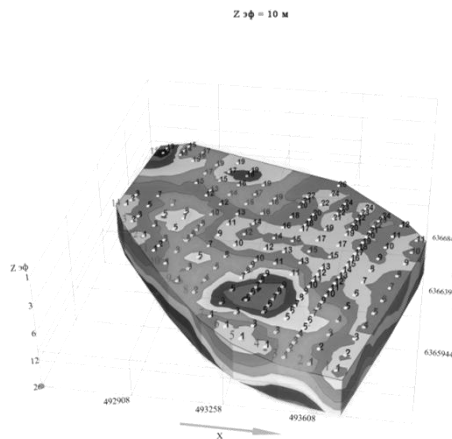
$$\frac{\partial}{\partial r} \left( r^2 \frac{\partial U_a}{\partial r} \right) + \frac{1}{\sin \theta} \frac{\partial}{\partial \theta} \left( \sin \theta \frac{\partial U_a}{\partial \theta} \right) = 0, \quad \text{при } r \neq a \quad a - \text{радиус шара [1].}$$

В приведенной программе при решении прямой задачи производится расчет теоретической кривой кажущегося сопротивления по заданным параметрам разреза. В коде программы основной процедурой является вычисление отношения  $\rho_k / \rho_1$  и расчет по нему теоретической кривой (рис. 1).



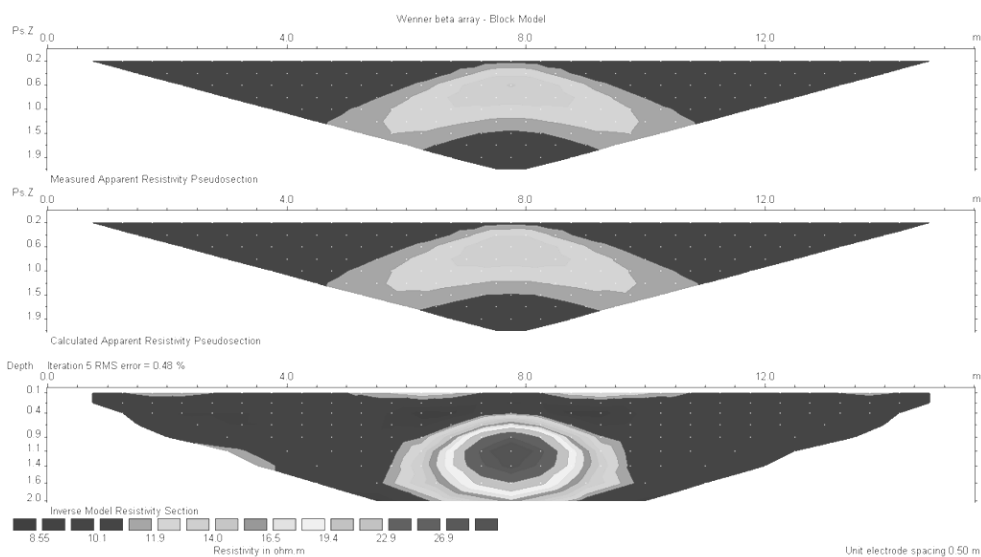
**Рис. 1. График кажущегося сопротивления над непроводящим шаром в диалоговом окне программы «МОДЕЛЬ»**

Интерпретацию результатов электрического зондирования можно осуществлять с помощью автоматизированной интерактивной системы «ЗОНД», включающей следующие графы обработки и интерпретации: 1) визуализацию и корректировку исходных данных; 2) первичную обработку результатов наблюдений; 3) качественную интерпретацию; 4) количественную интерпретацию; 5) анализ параметрических зондирований; 6) расчет геоэлектрических параметров для заданной части геоэлектрического разреза; 7) пересчет электрических параметров в другие физические характеристики среды (минерализацию, скорости, плотности) на основе использования корреляционных связей.



**Рис. 2. Представление горизонтального сечения поля кажущегося сопротивления в автоматизированной интерактивной системе «ЗОНД»**

Каждый из этапов автоматизирован и содержит блок визуализации, предназначенный для организации интерактивного режима работы и графической выдачи результатов в виде графиков, разрезов, карт и объемных отображений расчетных и наблюдаемых полей. С помощью данной системы программ был выполнен комплекс работ, включающий первичную обработку полевого материала, качественную интерпретацию, анализ параметрического материала и графическое представление результатов [2] (рис. 2).



**Рис. 3. Наблюдаемый и рассчитанный псевдоразрезы кажущегося сопротивления вместе с моделью, полученной в программе инверсии RES2DINV версия 3.4. Изометричная неоднородность, отмеченная повышенными сопротивлениями относительно вмещающих пород**

В последнее время все больший интерес представляет томографический подход получения полевых материалов. В связи с этим нельзя не упомянуть о программе Локе RES2DINV, в которой осуществляется быстрая 2-D инверсия данных метода сопротивлений и ВП с использованием метода наименьших квадратов. Эта программа автоматически находит двумерную (2-D) модель сопротивления среды для данных, полученных с помощью томографических методик (Griffiths and Barker, 1993). Также пакет RES2DINV содержит алгоритмы интерпретации электроразведочных данных, полученных с помощью установок Веннера дипольной осевой, двухэлектродной, трехэлектродной, дипольной экваториальной, Шлюмберже и нестандартных установок [5]. Пример количественной интерпретации полевых наблюдений в программе RES2DINV представлен на рис. 3.

В данной работе автор попытался найти оптимальность различных методик интерпретации электроразведочных данных при соответствующих геологических задачах. Однозначность решения поставленных задач будет достигнута путём обработки материалов электроразведки с привлечением результатов бурения, лабораторных и опытно-фильтрационных гидрогеологических исследований.

#### Литература

1. Жданов М.С. Электроразведка: Учебник для вузов. – М.: Недра, 1986. – 316 с.
2. Колесников В.П. Основы интерпретации электрических зондирований. – М.: Научный мир, 2007. – 248 с.
3. Попова Н.С. Расчет поля постоянного электрического тока над шаром в однородном полупространстве // Современные проблемы геофизики. Девятая Уральская молодежная научная школа по геофизике. Сборник материалов. – Екатеринбург: УрО РАН, 2008. – С. 146-147.
4. Федоров А.Г. Delphi для всех. – М.: КомпьютерПресс, 2002 – 544 с.
5. Loke, M.H. Geoelectrical Imaging 2-D & 3D, GEOTOMO SOFTWARE. - August 2001

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕКУЩЕЙ НЕФТЕНАСЫЩЕННОСТИ ЧЕРЕЗ ОБСАДНУЮ КОЛОННУ

**А.А. Райкова, Т.Ю. Парфенова**  
**ОАО «ТомскНИПИнефть», г. Томск, Россия**

Большинство крупных месторождения нефти не только в Западной Сибири, но и в России в целом находятся на поздней стадии разработки. В условиях значительной выработки, а, следовательно, и высокой обводненности и сложности выработки остаточных запасов особое значение приобретают методы, способные определить текущую нефтенасыщенность через обсадную колонну. Данные о нефтенасыщенности на текущий момент необходимы для анализа выработки и при разработке месторождений с трудноизвлекаемыми запасами, особенно на стадии планирования нарезок боковых стволов и перевода пластов на выше лежащие горизонты. К сожалению, данные геофизические исследования выполняются нерегулярно и в отдельных скважинах, в основном перед проведением вышеперечисленных действий, таким образом, отсутствует системный подход к проведению исследований и к обобщению накопленных геофизических данных.

Существует несколько методов геофизических исследований для определения текущего насыщения в обсаженной скважине: нейтронные - импульсный нейтрон-нейтронный каротаж (ИННК), углеродно-кислородный каротаж (С/О каротаж); электрические - электрокаротаж, временные измерения электромагнитными методами (ИК, ВИКИЗ, ДК); акустический - волновая широкополосная акустика.

Наиболее широкое применение получила первая группа методов – нейтронные. Эти методы давно и достаточно успешно применяются на большинстве нефтяных месторождений Российской Федерации.

В основе нейтронных методов лежит изучение взаимодействия нейтронов с ядрами вещества горных пород и заполнителей скважины: неупругое, упругое рассеяние и диффузия и поглощение, а также искусственная активация. ИННК предполагает регистрацию темпа спада плотности тепловых нейтронов после периодического облучения породы пачками быстрых нейтронов.

Методика количественной оценки текущей и остаточной нефтенасыщенности методом ИННК применима для песчано-глинистых коллекторов с гранулярной пористостью при разработке залежи в условиях естественного водонапорного режима или с поддержанием пластового давления за счет законтурной или внутриконтурной закачки пресных вод в начальной стадии обводнения, когда минерализация воды, вытесняющей нефть, близка к минерализации пластовой воды. Эффективное использование методики возможно при минерализации пластовой воды не менее 150 г/л NaCl и пористости пласта более 15%. Методика количественной оценки нефтенасыщенности применима в условиях остановленных скважин при исследовании неперфорированных пластов или перфорированных, когда поступление жидкости из скважины в пласт не наблюдается. В условиях работающей скважины определение нефтенасыщенности возможно, если отсутствуют перетоки флюидов между пластами [1].

С/О каротаж – импульсный спектрометрический нейтронный гамма-метод основан на изучении вторичного гамма-излучения неупругого рассеяния быстрых нейтронов. Показания углеродно-кислородного каротажа напрямую зависят от содержания углерода и кислорода в пластовом флюиде и по соотношению весовых содержаний, которых можно оценить коэффициент нефтенасыщенности пласта. Основным аналитическим параметром для количественного определения коэффициента текущей нефтенасыщенности коллекторов является углеродно-кислородное отношение С/О [5]. Наибольшей сложностью применения С/О каротажа является его малая глубинность (10-12 см), слабая чувствительность к изменению нефтенасыщенности пласта и статистическая природа метода.

Электрические методы исследования текущей нефтенасыщенности в скважине со спущенной обсадной колонной на сегодняшний день получают все большее распространение. Тем не менее, основные принципы измерения удельного электрического сопротивления в обсаженных колоннах были разработаны еще в 1939 г. Альпийным и в 1949 г. Стюартом. Развитие современных технологий позволило в последние годы ряду компаний реализовать данный метод для применения в обсаженных скважинах [3]. Сейчас на рынке геофизических услуг представлено несколько приборов, являющихся разработками различных компаний, как зарубежных, так и отечественных: CHFR – Schlumberger; TCR – Baker Atlas - зарубежные; ЭКОС – ООО НППГТ «Геофизика» г. Пятигорск; ЭКРАН – ОАО «Тюменьпромгеофизика»; ИНТЕХ-НЭК «TimeZYX» - отечественные.

Погрешность измерения в пластах с сопротивлением 1-10 Ом\*м составляет 10 %, радиус исследования достигает 2-10 м (т.е. максимальная глубинность для ПГИ), вертикальное разрешение 1,2 м, прибор обеспечивает хорошую повторяемость записей и близость их с контрольными замерами в диапазоне до 100 Ом (полученных после бурения скважины). Однако наблюдается влияние на показания метода некоторых характеристик цементного кольца (качества, сопротивления), а также место расположения поверхностного электрода, плохой контакт между секциями обсадной колонны и электродов с колонной также негативно влияют на качество измерений (поэтому технологией работ обычно предусматривается предварительное скребкование внутренней поверхности колонны) [3].

Вследствие того, что электрический каротаж в обсаженной скважине обладает высокой стоимостью проведения работ и относительно недавно появился на рынке, еще достаточно мало встречается информации, об опыте его применения. Первый пример электрокаротажа в обсаженной скважине основывается на проведении исследований ИНТЕХ-НЭК. В июле 2009 г. на скважине в Западной Сибири проведены исследования электрического каротажа в открытом стволе и обсаженной скважине. Исследование ИНТЕХ-НЭК проведено через 10 дней после бурения и обсадки скважины. Сопоставление данных электрокаротажа в открытом стволе и колонне показывает наилучшую сходимость данных с наиболее дифференцированными зондами электрического метода ВИКИЗ [6]. Другой пример электрокаротажа в обсаженной скважине основывается на применении аппаратно-методического комплекса отечественного производства – ЭКОС-31-7 [4]. В 2006 г. ОАО «Когалымнефтегеофизика» приобрело два комплекта аппаратуры ЭКОС-31-7 у ООО НППГТ «Геофизика», г. Пятигорск. С момента приобретения аппаратуры были проведены работы в ряде скважин на различных месторождениях Западной Сибири. На начальной стадии были проведены работы в новых скважинах, где исследования в открытом стволе проводились современными приборами электрического или электромагнитного каротажа. Данный опыт показал достаточно высокую сходимость геоэлектрической характеристики разреза по ГИС в открытом стволе и по ЭКОС-31-7 при исследовании через колонну. На втором этапе работ были проведены исследования в старом фонде скважин (скважина пробурена и обсажена в октябре 1989 г.), где эксплуатационные колонны были подвержены длительному процессу коррозии, а также в интервалах, вскрытых перфорацией. В итоге, в интервале, где наблюдается значительное количество дефектов, связанных с существенным нарушением целостности колонны в результате многократной перфорации, не удалось осуществить прижатие электродов, а в интервале с меньшим количеством дефектов, геоэлектрическая характеристика по ЭКОС-31-7 достоверна, что подтверждается промысловыми данными. Таким образом, основные ограничения технологии связаны с выполнением измерений при значительных нарушениях целостности колонны, разделения интервалов, насыщенных нефтью и обводненных пресными водами. Возможность получения достоверных значений удельного электрического сопротивления в многоколонных конструкциях скважин отсутствует [4].

Временные измерения электромагнитными методами (ИК, ВИКИЗ, ДК) в обсаженном стволе возможны в скважинах со спущенными стеклопластиковыми хвостовиками. Технология использования электромагнитных методов не отличается от стандартной. При мониторинге наблюдаются вариации показаний методов относительно фонового уровня. В качестве фоновых желательнее использовать данные измерений в колонне. Специфической особенностью интерпретации является необходимость введения поправок, связанных с влиянием на результаты пластиковой колонны и цементного кольца [3]. На территории Российской Федерации имеется около 500 скважин [2], обсаженных в интервале продуктивной части разреза радиопрозрачной (стеклопластиковой) колонной, которые предназначены для контроля за текущей нефтенасыщенностью коллекторов в процессе разработки. На территории Западной Сибири эта технология не получила широкого распространения.

Волновая широкополосная акустика. Физической предпосылкой использования метода ВАК для оценки нефтенасыщенности является существенное различие в сжимаемостях основных компонент коллекторов: минеральной твердой фазы и насыщающих поровое пространство флюидов (вода, нефть, газ). Основным результатом измерения ВАК является ФКД, по которой определяют интервальные времена для продольной и поперечной волн. На основе этих параметров рассчитывают так называемый индекс динамической сжимаемости (ИДС), который определяет соотношение сжимаемостей твердой фазы и флюида в порах. При расчетах используется априорная информация о пористости, плотности и глинистости изучаемых отложений. Полнота и достоверность перечисленных данных является одним из основных факторов, определяющих информативность метода. В основе интерпретации полученных результатов лежит зависимость параметра ИДС от параметра нефтенасыщенности. Оценка нефтенасыщенности наиболее достоверна при полном отсутствии в поровом пространстве свободного газа. С ростом газонасыщенности коллектора чувствительность метода к разделению воды и нефти в порах резко снижается. При газонасыщенности пласта 0,5 и выше количественные оценки этого параметра затруднительны. В этих условиях метод может использоваться только для выявления нефтеносных пластов, характеризующихся высоким содержанием свободного газа.

Каждый из вышеперечисленных методов имеет ряд своих преимуществ и недостатков, поэтому для достижения наиболее точного определения характера насыщения необходимо комплексовать эти методы. На сегодняшний день распространенным является комплекс: импульсный нейтрон-нейтронный + углеродно-кислородный + спектральный гамма каротаж. Тем не менее, и он не является универсальным.

#### Литература

1. Головин Б.А., Калиникова М.В., Муха А.А. Контроль за разработкой нефтяных и газовых месторождений геофизическими методами. Учебное пособие. – Саратов: 2005.
2. Дворкин В.И., Морозова Е.А. Контроль за выработкой трудноизвлекаемых запасов нефти через сеть скважин специальной конструкции // ОАОНПФ «Геофизика».
3. Ипатов А.И., Кременецкий М.И. Геофизический и гидродинамический контроль разработки месторождений углеводородов – Москва: 2005. – 783 с.
4. Крючатов Д.Н., Мустафин А.М., Исянгулов Р.У. Оценка насыщенности разреза в обсаженных скважинах по данным электрического каротажа // НТВ «Каротажник». - 2009. - Вып. 178. - С. 31-39.
5. Хаматдинов Р.Т., Велижанин В.А., Черменский В.Г. С/О-каротаж – перспективная основа современного геофизического мониторинга нефтяных месторождений // НТВ «Каротажник». - 2004. - Вып. (125-126). - С. 3-24.
6. <http://www.timezyx.ru>.

#### ГЕОЛОГО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ. ДИАГРАММЫ ПИКСЛЕРА. Н.В. Свиридов

Научный руководитель ассистент А.А. Коновалова  
Самарский государственный технический университет, г. Самара, Россия

Как известно, геолого-технологические исследования (ГТИ) являются неотъемлемой частью геофизических работ, проводимых при строительстве нефтяных и газовых скважин [1].

Газовый каротаж является одним из методов ГТИ, а точнее, методом, который трудно причислить к разряду технологических или геологических методов ГТИ потому что и те и другие исследования опираются на данные, полученные путем изучения количества и состава газа, попавшего в буровой раствор из разбуриваемых или вскрытых скважиной пластов, содержащих углеводородные газы.

Специалистам службы ГТИ хорошо известно, что методики, применяемые для интерпретации газового каротажа в реальных ситуациях при проведении ГТИ на скважине, из-за большого количества осложняющих и неучтенных факторов, как правило, не работают из за того, что на практике не получается идеализированных условий, на которые чаще всего опираются исследователи-теоретики. В частности, методы определения по составу газа насыщения пройденного или разбуриваемого пласта долгое время не давали желаемых результатов. Проблема как видится в том, что, во первых, в процессе проведения исследований на скважине не выдерживается постоянный режим работы хроматографа, во вторых, в том, что газ, поднимаясь от устья скважины к забою меняет свои характеристики, а в третьих, также в недостатке самих методов, которые подразумевают накопление и анализ большого фактического материала по той или иной площади работ для того, чтобы привести все данные к единому знаменателю.

Реальный газ, который приходится анализировать контрольно-интерпретационной службе, далек от газа, характеризующего характер насыщения разбуриваемой породы, в том числе и от газа перспективных пластов, вскрываемых скважиной. Используя полевой материал можно вывести лишь ряд закономерностей, которые про-

являются совершенно отчетливо при вскрытии перспективных пластов, но они решают проблему на уровне определения наличия нефти или газа в пласте, но не претендуют на точное определение состава пластового флюида.

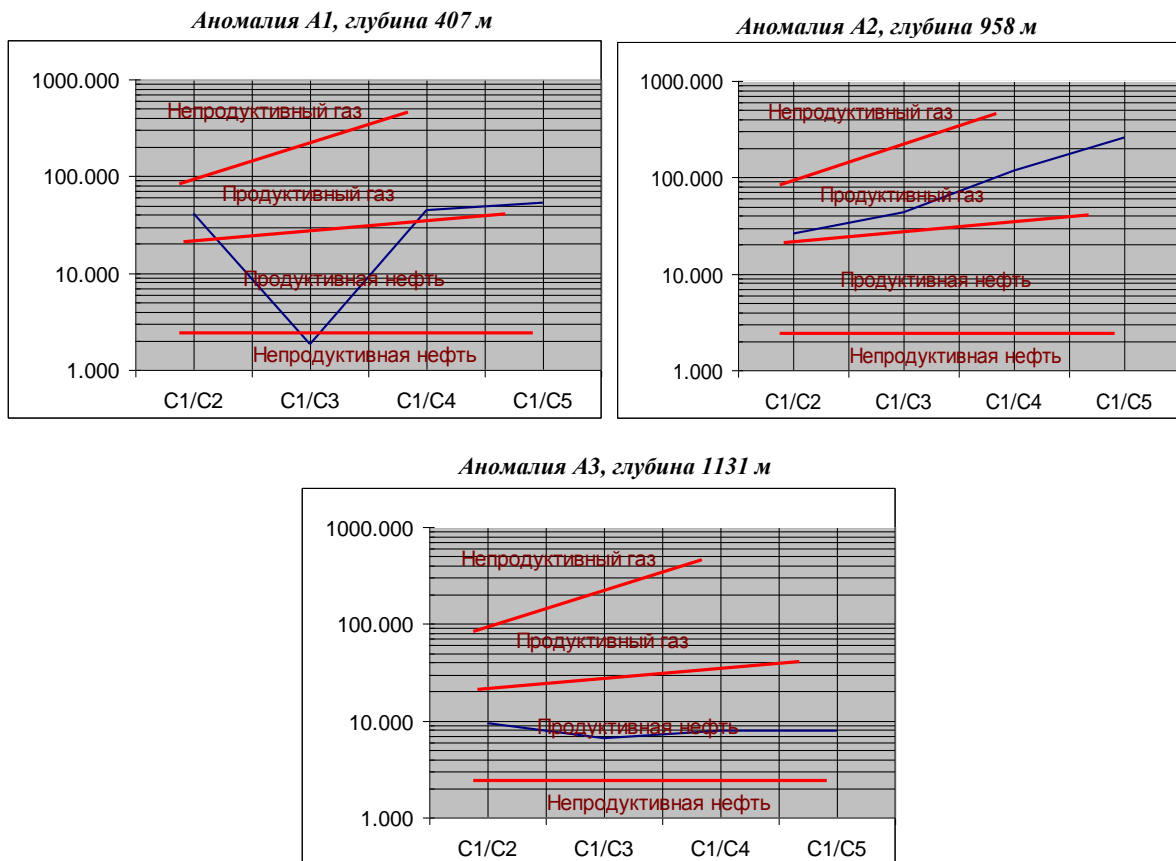
Способ количественной интерпретации данных газового каротажа, оценки продуктивности пластов по данным газового каротажа с использованием методики Пикслера (расчет значений по реальным данным со скважины) в настоящее время опробуется на материалах, взятых со скважин, но уже полученные результаты весьма вдохновляют. Подход к проблеме автора методики принципиально отличает его от предшественников, поскольку им при определении потенциальной продуктивности пласта используется не фактическая величина газопоказаний, а изменение значений и состава газа относительно фоновых показаний, взятых по интерпретируемой скважине.

Расчеты Пикслера позволяют увидеть относительную картину поведения газовых кривых, что, как видится исследователям целесообразно в условиях полевой обработки материала.

Диаграммы Пикслера (по имени В.О. Pixler), позволяют получить следующую информацию. Тип флюида - газ, нефть или газоконденсат, тяжесть нефти и влажность газа, продуктивность пласта, проницаемость пласта и наличие пластовой воды. График показывает соотношение абсолютного количества каждого углеводорода (этан, пропан, бутан, пентан) к количеству метана в газовой пробе.

На действующих скважинах были проведены серии опытов по вычислению отношений метана к тяжелым газам. В результате на графиках выявлены возможные области продуктивных (нефтяных, газовых) и непродуктивных зон. Местоположение кривой определит вероятный нефтепродукт. По графикам также можно оценить водонасыщенность и проницаемость области.

Очевидное преимущество такого экспресс-анализа данных состоит в том, что оценка продуктивности зоны возможна с задержкой всего лишь на время отставания выхода газа.



Коротко технологию интерпретации газа по Пикслеру можно охарактеризовать следующим образом. Точка соотношения C1/C2 определяет состав пластового флюида. Пластовый флюид может быть представлен легким непродуктивным газом, сухим или жирным газом, легкой, средней или тяжелой подвижной нефтью или связанной (неподвижной) непродуктивной нефтью. Наклон линий, соединяющих точки соотношения остальных газов, определяют характер насыщения пласта и дают информацию о его проницаемости:

- положительные наклоны линий обозначают продуктивные углеводороды;
- отрицательный наклон линии, хотя бы на отдельном отрезке обозначает обводненность;
- наклон линии, близкий к наклону базовых линий (красных) обозначает хорошую проницаемость;

- чем круче наклон линии, тем хуже проницаемость. Очень крутой наклон может обозначать совершенно непроницаемые породы;
- если точка С1/С2 расположена высоко в области продуктивного газа или низко в области продуктивной нефти, это может означать и непродуктивные углеводороды [2].

Представляется целесообразной демонстрация нескольких рабочих ситуаций, позволяющих увидеть реальные результаты вышеописанной методики интерпретации газа по Пикслеру (Полевой материал любезно предоставлен ООО «Геоконтроль», г. Самара, взят с реальной скважины (Казахстан). Геолог Селиванов Ю.А.).

Аномалия А1 образована повышением уровня газов напротив пласта алевролитов толщиной 5 м. Соотношение углеводородных газов свидетельствуют о том, что пласт, вероятно, насыщен продуктивным газом. Вмещающие породы характеризуются плохой проницаемостью и обводненностью. Вследствие низких ФЕС и обводненности данный горизонт, скорее всего, не представляет интереса для разработки.

Аномалия А2 образована напротив пласта гравийников полимиктовых толщиной 3 м. Соотношения углеводородных газов свидетельствуют о насыщении данного горизонта жирным газом или газоконденсатом. Вмещающие породы характеризуются хорошей проницаемостью и отсутствием воды. Возможно, объект представляет интерес для промышленной разработки.

Аномалия А3 отмечается напротив пласта алевролитов, гравелитов и песчаников толщиной 5 м. Соотношения углеводородных газов свидетельствует о насыщении данного слоя продуктивной нефтью средней плотности. Вмещающие породы характеризуются хорошей проницаемостью и обводненностью. Объект может представлять интерес для разработки и рекомендуется к испытаниям.

Полевые результаты, полученные при использовании методики интерпретации газа по Пикслеру, показали полный успех данной методики при применении ее к фактическим данным газового каротажа станции ГТИ. Безусловным плюсом описываемой методики является тот факт, что достоверные результаты были получены интерпретаторами материала даже в условиях анализа недостаточно корректного фактического материала, поскольку относительная картина показаний газоаналитической аппаратуры сохраняется и в этом случае. Однако, методика, безусловно, требует доработки и дальнейших исследований.

Хотя графики соотношений показали себя как довольно точный индикатор продуктивных зон на примере одной скважины, но не стоит это брать его как абсолют для любого месторождения. Если имеется возможность, эти значения можно подстроить под конкретный регион. Эта задача и стоит перед исследователями в дальнейшем. Планируется построение диаграмм Пикслера для западной Сибири, Самарского региона, Казахстана.

#### Литература

1. РД 153-39.0-069-01. Техническая инструкция по проведению геолого-технологических исследований нефтяных и газовых скважин. – Тверь: 2001.
2. Селиванов Ю.А. Интерпретация газа по Пикслеру. Перевод с англ.- 2000.

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ВОДОНАСЫЩЕННОСТИ ПО ФУНКЦИИ ЛЕВЕРЕТТА

Н.С. Стрелкова

ОАО «ТомскНИПИнефть», г. Томск, Россия

Определение водонасыщенности нефтеносных пластов, необходимое для подсчета запасов и при выборе рационального режима разработки, в значительной степени трудоемко и не всегда доступно. Представляется возможным использовать для этой цели усредненные данные водонасыщенности, полученные капиллярными методами, для терригенных пород – коллекторов изученных месторождений. Метод капиллярных давлений используется, как косвенный, для определения в коллекторе количества связанной воды. С этой целью обычно на месторождении изучается значительное число образцов по исследуемому пласту. Для каждого образца снимается кривая зависимости насыщенности от капиллярного давления [2].

Методика расчета коэффициента водонасыщенности  $K_B$ , основанная на  $J$  – функции или функции Леверетта является средством нормализации значений капиллярного давления по образцам с различными значениями пористости и проницаемости.

Для определения коэффициента водонасыщенности  $K_B$  по функции Леверетта необходимо располагать лабораторными данными капилляриметрических исследований керна, данными пористости и проницаемости по ГИС, абсолютной отметкой зеркала свободной воды и данными инклинометрии.

Расчет  $K_B$  по  $J$  – функции будет проведен на примере пласта Ю<sub>1</sub><sup>3А</sup>. Данный пласт был выбран исходя из того, что имеет большую мощность (11 м), хорошо освещен керном и имеет хорошие коллекторские свойства. Продуктивный пласт охарактеризован 187 образцами, на котором были проведены капилляриметрические исследования.

Так как  $J$  – функция является средством нормализации значений капиллярного давления по образцам с различными значениями пористости и проницаемости, необходимо разделить образцы по классификации А.А. Ханина на следующие группы:

- 1 группа –  $K_{ГП} > 1000$  мД;
- 2 группа –  $K_{ГП}$  от 100 до 1000 мД;
- 3 группа –  $K_{ГП}$  от 10 до 100 мД.

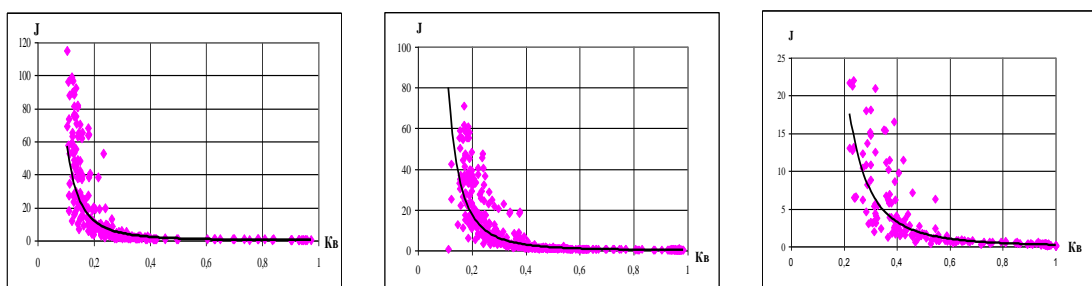
Последовательность расчета коэффициента водонасыщенности с помощью функции Леверетта заключается в следующем:

### 1. Расчет $J$ – функции по данным капилляриметрии

Для каждой группы было определено значение  $J$  – функции, рассчитанное по следующей формуле:

$$J = \frac{3,183 \cdot P_C \cdot \sqrt{K_{ПР}/K_{П}}}{\gamma \cdot \cos\theta}, \quad (1)$$

где  $J$  – функция Леверетта от водонасыщенности;  $P_C$  – капиллярное давление, атм;  $K_{ПР}$  – коэффициент проницаемости, мД;  $K_{П}$  – коэффициент пористости, доли ед;  $\gamma$  – поверхностное натяжение УВ, дин/см;  $\theta$  – угол смачивания.



а) 1 группа -  $K_{ПР} > 1000$  мД:

$$J = 0,2622 \cdot K_B^{-2,3876}; R^2 = 0,8276$$

б) группа -  $K_{ПР}$  от 100 до 1000 мД:

$$J = 0,2678 \cdot K_B^{-2,6049}; R^2 = 0,8579$$

в) 3 группа -  $K_{ПР}$  от 10 до 100 мД:

$$J = 0,2425 \cdot K_B^{-2,8403}; R^2 = 0,8612$$

Рис. 1. Зависимости  $J$  – функции от  $K_B$

### 2. Построение зависимостей $J$ – функции от коэффициента водонасыщенности, определенного по данным капилляриметрии

Графики зависимостей для каждой группы представлены на рис. 1, а в. Из данных графиков для дальнейших расчетов необходимы уравнения регрессии, которые приведены ниже.

Коэффициент корреляции зависит от класса коллекторов по А.А. Ханину. Чем выше  $K_{ПР}$ , тем ниже коэффициент корреляции, что связано с анизотропностью месторождения.

### 3. Расчет $J$ – функции по данным ГИС

Расчет функции Леверетта по данным ГИС осуществляется по той же формуле, что и при капилляриметрии, но в этом случае капиллярное давление определяется по следующей формуле:

$$P_C = (\rho_B - \rho_H) \cdot 0,098 \cdot h, \quad (2)$$

где  $\rho_B$  – плотность воды, г/см<sup>3</sup>;  $\rho_H$  – плотность нефти, г/см<sup>3</sup>;  $h$  – расстояние от точки замера до ЗСВ, м, рассчитываемая по следующей формуле:

$$h = h_1 - h_2, \quad (3)$$

где  $h_1$  – текущая глубина, принята на абс. отм., м;  $h_2$  – фиксированное значение абс.отм. ЗСВ для исследуемого пласта, м.

Таким образом, формула принимает следующий вид:

$$J = \frac{3,183 \cdot (\rho_B - \rho_H) \cdot 0,098 \cdot (h_1 - h_2) \cdot \sqrt{K_{ПР}/K_{П}}}{\gamma \cdot \cos\theta}. \quad (4)$$

### 4. Определение коэффициента водонасыщенности

В основе формулы для определения коэффициента водонасыщенности лежит равенство  $J$  – функции по данным капилляриметрии и  $J$  – функции по данным ГИС, т.е.:

$$J_{КАП-И} = J_{ГИС}. \quad (5)$$

Таким образом, в зависимости от группы коллекторов по проницаемости уравнение (5) приобретает следующий вид:

$$1 \text{ группа - } K_{ПР} > 1000 \text{ мД:} \quad 0,2622 \cdot K_B^{-2,3876} = \frac{3,183 \cdot (\rho_B - \rho_H) \cdot 0,098 \cdot (h_1 - h_2) \cdot \sqrt{K_{ПР}/K_{П}}}{\gamma \cdot \cos\theta} \quad (6)$$

$$2 \text{ группа - } K_{ПР} \text{ от } 100 \text{ до } 1000 \text{ мД:} \quad 0,2678 \cdot K_B^{-2,6049} = \frac{3,183 \cdot (\rho_B - \rho_H) \cdot 0,098 \cdot (h_1 - h_2) \cdot \sqrt{K_{ПР}/K_{П}}}{\gamma \cdot \cos\theta} \quad (7)$$

$$3 \text{ группа - } K_{ПР} \text{ от } 10 \text{ до } 100 \text{ мД:} \quad 0,2425 \cdot K_B^{-2,8403} = \frac{3,183 \cdot (\rho_B - \rho_H) \cdot 0,098 \cdot (h_1 - h_2) \cdot \sqrt{K_{ПР}/K_{П}}}{\gamma \cdot \cos\theta} \quad (8)$$

Для оценки полученных результатов было проведено сопоставление коэффициентов водонасыщенности, рассчитанных с помощью функции Леверетта и по классической методике с использованием удельного электрического сопротивления пласта по БКЗ и ИК (рис. 2).

Расчет коэффициента водонасыщенности  $K_B$  по стандартной методике производится с применением петрофизических зависимостей типа керн-ГИС  $P_H = f(K_B)$ , характеризующих функцию параметра насыщения от коэффициента водонасыщенности.

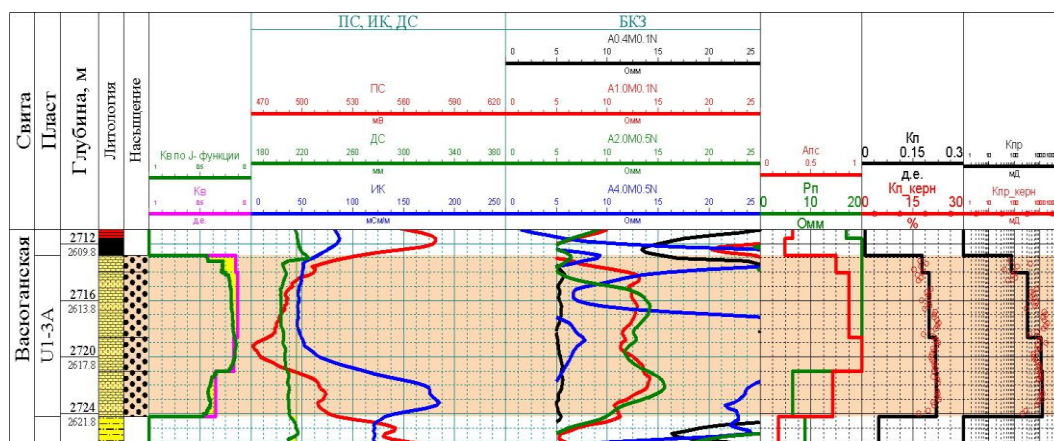


Рис. 2. Сопоставление коэффициентов водонасыщенности  $K_B$  по классической методике и  $J$  – функции

Из рис. 2 видно, что  $K_B$ , полученный через  $J$  – функцию совпадает с  $K_B$ , рассчитанным традиционным способом – через сопротивление, параметр пористости и параметр насыщения.  $K_B$  по пласту  $Ю_1^{3A}$  в среднем составляет 0,2. Следовательно, определение уровня ЗСВ, а также  $K_{П}$  и  $K_{ПР}$  по данным ГИС произведено верно.

При проведении испытаний в пласте  $Ю_1^{3A}$  в интервале 2714,4 – 2718,4 м было получено 87 % нефти и 13 % воды.

На основании этого можно сделать вывод, что функция Леверетта позволяет достоверно определить насыщение коллекторов и может быть использована при подсчете запасов УВ, а также при выборе рационального режима разработки месторождения УВ.

#### Литература

1. Добрынин В.М., Вендельштейн Б.Ю. и др. Промысловая геофизика. – М.: 2004.
2. Методические рекомендации по подсчету геологических запасов нефти и газа объемным методом. /Под ред. Петерилье В.И., Пороскуна В.И., Яценко Г.Г. - Москва – Тверь: 2003.
3. Оценка балансовых запасов УВ и ТЭО КИН продуктивных пластов Двуреченского месторождения (Балансовые запасы). Отчет по договору № 364Н, т. 1, ОАО «ТомскНИГПнефть ВНК» - Томск: 2003.
4. M.M.Honarpour, N.E.Djabbarah, J.G.Kralik. Expert – Based Methodology for Primary Drainage Capillary Pressure Measurements and Modeling. SPE 88709, 2004.

### ЯДЕРНО-ГЕОФИЗИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ РУДЫ САТПАЕВСКОЙ ОБОГАТИТЕЛЬНОЙ ФАБРИКИ ПО «ЖЕЗКАЗГАНЦВЕТМЕТ»

**Н.Е. Сыздыков, О.Б. Абдыкенов, С.А. Ефименко**  
**ТОО «Корпорация Казахмыс», г. Жезказган, Казахстан**

Переход на рыночные отношения в горнорудной промышленности Казахстана поставил на повестку дня вопрос комплексного использования минерального сырья. Традиционная ориентировка горного предприятия только на один (профильный) промышленный компонент зачастую ставит предприятие на грань выживания. В переработку вовлекается максимальное количество основных и сопутствующих промышленных рудных элементов, а также элементов с неоцененными запасами, но сегодня востребованных рынком цветных металлов.

Новая концепция требует современной аналитической базы. Филиалы ТОО «Корпорация Казахмыс» ею располагают. Это современные энергодисперсионные рентгенофлуоресцентные (EDXRF, по международной классификации) спектрометры РЛП-21 и РЛП-21Т казахстанского производства (ТОО «Физик, г. Алма - Ата).

В лаборатории геофизической службы ПО «Жезказганцветмет» на РЛП-21 производится рентгенорадиометрический анализ (РРА) истёртых забойных, керновых, вагонных (ОТК) и шламовых проб руд на 34 (Cu, Pb, Zn, Ag, Cd, Fe, As, Ba, K, Ca, Ti, V, Cr, Mn, Co, Ni, Ga, Se, Br, Rb, Sr, Y, Zr, Nb, Mo, Pd, In, Sn, Sb, Ta, Bi, W, U, Th) элемента.

При экспозиции 415 секунд РЛП-21 обеспечивает РРА с пределами обнаружения элементов (рассчитаны по критерию  $3\sigma$ ): Ag – 1,2 ppm (государственный стандартный образец руды ГСО-3029;  $CAg = 2,1$  ppm), Cd – 1,35 ppm (ГСО-4822 ДВГ;  $CCd = 5,0$  ppm); Zn – 0,0058 % (ГСО-2887;  $CZn = 0,011$  %), Pb – 0,0084 % (ГСО-2887;  $CPb = 0,037$  %). Точность РРА соответствует точности рядового химического анализа (3 категория по ОСТ 41 – 08 – 205 – 04) для большинства определяемых элементов.

С помощью РЛП-21 удалось организовать (с 2001 г.) постоянный мониторинг вещественного и валового состава руд, поступающих на Сатпаевскую обогатительную фабрику №3 (СОФ – 3), путем РРА среднесуточных проб исходной руды. Методами математической статистики обрабатываются по мере пополнения динамические ряды валовых содержаний 10 (Cu, Pb, Zn, Ag, Cd, Ti, Fe, As, Bi, W) элементов и 1 комплексный (Cu+Pb+Zn)



Таблица

Средние, максимальные и минимальные содержания элементов, коэффициенты парной корреляции, статистические показатели качества в выборках среднесуточных проб исходной руды СОФ-3

Показатели	Содержание, % (*- ppm)							
	Cu	Pb	Zn	Cu+Pb+Zn	Ag*	Cd*	Ti	Fe
$\bar{C}_i$	1,190	0,188	0,412	1,791	22,3	65,0	0,31	2,77
$C_{макс}$	3,51	0,79	1,83	5,80	51,3	1001,0	0,82	4,92
$C_{мин}$	0,12	0	0,01	0,17	7,6	0,3	0	2,08
Статистические показатели								
$R(Cu)_i$	1	0,64	0,47	0,87	0,50	0,34	0,01	0,35
$R(Pb)_i$	0,64	1	0,82	0,89	0,02	0,66	0,03	0,14
$R(Zn)_i$	0,47	0,82	1	0,84	0,01	0,87	0,02	0,01
$R(\sum)_i$	0,87	0,89	0,84	1	0,29	0,68	0,02	0,23
$R(Ag)_i$	0,50	0,02	0,01	0,68	1	0,04	0,03	0,14
$R(Cd)_i$	0,34	0,66	0,87	0,68	0,04	1	0,01	0,05
$R(Ti)_i$	0,01	0,02	0,02	0,01	0,03	0,01	1	0,05
$R(Fe)_i$	0,35	0,14	0,01	0,23	0,14	0,05	0,05	1
Дисперсия	0,13	0,01	0,07	0,42	39,08	2946,6	0,01	0,09
Медиана	1,18	0,17	0,38	1,75	21,5	54,45	0,30	2,71
Мода	1,31	0,11	0,29	2,23	19,7	59,9	0,26	2,60
Скос	0,44	0,80	1,04	0,54	0,81	3,5	0,38	1,44
Экссесс	0,45	0,52	1,53	0,36	1,07	39,11	0,30	3,39
$\sigma$	0,29	0,10	0,21	0,54	4,90	38,07	0,09	0,22

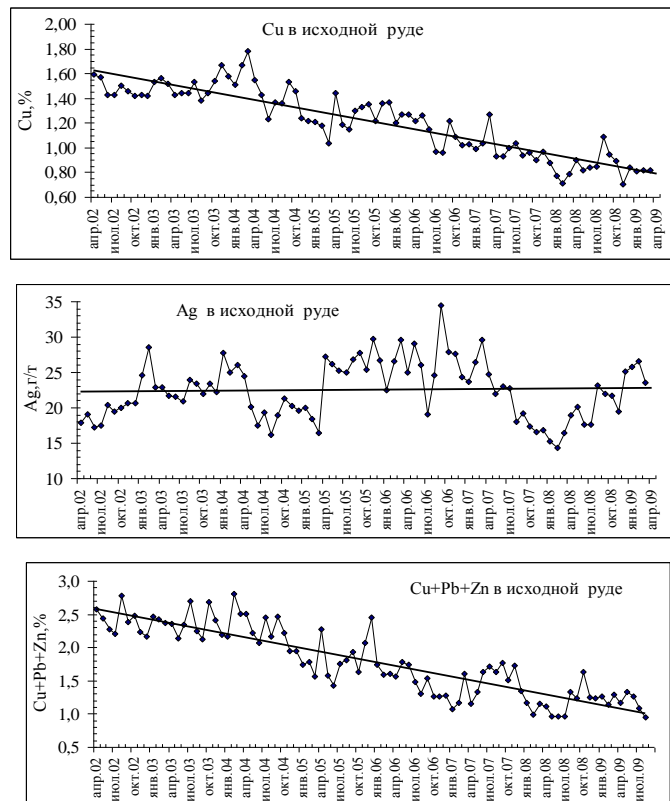


Рис. 1. Динамические ряды содержаний Cu, Ag, Cu+Pb+Zn в исходной руде Сатпаевской ОФ по данным РРА среднесуточных проб за 2003-2009 гг.

ряд. Итоги статистической обработки рядов, каждый из которых на 01.09.2009г. включал по 2706 результатов, приведены в таблице. Постоянно пополняются графики динамических рядов содержаний элементов (варианты: по среднесуточным пробам, по среднемесячным пробам). Три ряда (Cu, Ag, Cu+Pb+Zn) показаны на рис. 1.

Выводы: 1. Впервые в таких масштабах организован непрерывный мониторинг за элементным и валовым составом руд, поступающих на СОФ – 3. 2. Рассчитаны усредненные (2001-2009 гг.) коэффициенты парной корреляции между элементами и статистические показатели качества руды. 3. Динамические ряды содержаний элементов можно использовать для достоверного планирования содержаний Cu, Pb, Zn, Ag, Cd в руде на перспективу. 4. В программу комплексного использования минерального сырья по СОФ – 3 следует включить титан и висмут. 5. Спектрометр РЛП – 21 зарекомендовал себя в качестве очень надежного инструмента РРА.

### АНИЗОТРОПИЯ ПРОНИЦАЕМОСТИ ТРЕЩИННОГО ПЛАСТА–КОЛЛЕКТОРА С ЗАДАННЫМ РАСПРЕДЕЛЕНИЕМ НАПРАВЛЕНИЙ ТРЕЩИН

А.В. Чашков, А.Р. Кинсфатор

Научный руководитель профессор В.М. Киселев  
Сибирский федеральный университет, г. Красноярск, Россия

Коэффициент проницаемости  $K$  (или просто проницаемость) – одна из важнейших характеристик пласта–коллектора, которая отражает его способность фильтровать через себя флюиды под воздействием градиента давления. Знание этой характеристики является необходимым условием правильной эксплуатации месторождения нефти и газа. В мировой практике нефтедобычи имеются примеры резкого отличия режимов работы добывающих скважин при их равном удалении от нагнетательной скважины. Одно из возможных объяснений этого явления заключается в том, что имеется пространственная фильтрационная анизотропия коллекторов, которая может быть обусловлена фациальными условиями образования коллекторов, выщелачиванием пород, приводящим к образованию вторичной пористости, напряженным состоянием массива горных пород и т.д. [3]. Совершенно очевидно, что анизотропия проницаемости должна быть присуща трещиноватым коллекторам [2], с которыми, в частности, приходится иметь дело при разведке и эксплуатации месторождений углеводородов в Восточной Сибири.

Закон Дарси для трещиноватого коллектора следует записать в тензорной форме [2]:

$$u = -\mathbf{K} \frac{\nabla P}{\mu},$$

где  $u$  – скорость потока флюида,  $\mathbf{K}$  – тензор проницаемости,  $\nabla P$  – градиент давления и  $\mu$  – коэффициент динамической вязкости. Скорость потока в  $k$ -ом направлении равна:

$$u_k = -\frac{1}{12} g_k^3 \cdot f_k \frac{\nabla P}{\mu}, \quad (1)$$

где  $g_k$  – раскрытость и  $f_k$  – линейная плотность трещин в  $k$ -ом направлении. При интерпретации эмпирических данных по проницаемости традиционно выполняют эллиптическую аппроксимацию анизотропии, т.е. рассматривают тензор  $\mathbf{K}$ , приведенный к главным осям [2, 3].

В работе [4] рассмотрена модель пласта–коллектора, представляющего собой совокупность большого числа одинакового размера и одинаковой пространственной ориентации непроницаемых прямоугольных блоков. Блоки имеют размеры  $a_0 \times b_0 \times c_0$  и разделены трещинами с одинаковой раскрытостью  $g$ . Для этой модели получено аналитическое решение задачи нахождения проницаемости  $K(\vartheta, \lambda)$  в направлении, характеризуемом полярным углом  $\vartheta$  и азимутальным углом  $\lambda$  относительно системы координат, связанной с гранями блоков. В настоящей работе предлагается решение более общей задачи, когда ориентация блоков в пространстве является случайной величиной, определяемой заданными распределениями углов падения и простираения трещин.

Введем две декартовы системы координат: неподвижную  $OXYZ$ , связанную с дневной поверхностью ( $OZ$  – вертикально вниз,  $OX$  – на север,  $OY$  – на восток), и подвижную  $Ox_0y_0z_0$ , связанную с гранями блоков. Положение каждого блока в пространстве можно задать тремя углами Эйлера: углом нутации  $\theta$ , углом прецессии  $\psi$  и углом чистого вращения  $\varphi$ . Нетрудно связать углы Эйлера с экспериментально определяемыми углами падения и простираения трещин.

Пусть  $a_0, b_0, c_0$  – линейные размеры граней блоков вдоль осей  $Ox_0, Oy_0, Oz_0$  и  $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$  – углы, которые составляют между собой соответствующие оси подвижной и неподвижной систем координат. Косинусы этих углов можно выразить через углы Эйлера [1]:

$$\cos \alpha_1 = \cos \psi \cdot \cos \varphi - \sin \psi \cdot \sin \varphi \cdot \cos \theta, \quad \cos \alpha_2 = -\sin \psi \cdot \sin \varphi + \cos \psi \cdot \cos \varphi \cdot \cos \theta, \quad \cos \alpha_3 = \cos \theta. \quad (2)$$

Предположим, что углы Эйлера, следовательно, и углы падения и простираения трещин имеют распределения, описываемые функциями плотности вероятности  $F_\psi, F_\varphi, F_\theta$ . Будем считать также, что эйлеровы углы являются случайными независимыми переменными. Тогда элементарное число трещин, которые перпендикулярны направлению  $Ox$ , равно

$$dN_x = \frac{L^2}{b_0 \cdot c_0} \cos \alpha_2 \cos \alpha_3 F_\psi F_\varphi F_\theta d\psi d\varphi d\theta,$$

где  $L$  – характерный линейный размер пласта ( $L \gg a_0, b_0, c_0$ ). Полное число трещин, перпендикулярных направлению ОХ, получается интегрированием по углам Эйлера в интервалах их изменений. Для направлений вдоль осей ОУ и ОZ рассуждения аналогичные. Введем следующие обозначения:

$$I_x = \int_{\psi_1}^{\psi_2} \int_{\varphi_1}^{\varphi_2} \int_{\theta_1}^{\theta_2} F_\psi F_\varphi F_\theta \cos \alpha_2 \cos \alpha_3 d\psi d\varphi d\theta, \quad I_y = \int_{\psi_1}^{\psi_2} \int_{\varphi_1}^{\varphi_2} \int_{\theta_1}^{\theta_2} F_\psi F_\varphi F_\theta \cos \alpha_1 \cos \alpha_3 d\psi d\varphi d\theta,$$

$$I_z = \int_{\psi_1}^{\psi_2} \int_{\varphi_1}^{\varphi_2} \int_{\theta_1}^{\theta_2} F_\psi F_\varphi F_\theta \cos \alpha_1 \cos \alpha_2 d\psi d\varphi d\theta. \quad (3)$$

Тогда линейная густота трещин вдоль соответствующих осей системы координат ОХYZ будет равна:

$$f_x = \frac{N_x}{L} = \frac{L}{b_0 c_0} I_x, \quad f_y = \frac{N_y}{L} = \frac{L}{a_0 c_0} I_y, \quad f_z = \frac{N_z}{L} = \frac{L}{a_0 b_0} I_z.$$

Как и в работе [4], введем параметры анизотропии пласта А и В:

$$A = \frac{u_x}{u_y} = \frac{K_x}{K_y} = \frac{f_x}{f_y} = \frac{N_x}{N_y} = \frac{I_x a_0}{I_y b_0}, \quad B = \frac{u_x}{u_z} = \frac{K_x}{K_z} = \frac{f_x}{f_z} = \frac{N_x}{N_z} = \frac{I_x a_0}{I_z c_0}. \quad (4)$$

Формулы (4) для параметров А и В отличаются от тех, что приведены в [4], постоянными множителями, равными отношению интегралов (3). Дальнейшие рассуждения полностью аналогичны тем, что представлены в работе [4]. Проницаемость пласта в произвольном направлении  $(\vartheta, \lambda)$  относительно системы координат ОХYZ определяется выражением

$$K(\vartheta, \lambda) = K_{\text{дис}} \frac{w(\vartheta, \lambda)}{\bar{w}}. \quad (5)$$

В уравнении (5)  $K_{\text{дис}}$  – проницаемость пласта, которая определяется по результатам ГДИС,

$$w(\vartheta, \lambda) = \frac{1 + tg^2 \frac{\lambda}{2}}{\chi(\vartheta, \lambda) \cdot \psi(\vartheta, \lambda)}, \quad \bar{w} = \frac{1}{2\pi^2} \int_0^{2\pi} \int_0^\pi w(\vartheta, \lambda) d\vartheta d\lambda, \quad (6a)$$

$$\chi(\vartheta, \lambda) = \sin \vartheta \cdot \cos \lambda + A \cdot \sin \vartheta \cdot \sin \lambda + B \cdot \cos \vartheta, \quad (6b)$$

$$\psi(\vartheta, \lambda) = \sin \vartheta \cdot \left( 1 + 2 \cdot A \cdot tg \frac{\lambda}{2} - tg^2 \frac{\lambda}{2} \right) + B \cdot \cos \vartheta \cdot \left( 1 + tg^2 \frac{\lambda}{2} \right). \quad (6c)$$

Система уравнений (3–6) дает решение поставленной задачи в рамках предложенной модели трещиноватого пласта. Главной особенностью этого решения, как показано в [4], является то, что диаграмма распределения проницаемости в любой плоскости представляет собой не эллипс, а симметричную четырех лепестковую фигуру. Можно заметить, что эмпирические диаграммы распределения проницаемости, представленные в работе [3], именно такую форму и имеют, хотя автор [3] и аппроксимировал их эллипсами. Имеется еще одно достоинство представленного здесь решения. Из расчетов нами исключена плохо определяемая экспериментально раскрытость трещин, а из (1) видно, что коэффициент проницаемости пропорционален кубу раскрытости.

Полученные теоретические результаты были использованы для изучения анизотропии проницаемости рифейских пород одного из месторождений Восточной Сибири с типично трещинной структурой пустотного пространства. В результате различных воздействий на доломитовые породы рассматриваемого месторождения, они приобрели довольно необычные физические свойства, сделавшись чрезвычайно вязкими и плотными. Отсутствие пластичности и значительные внутренние напряжения привели к необычно высокому для фанерозойской части разреза Сибирской платформы фону макротрещиноватости при очень низкой пористости и проницаемости матрицы.

Количественные параметры интенсивности трещиноватости, линейная густота фильтрующих макротрещин, высота  $c_0$  и размеры основания  $a_0, b_0$  блока непроницаемой матрицы, а также общая удельная поверхность макротрещин определялись по результатам изучения керна. Полученные геологические характеристики макротрещин экстраполировались на интервалы, не освещенные керном, посредством настройки на данные геофизических исследований скважин. Были использованы результаты ФМІ (микроэлектрического скважинного сканера), УВІ (ультразвукового сканера), НИД-2 (пластового наклономера), широкополосного акустического каротажа и бокового каротажа. Азимуты простирания и углы падения трещин определялись по комплексу ГИС и по данным изучения керна.

Как показал анализ углов падения и простирания трещин в скважинах с достаточно представительной выборкой данных (от 100 до 300 определений), распределения углов хорошо аппроксимируются гауссовой функцией плотности вероятности. Это представляется вполне естественным, если предполагать, что изменения углов обусловлены множеством независимых случайных факторов.

Рассмотренная теоретическая модель трещинного пласта-коллектора позволяет получить важную информацию об анизотропии внутреннего строения исследуемых карбонатных коллекторов. Кроме того, с использованием приведенной выше модели становится возможным получать количественную характеристику анизотропии проницаемости, результаты которой необходимо учитывать при планировании уплотняющего бурения на рассматриваемом месторождении.

#### Литература

1. Борисенко А.И., Таралов И.Е. Векторный анализ и начала тензорного исчисления – Харьков: «Вища школа», 1988.
2. Голф-Рахт Т.Д. Основы нефтепромысловой геологии и разработка трещиноватых коллекторов – М.: Недра, 1986.
3. Исказиев К.О. Исследование влияния фильтрационной анизотропии на разработку неоднородных коллекторов нефти и газа. Автореферат дисс. на соиск. уч. степени канд. геол.-мин. наук. – Томск: 2006.
4. Kiselev V.M. Permeability anisotropy of fractured reservoirs / V.M. Kiselev, A.V. Chashkov // Journal of Siberian Federal University. Mathematics & Physics. - 2009 - 2(4). – pp. 387–393.

### ТЕРМОМЕТРИЯ НАГНЕТАТЕЛЬНЫХ СКВАЖИН: ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА

Д.Р. Шайхиев

Научный руководитель доцент Г.Г. Номоконова

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

Месторождения углеводородов Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции (НГП) в настоящее время преимущественно находятся на стадии разработки, для многих месторождений – уже длительной, что неизбежно приводит к широкому использованию режима нагнетания. Геофизические исследования в нагнетательных скважинах решают базовые задачи контроля разработки месторождения, оценивая эксплуатационные характеристики пластов, техническое состояние скважин. Одним из наиболее информативных геофизических методов при исследовании нагнетательных скважин является термометрия. Надежная интерпретация температурных кривых невозможна без ее теоретического обоснования.

Аналитическое выражение для изменения температуры по оси скважины может быть получено из известного уравнения теплопередачи Ньютона. Расход теплопроводного потока в элементе высоты  $dz$  при постоянном перепаде температур  $\Delta T(z)$  между горными породами и потоком жидкости или газа можно определить по следующей формуле [1]:

$$dQ(z,t)/dz = \lambda \cdot k(t) \cdot \Delta T(z) \quad (1)$$

где  $\lambda$  - теплопроводность горных пород;  $k(t)$  – безразмерный коэффициент теплообмена между потоками вещества и окружающей средой, зависящий от геометрии теплопроводного потока и времени.

Если известно распределение давления по оси скважины, то по уравнению (1) можно определить распределение температур по оси скважины. Для этого необходимо сделать ряд допущений, правомерность которых доказывается в монографии [1]. Это следующие условия: а) передача тепла от жидкости твердой фазе происходит практически мгновенно в сравнении относительно медленно протекающими гидродинамическими процессами в скважине; б) сечение скважины и расход несжимаемой жидкости постоянны; в) движение жидкости по стволу скважины ламинарное; г) геотермическое распределение температур соответствует уравнению прямой линии.

Если поместить начало координат на уровне нейтрального температурного слоя, то решение уравнения (1) относительно температуры в стволе нагнетательной скважины в зависимости от вертикальной координаты ( $h$ ) и времени ( $t$ ) имеет вид:

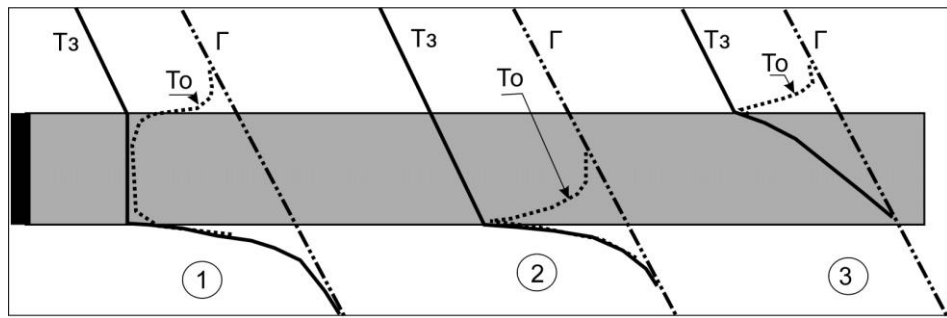
$$T(h,t) = (T_0 + \Gamma \cdot h) - (M + \Gamma) \cdot B \cdot (1 - e^{-h/B}) + \Delta T_0 \cdot (t - \frac{h}{w}) \cdot e^{-h/B}. \quad (2)$$

От параметров, входящих в уравнение (2), и зависит изменение температуры по стволу скважины. Это:  $T_0$  – температура нейтрального геотермического слоя;  $\Gamma$  – средний геотермический градиент;  $\Delta T_0$  – отличие температуры нагнетаемой жидкости от  $T_0$ ;  $w$  – скорость потока;  $M$  – гидравлические потери в стволе скважины (прямо зависит от градиента давления в стволе скважины);  $B$  – параметр релаксации:

$$B = c \cdot \delta \cdot Q / 2\pi \cdot r_o \cdot \alpha,$$

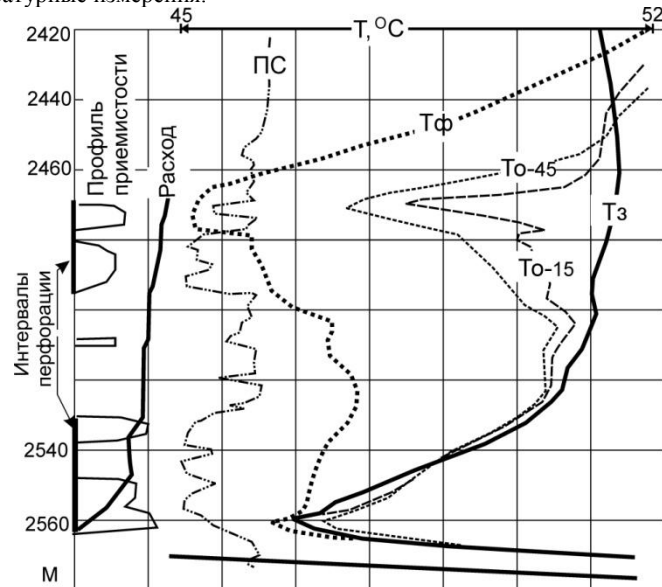
где  $c$  – удельная теплоемкость жидкости,  $\delta$  – плотность жидкости,  $Q$  – расход жидкости,  $r_o$  – радиус ствола скважины;  $\alpha$  – коэффициент теплопередачи. Значение коэффициента теплопередачи зависит от теплофизических свойств жидкости, окружающих скважину пород и цементного кольца, от режима течения, времени работы скважины и на практике часто является неизвестной величиной [2].

Как видно из уравнения (2) на большой глубине термограмма становится параллельной геотерме, и она будет тем ближе к температуре горных пород, чем меньше расход жидкости ( $B$ ). Для квазистационарного режима, наступающего после 10 часов работы скважины, изменение температуры по оси скважины не зависит от времени.



**Рис. 1. Модели температурных кривых против перфорированных интервалов пласта-коллектора в разрезе нагнетательной скважины [2].**  
*Г – геотерма; Тз – температурная кривая в режиме длительной закачки; То – температурная кривая в остановленной скважине.*  
**1 – пласт однородный, принимающий по всему интервалу перфорации; 2-3 – пласт принимает закачиваемую воду в подошве (2), в кровле (3)**

На рис. 1 приведены теоретические кривые изменения температуры против перфорированных пластов нагнетательных скважин/ Как видно из данных рисунка, форма температурной кривой зависит от однородности фильтрационных свойств перфорированной части пласта, а также от режима работы скважины, при котором производились температурные измерения.



**Рис. 2. Результаты геофизических исследований нагнетательной скважины нефтяного месторождения Александровского нефтегазоносного района.**  
*Температурные кривые, измеренные: Тз – при длительной закачке; То-15 и То-45 – в остановленной скважине через 15 и 45 минут после остановки. Тф – фоновые значения температуры.*  
**ПС – кривая самопроизвольной поляризации. Приведены также результаты расходометрии**

Для выяснения информативности термических измерений скважин и соответствия реально наблюдаемых кривых теоретическим моделям, был сделан анализ температурных кривых по разрезам трех нагнетательных скважин двух нефтяных месторождений Александровского нефтегазоносного района (Западно-Сибирская НГП).

Результаты геофизических исследований по одной из них с двумя перфорированными пластами приведены на рис. 2. Результаты анализа каротажных диаграмм кратко сводятся к следующему.

1. В задаче выделения принимающих интервалов пластов, мест негерметичности колонны и заколонных перетоков наиболее информативными являются наблюдения в остановленном (после закачки) режиме, в сравнении с самим режимом закачки. Против принимающих интервалов фиксируются интенсивные температурные аномалии охлаждения (рис.2). Наиболее интенсивные отрицательные аномалии температуры через 15 и 45 минут после прекращения закачки фиксируются против кровли верхнего перфорированного пласта и подошвы – нижнего. Соотношение между величинами приемистости этих пластов можно определить только по кривой Тф, то

есть по измерениям в квазистационарном режиме работы скважины (кровельная часть верхнего пласта характеризуется наибольшей приемистостью).

2. Температурная кривая в режиме закачки наиболее информативна при выделении подошвы нижнего принимающего пласта, в то время как по данным расходомерии именно эта граница выделяется неуверенно. Низкая информативность кривой  $T_z$  для выделения верхних интервалов приемистости обусловлена тем, что против принимающих пластов не фиксируются калориметрический и дроссельный эффекты.

Анализ геофизических материалов по нагнетательным скважинам исследованных месторождений показывает, что температурные кривые, измеренные в реальных режимах работы скважин, гораздо сложнее, чем это следует из теоретических моделей. Для повышения надежности интерпретации температурных измерений необходимо создавать банки данных температурных кривых для конкретных ситуаций геологического разреза и режима работы нагнетательных скважин, в полной мере использовать теорию метода термометрии.

#### Литература

1. Чекалюк Э.Б. Термодинамика нефтяного пласта. М.: Недра, 1965. – 238с.

### ОСОБЕННОСТИ ТОМОГРАФИЧЕСКОЙ ИНТЕРПРЕТАЦИИ МАГНИТНОГО ПОЛЯ КИНГАШСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

**А.Ф. Шархимуллин**

Научный руководитель профессор А.С. Долгаль  
*Пермский государственный университет, г. Пермь, Россия*

Сульфидное медно-никелевое оруденение Кингашского массива, расположенного в северо-западной части Восточного Саяна, пространственно и генетически связано с интрузивными породами перидотитового состава раннепротерозойского возраста, а по структуре, составу и характеру проявления слагающих его пород подобен известным зеленокаменным поясам Земли [5]. По геологическому строению, условиям залегания, рудно-петрографическим особенностям Кингашское месторождение во многом схоже с месторождениями рудного поля Камбалда в Западной Австралии, являющимися крупными по запасам и достаточно богатыми по содержанию никеля.

Одним из основных методов изучения медно-никелевых месторождений является магниторазведка, однако, морфология магнитного поля над этими объектами обычно является сложной. Это объясняется тем, что магнитные свойства рудоносных интрузий определяются первичным минеральным составом пород и степенью их вторичных изменений. Установлено, что основным носителем магнетизма для Кингашского месторождения является магнетит, причем этот минерал практически отсутствует в несерпентинизированных разностях, а его содержания зависят от степени проявления процесса серпентинизации [6].

На карте изодинам аномального магнитного поля ( $\Delta T$ )<sub>a</sub> (рис. 1, А), построенной по результатам аэромагнитной съемки, отчетливо выделяются две крупные аномальные области, разделенные зоной центрального рудоконтролирующего Кингашского разлома. Протяженность Юго-Западной аномальной области ( $\Delta T$ )<sub>a</sub> с северо-запада на юго-восток около 7 километров. Северо-Восточная аномальная область ( $\Delta T$ )<sub>a</sub> протягивается в том же направлении на расстояние около 13 километров и выходит в нормальное магнитное поле. Магнитное поле в пределах этих аномальных областей имеет сложное строение: каждая область включает в себя целый ряд различных ориентированных аномалий разной интенсивности, что весьма затрудняет не только количественную, но и качественную интерпретацию геофизических материалов.

По результатам высокоточной крупномасштабной аэромагнитной съемки в пределах Кингашского рудного района выделен ряд локальных магнитных аномалий, предположительно обусловленных потенциально никеленосными массивами базит-гипербазитового состава. Однако получить представление о строении этих массивов в условиях высокой изменчивости их магнитных характеристик при имеющемся дефиците петрофизической информации также весьма сложно.

Автором была предпринята попытка интерпретации материалов аэромагнитной съемки масштаба 1:25000 над Кингашским месторождением путем применения псевдогравитационного преобразования результатов полевых измерений с последующим выполнением томографических построений.

Томографический подход - современное направление в интерпретации геопотенциальных полей, основанное на применении фильтрационных или аппроксимационных алгоритмов приближенного восстановления послонного распределения петрофизических параметров при минимуме априорной информации о возмущающих объектах [3]. Как правило, эти алгоритмы используют сеточные модели геологической среды, обеспечивают обработку больших объемов исходных данных при сравнительно малых затратах машинного времени; допускают многовариантное построение пространственных распределений геоплотностных (геомагнитных) неоднородностей; их программная реализация предусматривает разнообразные способы визуализации полученных результатов (трехмерные диаграммы, их вертикальные и горизонтальные сечения, разрезы, срезы и т.п.).

Развитие томографического подхода к интерпретации геопотенциальных полей обусловлено потребностями геофизической отрасли в оперативном анализе весьма значительных объемов цифровых данных и тесно связано с возросшими вычислительными возможностями компьютеров, а также с современными способами визуализации геоизображений. Результаты томографической интерпретации материалов гравиметрической и магнитной съемки, в большинстве случаев хорошо согласуются с имеющимися представлениями о геологическом строении исследуемых площадей и подтверждаются данными других геофизических методов (в частности – сей-

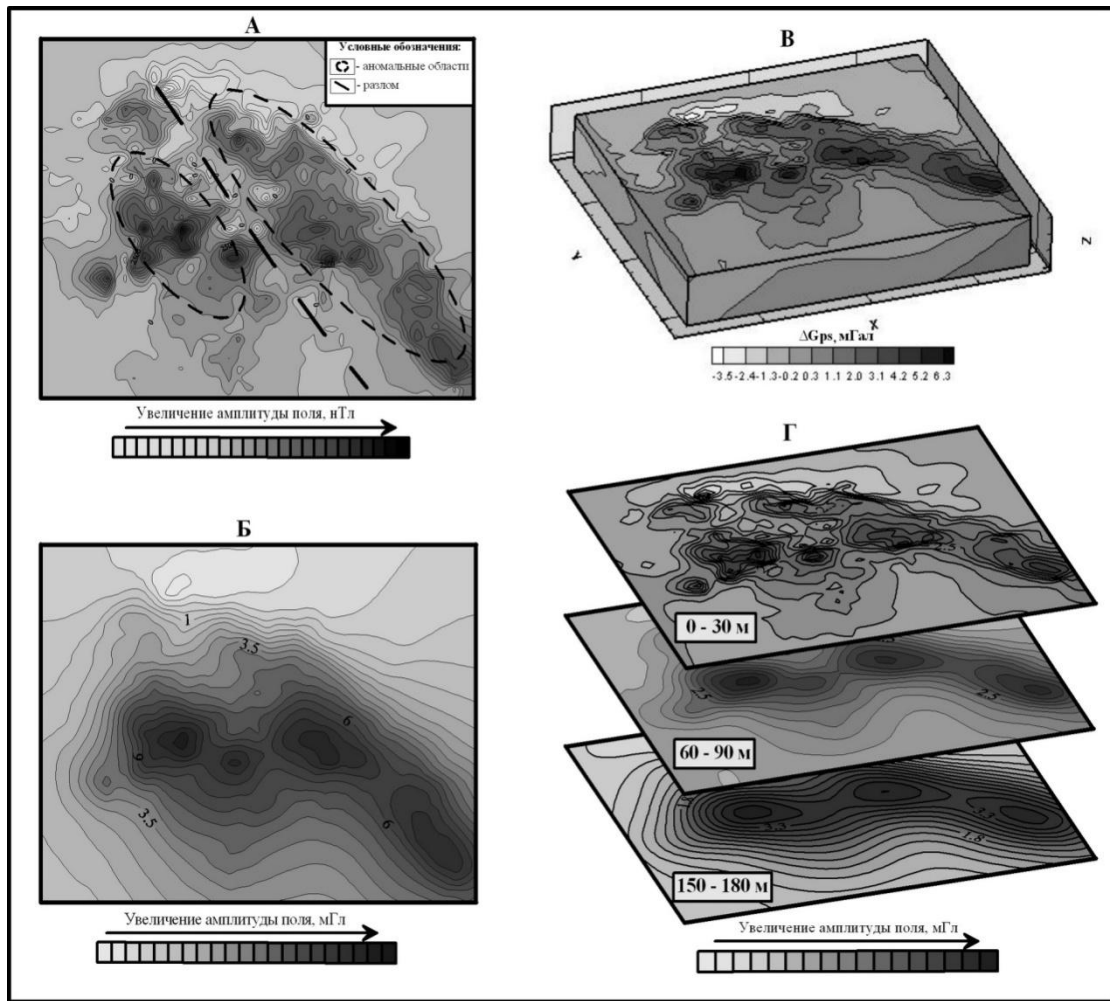


Рис. 1. Карта изодинам аномального магнитного поля  $(\Delta T)_a$ —А; Псевдогравитационное поле  $\Delta g_{ps}$ —Б; 3D-диаграмма псевдогравитационного поля  $\Delta g_{ps}$ —В; гравитационные эффекты горизонтальных слоев—Г

сморазведки), а также бурением. Имеются многочисленные примеры эффективного решения широкого круга геологических задач как картировочного, так и прогнозно-поискового характера в различных регионах России и за рубежом, полученные с использованием интерпретационных технологий, базирующихся на томографическом подходе [3].

Практическое применение фильтрационных алгоритмов томографического подхода в магнитометрии ограничено, в частности, наличием т.н. «аномалий сопровождения», не связанных напрямую с физическими параметрами возмущающих объектов. Например, магнитная аномалия  $\Delta Z$  над вертикально падающим, намагниченным по падению пластом состоит из центрального максимума и двух минимумов, которые при трансформации поля могут неверно отождествляться с объектами, обладающими обратной намагниченностью.

Для устранения эффекта наложения положительных и отрицательных областей соседних аномалий магнитного поля предлагается строить карты псевдогравитационного поля  $\Delta g_{ps}$  (рис. 1, Б), которые позволяют более четко и ясно, чем исходные карты магнитного поля, увидеть общую картину геологического строения изучаемой территории. Псевдогравитационное поле может быть получено с применением алгоритма, базирующегося на истокообразной аппроксимации [4]; для интерпретации аномалий  $\Delta g_{ps}$  применимы все методы, разработанные для аномалий силы тяжести.

В разработанной автором программе APXGravity заложен алгоритм, также основанный на истокообразной аппроксимации гравитационного поля, в котором для выделения источников, локализованных между заданными глубинами, используется пересчет поля в верхнее полупространство на различные уровни  $h$  [5]. В первом приближении, после пересчета поля на высоту  $h_1$ , мы исключаем влияние источников, лежащих выше некоторой эффективной глубины  $h_{эф1}$ . Соответственно, результаты пересчета поля на высоту  $h_2$  ( $h_2 > h_1$ ) не содержат влияния источников, лежащих выше эффективной глубины  $h_{эф2}$ . Аномальный эффект горизонтального слоя горных пород, расположенного между глубинами  $h_1$  и  $h_2$ , отождествляется с разностью пересчитанных вверх полей  $\Delta g_{h1} - \Delta g_{h2}$ , при  $h_1 < h_2$  (в нашем случае  $\Delta g_{ps_{h1}} - \Delta g_{ps_{h2}}$ ) [6].

С помощью данной программы были построены «гравитационные» эффекты от горизонтальных слоев с различными значениями глубин  $h_1$  и  $h_2$  (рис.1.Г), а также 3D-диаграмма псевдогравитационного поля (рис. 1, В).

Результаты преобразования  $\Delta T \rightarrow \Delta g_{ps}$  иллюстрирует рис. 1, А.

Следует отметить, что различные срезы и сечения трехмерной диаграммы псевдогравитационного поля позволяют получить представление о морфологии Кингашского интрузивного массива и оконтурить в его пределах наиболее магнитные (предположительно – более рудоносные блоки). Остается открытым вопрос о реальных глубинах слоев, выделяемых в процессе интерпретации поля  $\Delta g_{ps}$ , хотя можно отметить, что синтез в едином алгоритме фильтрации поля и решения линейной обратной задачи гравиметрии позволяет осуществлять построение трехмерных геоплотностных моделей с вертикальной шкалой реальных, а не эффективных, глубин.

Предлагаемая автором интерпретационная технология, впервые использованная для результатов измерений магнитного поля в воздухе в пределах Кингашского медно-никелевого месторождения позволяют получить представление о морфологии рудовмещающего базит-гипербазитового массива и выделить в его пределах наиболее серпентинизированные блоки. В дальнейшем технология может использоваться в процессе аэрогеофизических исследований, на начальных стадиях поисков нового для нашей страны генетического типа медно-никелевого оруденения, развитого в пределах древних зеленокаменных поясов.

#### Литература

1. Бабаянц П.С., Блох Ю.И., Трусов А.А. Интерпретационная томография по данным гравиразведки и магнито-разведки в пакете программ «СИГМА-3D» // Вопросы теории и практики геологической интерпретации гравитационных, магнитных и электрических полей. Материалы 30-й сессии Международного семинара им. Д.Г. Успенского. – Москва: 2003. - С. 20.
2. Долгаль А.С. Компьютерные технологии обработки и интерпретации данных гравиметрической и магнитной съемки в горной местности. – Абакан: ООО «Фирма «Март», 2002. – 188 с.
3. Мартышко П.С., Новоселицкий В.М., Пруткин И.Л. О разделении источников гравитационного поля по глубине // Электронный научно-информационный журнал "Вестник отделения наук о Земле РАН". – 2002. - № 1(20) [www.scgis.ru/russian/cp1251/h\\_dgggms/1-2002/scpub-7.htm#begin](http://www.scgis.ru/russian/cp1251/h_dgggms/1-2002/scpub-7.htm#begin).
4. Новоселицкий В.М., Долгаль А.С., Бычков С.Г. Новый алгоритмический базис технологии векторного сканирования геопотенциальных полей // Геофизические исследования Урала и сопредельных регионов. Материалы Международной конференции, посвященной 50-летию Института геофизики УрО РАН. - Екатеринбург: ИГФ УрО РАН, 2008. - С. 183-186.
5. Туганова Е.В. Формационные типы, генезис и закономерности размещения сульфидных платиноидно-медно-никелевых месторождений (на примере Восточно-Сибирской и некоторых других провинций) – СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2000. – 103 с.
6. Физические свойства горных пород и полезных ископаемых (петрофизика). Справочник геофизика./Под ред. Н.Б. Дортман. -2-е изд. перераб. и доп.- М., 1986. - 455 с.

### РАСЧЕТ КРИТИЧЕСКИХ ЗНАЧЕНИЙ УДЕЛЬНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СОПРОТИВЛЕНИЙ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ХАРАКТЕРА НАСЫЩЕНИЯ В ОТЛОЖЕНИЯХ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

Д.С. Яшков

Научный руководитель заведующий отделом С.М. Шевченко

ОАО "ТомскНИПИнефть", г. Томск, Россия

Стоит задача разделения коллекторов на два типа по характеру насыщения: водонасыщенные и нефтенасыщенные.

В наличии имеются кривые комплекса ГИС и результаты лабораторных исследований керна (Кп (%), Кво (%)) одной скважины.

Для качественного разделения коллекторов с использованием имеющихся данных предлагается принять во внимание тот факт, что при увеличении глинистости сопротивление повышается в водонасыщенных пластах и понижается в нефтенасыщенных.

Предлагается следующий алгоритм:

1. Снимаем значения сопротивления в интервалах коллекторов и аргиллитов и соответствующие им значения пористости Кпо. Значения сопротивления снимаем по кривым ГИС метода «RLAP5».
2. Строим зависимости снятых значений сопротивлений от пористости.
3. Зависимости распределились на три зоны: самые низкие сопротивления и пористость характерны аргиллитам; увеличение сопротивления при увеличении пористости характерно для нефтенасыщенных пластов; уменьшение сопротивления при увеличении пористости соответствует водонасыщенным пластам.

Так как четкая граница разделения пластов по сопротивлению не выявилась, то для расчета критических значений сопротивления используем данные капилляриметрии:

- Рассчитываем относительный коэффициент водонасыщенности

$$\overline{K_v} = \frac{K_v - K_{v.cв}}{1 - K_{v.cв}}$$

где  $K_v$  – значения водонасыщенности при пошаговом изменении давления,  $K_{v.cв}$  – предельное значение водонасыщенности (данные лабораторных исследований керна).



- Находим нормированные относительные фазовые проницаемости

$$\bar{K}_{np,v} = \bar{K}_v^3 \quad \bar{K}_{np,n} = (1 - \bar{K}_v)^3$$

- Строим зависимости нормированных ОФП от найденных ранее относительных коэффициентов водонасыщенности.
- По точке пересечения графиков определяем относительное критическое значение коэффициента водонасыщенности

$$\bar{K}_{v,крит} = 0,5$$

- Далее рассчитываем «текущие»  $K_v$ .крит.

$$K_{v,крит} = \bar{K}_{v,крит} \cdot (1 - K_{v,св}) + K_{v,св}$$

- Рассчитываем  $\rho_{п.кр} = P_n \cdot P_n \cdot \rho_v$ , где

$$P_i = \frac{a}{K_i^m} \quad P_n = \frac{b}{K_v^n} \quad (K_v = K_{v,крит})$$

На этом же графике строим зависимость найденных значений  $\rho_{п.кр}$ . от пористости.

Выводы.

Полученная горизонтальная линия будет отделять нефть с водой (выше линии) и воду с нефтью (ниже линии).

Можно провести границы между пластами со следующими характерами насыщения: нефть, нефть+вода, вода+нефть, вода.

Полученный график зависимости сопротивления от пористости с проведенными графическими границами можно использовать в качестве палетки разделения пластов по характеру насыщения.

#### Литература

1. Вельденштейн Б.Ю., Козяр В.Ф., Яценко Г.Г. Методические рекомендации по определению подсчетных параметров залежей нефти и газа по материалам геофизических исследований скважин с привлечением результатов анализов керн, опробований и испытаний продуктивных пластов. - Калинин: 1990.
2. Информационно-коммерческий вестник АИС «Каротажник». Выпуск 12. Тверь, 1994.

## Секция 7

# ГЕОЛОГИЯ НЕФТИ И ГАЗА

### ГЕОФЛЮИДОДИНАМИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ ИЗУЧЕНИЯ НЕФТЕГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Н.П. Запивалов, профессор

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

*«Нет недостатка в запасах нефти и ресурсах нефти и газа, есть недостаток в знаниях о них»*

Геофлюидодинамика в широком понимании охватывает все геологические модели и геопотенциальные (геофизические) поля, изучает процессы и закономерности образования, движения, сохранения и разрушения флюидоминеральных систем [1].

Флюидонасыщенность литосферы характеризуется следующими цифрами: общая масса газов в осадочном слое  $0,2 \times 10^{15}$  т, в гранитном и базальтовом слоях  $8,0 \times 10^{15}$  т, в верхней мантии  $4,4 \times 10^{17}$  т. Объем природной подземной воды составляет 13% от объема всей литосферы ( $1,0 \times 10^{25}$  м<sup>3</sup>). Жидкие углеводороды составляют 25 % от объема всех битумоидов осадочных пород ( $3,0 \times 10^{14}$  м<sup>3</sup>) [4].

Состояние флюидодинамической геологической системы характеризуется обобщенными термодинамическими параметрами  $P$ ,  $T$ ,  $V$ ,  $\mu$ . Именно они, вернее, их градиенты ( $\Delta P$ ,  $\Delta T$ ,  $\Delta V$ ,  $\Delta \mu$ ) определяют динамику системы, изменение одного параметра ведет к изменению другого.

Нефтенасыщенные системы в концентрированном виде представлены залежами нефти, которые характеризуются анизотропностью всех свойств. Эта сложная открытая динамическая система охватывает нижнее и верхнее полупространства с быстроменяющимися параметрами, что обусловлено природной ритмичностью и флуктуацией глубинно-земных, поверхностных, космических процессов и техногенным воздействием [1].

Флюидодинамическая активность носит, как правило, очаговый характер и сопровождается физико-химическими процессами растворения, выщелачивания, переноса и образования новых минеральных ассоциаций. Вторичное минералообразование имеет широкое развитие на границе палеозойских и мезозойских комплексов в Западной Сибири. Это создает не только литологическую и гидрохимическую мозаику, но предопределяет неуверенность в структурном картировании поверхности палеозоя (акустический хаос) (рис.).

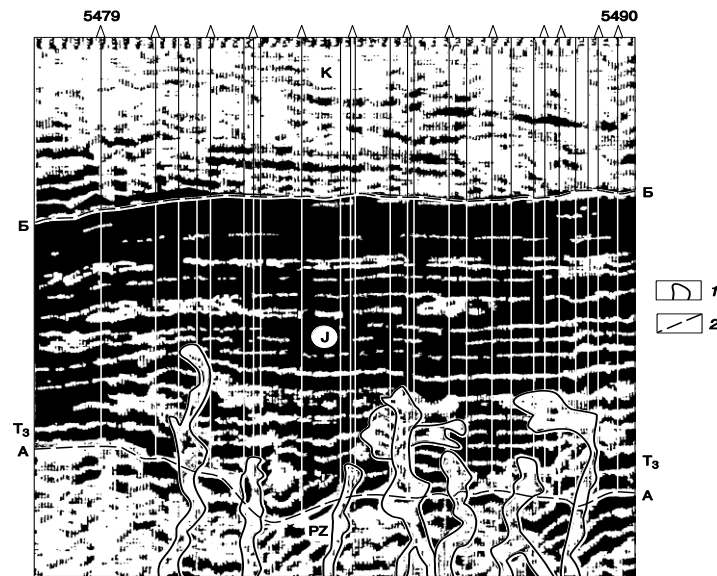


Рис. Зоны разуплотнения и трещиноватости по сейсмическим данным (Талинское месторождение, Западная Сибирь)

1 – зоны субвертикальной трещиноватости с предполагаемыми каналами фильтрации; 2 – поверхность палеозоя

Намечаются новые подходы к изучению нефтегазонасыщенных объектов как динамических систем с быстро меняющимся состоянием, то резко “возбужденным”, то близким к стабильному, что особенно характерно в период наложенных техногенных процессов (разведка и разработка).

В изучении таких систем можно использовать фрактальный аппарат – инструмент для познания скрытого порядка в беспорядочных анизотропных системах, каковыми являются залежи нефти. Фракталами называются масштабно-инвариантные множества, обладающие дробной размерностью. Фрактальные представления упрощают анализ турбулентного движения жидкости или газа, а также процесса протекания, что важно для технологии разработки месторождений [2].

А.Х. Мирзаджанзаде и соавторы предложили использовать фрактальные характеристики временных рядов замеров, а именно размерность Хаусдорфа и показатель Херста в качестве диагностических критериев, определяющих состояние объектов разработки. Успешность воздействия на пласт путем обработки призабойной зоны (ОПЗ) более эффективна в том случае, если по кривой восстановления давления (КВД) в данной скважине диагностируется наличие фрактальной структуры.

Фрактальное моделирование динамических систем и образов с использованием компьютеров стало не только игрой ума и фантазией мыслителей, но и технологической потребностью.

Благодаря флюидной конвекции совершается огромная работа в природных системах, охватывающих большой диапазон земной коры. Флюидодинамические системы с различными режимами протекающих в них процессов характеризуются разными потоками энтропии. Если существуют потоки энтропии, изменение объема и внутренней энергии геологической системы, то совершается работа

$$\Delta U + P_0 \Delta V - T_0 \Delta S = -A,$$

где  $U$  – внутренняя энергия системы;  $P_0$  – давление окружающей среды;  $T_0$  – температура окружающей среды;  $V$  – объем системы;  $S$  – энтропия;  $A$  – работа.

Эта функция называется эксергией ( $E_x$ ) или работоспособностью системы  $A_{\max} = -\Delta(U + P_0 V - T_0 S)$ .

Потоки эксергии могут быть направлены вовнутрь, если система закрытая, и во внешнюю среду, если система открытая (проточная). Если эксергия равна нулю (или стремится к минимуму), то это означает термодинамическое равновесие временно изолированной (закрытой) системы. Иногда эксергию называют мерой качества энергии [5].

Исходя из фрактально-энтропийных представлений, можно считать, что залежь нефти – это открытая флюидодинамическая система с переменной эксергией, ограниченная порогом (градиентом) протекания и массо-энергопереноса, за пределами которого распространяется другая система (среда) [1].

Геофлюидодинамический нефтепрогнозный анализ полного стратиграфического разреза должен осуществляться на основе выделения интервалов, зон, очагов с наивысшей скоростью (градиентом) современного тепломассопереноса. Есть очень неплохая методика В.Б. Писецкого [3]. Прямая связь нефтегазонасыщенности с современными движениями земной коры рассмотрена многими исследователями в самых различных регионах. Эта связь устанавливается как для генерационных процессов, так и для условий формирования современных залежей нефти и газа [Запывалов, 1975].

В Западной Сибири активный процесс формирования и переформирования залежей продолжается и в настоящее время. Молодой возраст скоплений нефти и газа в фанерозе Западной Сибири отмечается практически всеми геологами. Этому способствует активизация геодинамических процессов. На основе геофизических данных, космогеологической информации и инструментального мониторинга (в основном повторное нивелирование) установлено, что в северной части Западно-Сибирской плиты современные деформации земной поверхности значительно контрастнее и достигают более высоких значений по сравнению с ее южной частью. Абсолютный диапазон изменения вертикальных движений в отдельных зонах (например, Усть-Енисейская) превышает 30 мм/год [Колмогоров, 1996]. Эти изменения носят очаговый или линейный характер.

Наши представления целевым образом адаптированы для динамической характеристики природно-техногенных систем, т. е. залежей нефти и газа в период их разведки и разработки. Поэтому здесь не отмечается роль нефтепроизводящих толщ, покрышек и других атрибутов-параметров резервуара в их классически консервативном понимании.

Изложенные принципы в тезисной форме и огромный мировой опыт в изучении нефтегазовых месторождений, который длится уже более 150 лет, позволяют утверждать, что углеводородные скопления имеются во всех типах пород независимо от стратиграфической привязки.

Для оценки состояния природно-техногенных систем (залежей нефти и газа) необходимы исследования и наблюдения в режиме мониторинга. Только мониторинг способствует объективному познанию динамической природно-техногенной системы, каковой является скважина–пласт–залежь, и управлению этой системой.

Таким образом, предлагаются принципиально новые подходы к изучению и управлению природно-техногенными нефтегазовыми объектами на основе видения динамических процессов.

Данной статьей автор отмечает свое 60-летие в нефтяной геологии.

#### Литература

1. Запывалов Н.П., Попов И.П. Флюидодинамические модели залежей нефти и газа /Под ред. В. Г. Каналина. – Новосибирск. – М.: Гео, 2003. – 195 с.
2. Запывалов Н.П. Фрактальная геофлюидодинамика нефтенасыщенных систем // Фундаментальные проблемы нефти и газа: Труды Всерос. науч. конф. – М.: Изд-во РАЕН, 1996. –Т. 4. – С. 21–30.

3. Писецкий В.Б. Прогноз флюидодинамических параметров нефтегазоносных бассейнов по сейсмическим данным: диссертация доктора геолого-минералогических наук: 25.00.12 – Екатеринбург, 2005 – 289. – С. 7105 – 4/72.
4. Файф У., Прайс Н., Томпсон А. Флюиды в земной коре. – М.: 1981. – 436 с.
5. Янговский Е.И. Потоки энергии и эксергии. – М.: Наука, 1988. – 144 с.

### ЛИТОЛОГО-ФАЦИАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПЕСЧАНОЙ БИТУМОНОСНОЙ ПАЧКИ ШЕШМИНСКОГО ГОРИЗОНТА В ЗОНЕ ВЫКЛИНИВАНИЯ УФИМСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ В ЗАПАДНОМ ЗАКАМЬЕ (НА ПРИМЕРЕ ОНБИЙСКОЙ ПЛОЩАДИ)

Д.Р. Абдрашитова

Научный руководитель доцент Н.Г. Нургалиева

Казанский государственный университет имени В.И. Ульянова-Ленина, г. Казань, Россия

Онбийская площадь расположена в центральной части Закамья Республики Татарстан и занимает водораздел средних течений рек Степного Зая и Кичуя. В административном отношении площадь занимает юго-западную часть Заинского и прилегающие части Альметьевского и Чистопольского районов.

Онбийская площадь расположена на Западном склоне Южного купола Татарского свода.

В геологическом строении Онбийской площади, по данным структурного бурения и структурно-геологических съемок, принимают участие докембрийские, девонские, каменноугольные, пермские, неогеновые и четвертичные отложения.

Онбийская площадь располагается в пределах Ямашинско-Черемшанской нефтегазоносной зоны. Биту-мо- и нефтепроявления, а также промышленные скопления нефти, связаны здесь с различными литолого-стратиграфическими комплексами. Наибольший интерес представляет нефтебитумоносность пермского комплекса. Этот комплекс включает в себя отложения уфимского и казанского ярусов верхней перми.

Основной целью исследований является литолого-фациальный анализ песчаной битумоносной пачки шешминского горизонта уфимского яруса ( $P_2\text{uf}_2^2$ ).

Песчаная пачка шешминского горизонта, по данным ряда исследований на Онбийской площади развита на отдельных небольших участках и имеет сравнительно небольшую мощность от 2–3 до 8 м, редко 15 м.

Отсутствие данной пачки на некоторых участках площади, объясняется неравномерным осадконакоплением и размывом ее в предказанское время. Неравномерность мощности пачки выражается в виде раздувов или «холмов».

Продуктивные терригенные отложения песчаной пачки характеризуются высокими значениями проницаемости и емкости песчаных коллекторов (пористость песчаников верхней части залежей 14–40%, в среднем – 25%, средняя проницаемость – 0,470 мкм<sup>2</sup>), а также обогащенностью песчано-алевритовым материалом. Это позволяет считать область распространения песчаной пачки особой фациальной зоной.

В пределах Онбийской площади пачка сложена песчаниками серыми, зеленовато-серыми, в ряде скважин от пропитки битума буровато-серыми, буровато-темно-серыми до черных, мелкозернистыми, массивными, известковистыми, крепкими, прослоями тонкослоистыми и пиритизированными. В отдельных скважинах описываемая пачка сложена алевритами зеленовато-серыми и красновато-коричневыми, неравномерно глинистыми, с мелкими кристалликами пирита. Преобладает мелкопесчаная фракция (размер зерен преимущественно 0,1–0,2 мм). Сортировка хорошая, форма зерен различная – от угловатых до хорошо окатанных. На обломочный материал приходится 25–60%, обычно 30–45%. По составу он кремнисто-глинистый, глинистый, часто присутствуют обломки кремнистых пород, кварца, полевых шпатов. В песчаниках пористость межзерновая; цементирующим материалом служит кальцит, содержание которого колеблется в широких пределах – от единиц процентов до 25–30% и более. В рыхлых разностях песчаников цемент присутствует в незначительных количествах (до 10%) или вовсе отсутствует.

По поводу условий генезиса шешминских отложений существуют различные точки зрения. Одни исследователи (Ноинский М.Э., 1932) предполагали, что они накапливались в субаральных континентальных условиях, другие – относили их к озерно-речным и дельтовым (Форш Н.Н., 1955). В последнее время П.А. Шалиным (1988 г), Б.В. Успенским (1988 г), составлены более детальные литофациальные схемы песчаной и песчано-глинистых пачек шешминского горизонта, где учтены новые материалы бурения. Эти специалисты среди песчано-глинистых пород шешминского горизонта однозначно выделили четко обособленную литофазию песчаников. Она представлена песчаными телами барового (по П.А. Шалину и Г.А. Петрову) или дельтового (по Б.В. Успенскому) генезиса. И.Е. Шаргородский считает, что данные тела отложились в период трансгрессии моря в понижениях между куэстами (сбросовыми уступами эрозионного происхождения в дне моря), протягивающимися над региональными разломами.

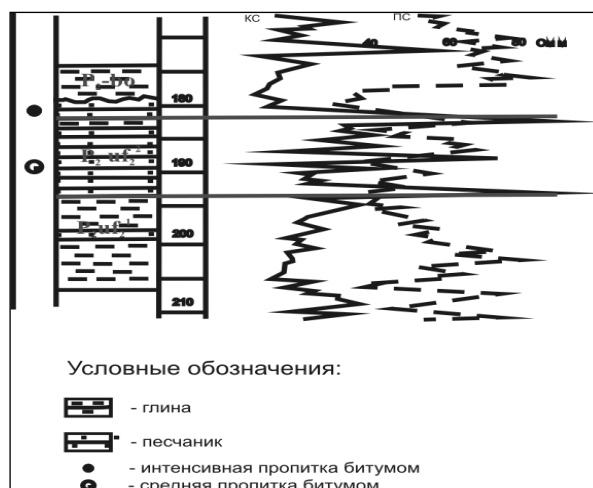
Литофазия песчаников линейно вытянута в северо-западном направлении и приурочена к краевой части современного западного склона Южно-Татарского свода. Средний размер структур в пределах площади 102,5 × 202,5 м.

В ее границах наблюдается благоприятное распределение коллекторов песчаной пачки, с которыми связана основная битумоаккумуляция в шешминском горизонте (Ашальчинская зона).

Верхняя граница уфимского яруса литологически проводится по смене зеленовато-серых или красновато-коричневых терригенных отложений уфимского яруса на голубовато-серые «лингуловые глины» ( $P_2\text{-bo}$ ) с морской фауной нижнеказанского подъяруса. По каротажной диаграмме она фиксируется резким спадом значе-

ний сопротивления до 10 Ом м и относительно повышенным гаммопоказаниям до 9–12 γ в пачке «лингуловых глин».

В результате изучения и анализа отчетов о структурном бурении на Онбийской площади, журналов и каротажных диаграмм скважин (рис. 1) площади было обнаружено, что на территории мощность песчаной пачки колеблется в гораздо более высоких пределах: от 0 до 36 м, а в отдельных скважинах она достигает 31–36 м. Данные переинтерпретации мощности песчаной пачки представлены на (рис. 2).



*Подшивка песчаной пачки, по Иванову М.Е.*

*Подшивка песчаной пачки после переинтерпретации*

Рис. 1. Фрагмент каротажной диаграммы по скважине 3674

*Диаграмма пересчета мощностей песчаной пачки*

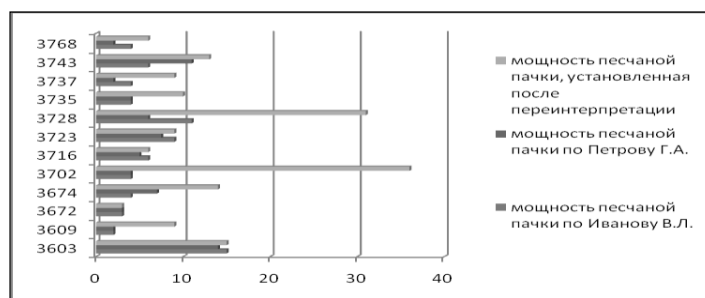


Рис. 2. Данные переинтерпретации мощностей песчаной пачки по скважинам

По рис. 2 видно, что мощность песчаной пачки, установленная после переинтерпретации, в некоторых скважинах значительно превышает установленные ранее (например, в скважине 3702 разница составляет 32 м).

В соответствии с пересчетом мощности песчаной пачки была перестроена карта изопахит.

Анализ этой карты, анализ и переинтерпретация данных каротажных диаграмм и журналов скважин позволяют сделать следующие выводы об условиях формирования песчаной пачки:

1. В песчаной пачке шешминского горизонта в пределах Онбийской площади развиты седиментационные структуры – палеобары, протягивающиеся в субмеридиональном направлении и являющиеся частью Ашальчинской зоны битумоскоплений.

2. Песчаные структуры шешминского горизонта образовались в узкой зоне активного взаимодействия волн с наносами в прибрежно-морских условиях, обусловивших высокую степень отсортированности песчаного материала.

Литература

1. Геолого-геохимические основы битумных месторождений среднего Поволжья. Успенский Б.В., Бадамшин А.Э., Ильина Г.А., Лебедев Н.П.– Казань: Издательство КГУ, 2009. Геология и освоение залежей природных битумов Республики Татарстан / Под ред. проф., д.г.-м.н. Р.С. Хисамова – Казань: Изд-во «Фэн» Академии Наук РТ, 2007. – 295 с.
2. Нефтебитумоносность пермских отложений Южно-Татарского свода и Мелекесской впадины / Под ред. проф., д.г.-м.н. Р.С. Хисамова – Казань: Изд-во «Фэн» Академии Наук РТ, 2009. – 431 с.

**НЕФТЕГАЗОНОСНОСТЬ ВНУТРИБАСЕЙНОВЫХ РИФОВ ПРИКАСПИЙСКОЙ  
ВПАДИНЫ НА ПРИМЕРЕ РЕЗЕРВУАРА ТЕНГИЗ****А.А. Акбашева, Р.Р. Галеева**

Научный руководитель доцент Н.Г. Рыкус

*Уфимский государственный нефтяной технический университет, г. Уфа, Россия*

Прикаспийская впадина – одна из глубочайших депрессий земного шара, что определяет большой научный и практический интерес к проблемам ее строения, образования и геологического развития, хотя вопросы эти до сих пор дискуссионны [2]. Под Прикаспийской впадиной традиционно рассматривается область развития соляно-купольных структур, которая пространственно соответствует центральной глубоководной части раннепермского солеродного бассейна. Северо-западное ограничение впадины проводится по крупным сбросам и крупным уступам в мезозойских и верхнепермских отложениях, которым в подсоленном комплексе отвечает карбонатный уступ шельфовой платформы, маркирующий бровку склона некомпенсированной топо-депрессии. С Востока впадина ограничена складками западного склона Урала, с юго-запада – надвигами северного склона кряжа Карпинского, а с юго-востока – Южно-Эмбинским палеозойским поднятием, генетически связанным с одноименным сдвигом.

Анализ используемой литературы позволяет сделать следующие выводы.

Происхождение Прикаспийской впадины объясняется многими исследователями по-разному. Причины разницы во взглядах на эти проблемы кроются в различной трактовке трех главных вопросов: возраст фундамента; стратиграфический объем и формационный состав осадочного чехла; генезис контрастно выраженных линейных структур Скифско-Туранской плиты.

Прикаспийскую впадину следует рассматривать в ряду геологических тел земной коры, относящихся к категории нефтегазоносных провинций или нефтегазоносных мегабассейнов, а не региональных структурно-тектонических подразделений. В основе выделения нефтегазоносных провинций лежит принцип не только общности структурного плана и геологического развития блока земной коры, но и единство флюидотермальной системы. Прикаспийская впадина как единая нефтегазоносная провинция была сформирована к концу кунгура после накопления мощной соленосной толщи, которая служит региональной покрывкой и обеспечивает единство флюидотермальной системы провинции [1].

*Типы рифов.*

Установлены два типа рифов. Первый – ассиметричные рифовые системы, обрамляющие кромку шельфов палеоокеана на западе, севере и частично востоке и юго-востоке. Следуя в целом бортам океанической впадины, эти системы в связи со смещениями разновозрастных бортов, также смещались в пространстве один относительно других. Причем установлены как сдвиг более молодых систем во впадину, т.е. проградация, так и обратное смещение, когда более молодые системы перемещаются на шельфы подстилающих более древних образований, т.е. реградация. При этом амплитуды смещения различаются.

После построения структурного каркаса все структурные поверхности сглаживались, корректировались на абсолютные отметки пластопересечений и проверялись на самосогласованность. Принятая погрешность отклонения сеточной поверхности по скважине от отметок по базе данных составляет не более 0,2 м.

Второй тип – внутрибассейновые изолированные рифы более или менее симметричные в поперечном сечении. Их формирование, видимо, связано с предшествующей палеотопографией морского дна, определяемой развитием карбонатных отложений. Таким образом, все внутрибассейновые рифы Прикаспийской впадины не связаны с какими-либо вулканическими постройками – как зоны спрединга, так и зоны субдукции.

*Нефтегазоносность.*

В Прикаспийской впадине нефтегазоносны рифы всех типов, как в рифовых системах, так и шельфовые и внутрибассейновые одиночные. Продуктивность рифов установлена в широком стратиграфическом диапазоне от среднего девона до нижней перми включительно. При этом обособляется несколько уровней нефтегазоносных рифов: среднедевонский, верхнедевонский, каменноугольный и нижнепермский; максимальные запасы установлены в рифах карбона.

Наиболее крупные запасы углеводородов связаны с внутрибассейновым и частично барьерными рифами карбона на востоке, юго-востоке и северо-востоке Прикаспийской впадины. Возраст крупного атоллвидного внутрибассейнового рифа Тенгиз окско-башкирский. Барьерные рифы восточного Енбек-Жаркамьского шельфа окско-башкирского и познемосковского возрастов, причем продуктивность установлена как в рифах нижнего, так и верхнего карбона.

Наиболее продуктивными оказались внутрибассейновые рифы, прежде всего из-за типа ловушки – крупные и высокие рифовые массивы, перекрытые надежными флюидоупорами. Это более емкие ловушки, чем в краевых рифах бровки шельфов. Строение резервуара Тенгиз характерно для атоллвидных рифов. Коллекторы представлены биогермными, органогенно-обломочными, оолитовыми известняками, частично доломитизированными, местами значительно. Типы пустотного пространства разнообразны: каверно-трещинные, порово-трещинные, трещинно-поровые, трещинно-каверно-поровые и трещинные. Трещины ориентированы в пространстве различно и соединяют породы с разными типами и значениями пористости, трещины развиты и в относительно плотных породах. Это в целом создает массивный тип резервуара, но в вертикальном разрезе отмечается определенное линзовидно-пластовое расположение зон с отличающимися значениями коллекторских параметров. На площади установлено кольцевое расположение коллекторов, согласное фациальной зональности. В биогермных фациях рифового кольца значения пористости 6–8% здесь же отмечены и максимальные дебиты сква-

жин 350–500 т/сут. Минимальные значения пористости выявлены на склонах атолла и промежуточные – во внутривулканической лагуне. Покрышкой залежи служат кремнисто-глинистые отложения депрессионных фаций нижней перми и соленосная толща кунгура.

Для прогноза рифов типа Тенгиз целесообразно геофизическими методами, в том числе относительно экономичными гравиметрическими и, возможно, магнитометрическими, выявлять погребенные додевонские поднятия, на которых могли формироваться рифы [2].

#### Литература

1. Антипов М.П., Бакадоров В.А., Волож Ю.А., Леонов Ю.Г. Проблемы происхождения и развития Прикаспийской впадины // Научно-технический журнал "Геология нефти и газа". – Москва, 2009. – №3. – С. 11–19.
2. Кузнецов В.Г. Палеозойские рифы Прикаспийской впадины и их нефтегазоносность. Статья 2. Типы рифов и их нефтегазоносность // Известия вузов, серия "Геология и разведка". – Москва, 2007. – №3. – С. 7–16.

### СТРОЕНИЕ И НЕФТЕГАЗОНОСНОСТЬ БОХАНСКОГО ПРОДУКТИВНОГО ГОРИЗОНТА ТЕРРИГЕННОГО КОМПЛЕКСА ВЕНДА АНГАРО-ЛЕНСКОЙ СТУПЕНИ

Е.П. Бак

Научный руководитель доцент С.А. Моисеев

Новосибирский государственный университет, г. Новосибирск, Россия

Ангаро-Ленская ступень расположена на юге Сибирской платформы (рис. 1). На ней уже открыт ряд месторождений, самые крупные из которых Ковыктинское и Ангаро-Ленское. Выполненный анализ геологического строения позволяет с уверенностью говорить, что дальнейшее продолжение геологоразведочных работ на данной территории приведет к открытию новых месторождений. Но для того чтобы эти работы проходили с большей эффективностью необходимо постоянно совершенствовать модель внутреннего строения данного района.

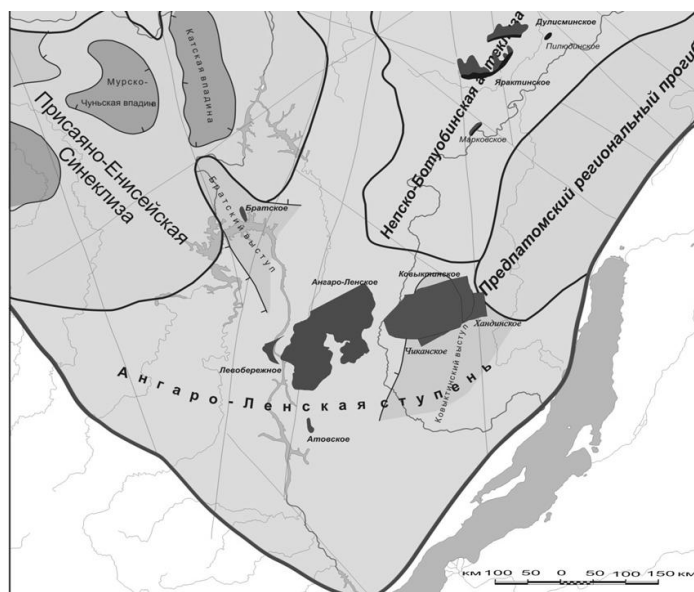


Рис. 1. Обзорная карта южных районов Сибирской платформы

Всего в разрезе осадочного чехла Ангаро-Ленской ступени (АЛС) выявлено двенадцать продуктивных горизонтов: базальный, боханский, шамановский, парфеновский, усть-кутский, осинский, балыхтинский, христофорский, атовский, биркинский, бильчирский и келорский. Большая часть ресурсов и запасов углеводородов АЛС приурочено к терригенному комплексу венда, который по своему стратиграфическому объему соответствует чорской свите. Основным продуктивным горизонтом является – парфеновский.

Парфеновский горизонт повсеместно распространен на территории Ангаро-Ленской ступени. Горизонт сложен практически неглинистыми песчаниками кварцевого и кварц-полевошпатового состава. В пределах Ангаро-Ленской ступени мощность горизонта изменяется от 120 м на Братском месторождении до 8 м – на Балаганкинской площади. Эффективные толщины изменяются в интервале от 1 до 29 м. Тип коллектора - поровый. Пористость меняется от 2 до 21%, в среднем составляя 7–9%. Продуктивные горизонты, которые залегают ниже парфеновского (боханский и базальный), изучены существенно в меньшей степени. Поэтому в данной работе основное внимание было уделено боханскому продуктивному горизонту.

Боханский продуктивный горизонт приурочен к основанию разреза чорской свиты и представлен неоднородным чередованием различных по зернистости песчаников: от крупнозернистых до мелкозернистых алеври-

тистых и алевролитовых. По литологическому составу это полевошпатово-кварцевые и кварцевые, слабо отсортированные песчаники. Мощность боханского горизонта может достигать 65–80 м, а песчаников 45–50 м. Тип коллектора – поровый. Пористость песчаников редко превышает 10–15%.

Строение горизонта весьма сложное. По сейсмическим материалам производственных организаций была выдвинута идея линзовидного строения боханского горизонта. Эту идею автор попробовал проследить на корреляционных профилях. Получилось выделить пять песчаных пластов, которые условно были названы Боханский 1, Боханский 2, Боханский 3, Боханский 4 и Боханский 5.

Для прогноза перспективных территорий нефтегазоносности боханского горизонта были построены серии карт. Изначально была взята сетка по кровле тирского регионального горизонта. В результате пересчета были построены структурные карты по кровле каждого из песчаных пластов боханского горизонта. Затем были построены карты толщин пластов, путем вычитания структурной поверхности подошвы горизонта от структурной поверхности кровли. В итоге была построена карта перспектив нефтегазоносности боханского горизонта путем наложения схем распространения песчаных пластов (рис. 2). Можно заметить, что территория, на которой пересекаются все пять пластов, составляет не более чем 10% от изучаемой площади. В данном районе скважин пока еще не было пробурено.

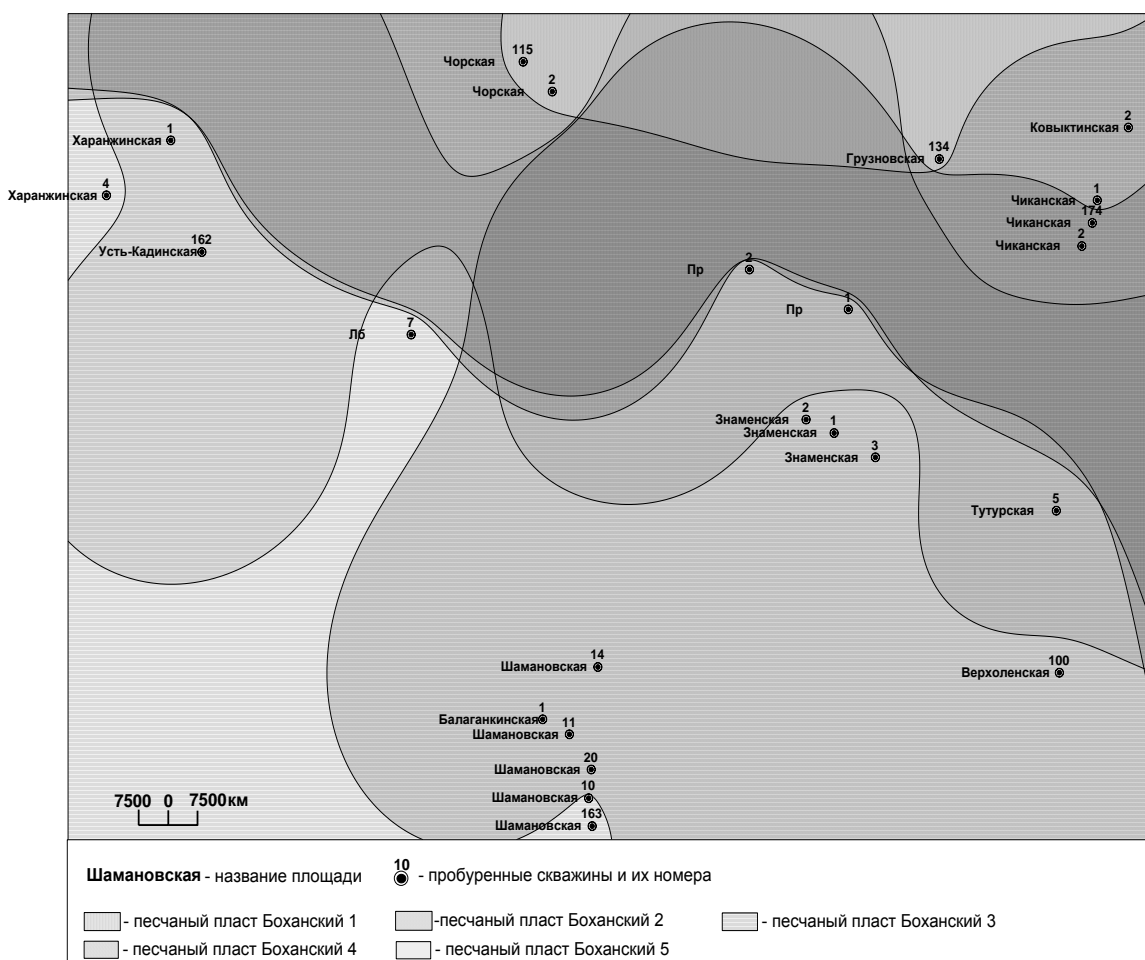


Рис. 2. Карта перспектив нефтегазоносности боханского горизонта

Прогнозная суммарная мощность песчаников здесь составляет порядка 55 м. Для северных районов характерно пересечение трех-четырех песчаных пластов. На юге территории мы можем наблюдать пересечение всего двух пластов, но их суммарная мощность составляет не менее 35 м. В процентном соотношении территория, на которой пересекаются только два песчаных пласта, составляет примерно 50% от всей территории ступени. В единичных скважинах (Харанжинская 4, Левобережная 7, Шамановская 163) боханский горизонт представлен одним песчаным пластом Боханским 3. Его мощность в данных скважинах составляет 50, 40 и 37 метров соответственно.

Промышленных притоков из него пока не было получено. Предполагаемые залежи в боханском горизонте будут связаны с ловушками неантиклинального типа и с литологическими экранами. Предполагаемый тип углеводородонасыщения – газ, газоконденсат. Вероятность обнаружения газонефтяных или нефтегазовых залежей – мало вероятно.



## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕГИОНАЛЬНЫХ СЕЙСМИЧЕСКИХ ПРОФИЛЕЙ ДЛЯ ТЕКТОНИЧЕСКОГО РАЙОНИРОВАНИЯ СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ ГЕОСИНЕКЛИЗЫ

И.И. Белякова

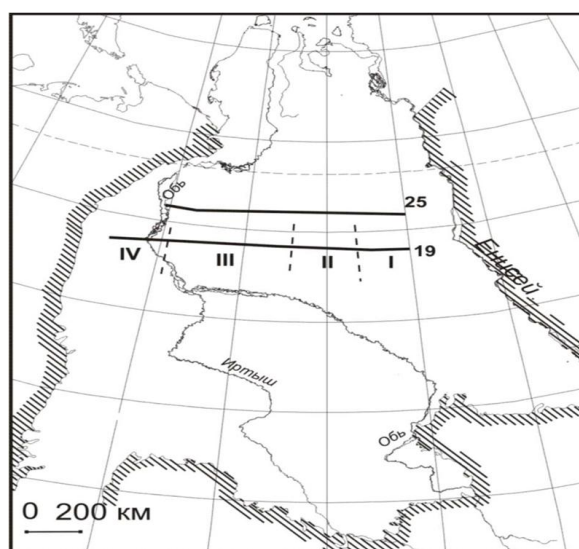
Научный руководитель доцент С.Ю. Беляев

*Новосибирский государственный университет, г. Новосибирск, Россия*

Тектоническое районирование – выделение естественных участков земной коры на основе анализа историко-геологического развития, морфологических особенностей и комплексного геолого-геофизического и геохимического изучения [1]. Тектонические карты могут основываться на различных принципах, эти принципы разные для складчатых и платформенных областей. Для платформенных областей часто создаются тектонические карты, помогающие выявлять тектонические критерии поисков минерального сырья, в первую очередь они могут быть ориентированы на решение нефтегазопроисловых задач. Такие тектонические карты называются специализированными [3]. В этом случае в качестве структурных элементов на карте выделяются платформенные области (региональные элементы) и подчиненные им структуры (элементы более высоких порядков). В 2001 году в ИНГГ СО РАН создана тектоническая карта юрского структурного яруса Западно-Сибирской нефтегазодной провинции, на которой показаны тектонические элементы разных порядков и дизъюнктивные нарушения [2]. Эта карта является основой для районирования, одним из принципов которого является история тектонического развития. Начальные результаты такого районирования приведены в данной работе.

Объектом исследования в работе является осадочный чехол, начинающийся с осадочных отложений триаса, распространенных преимущественно на севере, выше разрез нарастается юрскими и меловыми отложениями, которые развиты повсеместно, заканчивается чехол кайнозойскими отложениями, неодинаково распространенными в разных частях бассейна.

Ранее была выполнена обработка регионального сейсмического профиля № 19, протягивающегося субширотно и пересекающего крупные тектонические структуры: Зауральскую, Южно-Надымскую и Красноленинскую мегамоноклизы, Большехетскую мегасинеклизу и Надымскую гемисинеклизу, Среднепурский наклонный мегажелоб. Были построены палео профили, соответствующие основным этапам тектонического развития территории. В результате анализа всех профилей были выделены субмеридиональные зоны, отличающиеся по современной структуре осадочного чехла и истории тектонического развития (рис.).



**Рис. Схема расположения профилей и границы выделенных субмеридиональных зон**

После этого был проведен анализ закономерностей размещения месторождений углеводородов в выделенных зонах, построены схемы стратиграфической приуроченности залежей этих месторождений. Было выявлено, что во второй и третьей зонах количество месторождений на порядок превосходит количество месторождений в первой и четвертой зонах. Граница между второй и третьей зонами является также границей между областью распространения преимущественно газовых месторождений на востоке и преимущественно нефтяных на западе. Выявлено, что во второй зоне на большей части месторождений газовые залежи приурочены к сеноманскому ярусу, лишь на пяти месторождениях эта газоносность надстраивается снизу аптом и альбом. В третьей зоне газовая залежь присутствует лишь на Муравленковском месторождении, стратиграфически она приурочена к сеноманскому ярусу. На всех месторождениях во второй зоне в валанжине и готериве присутствуют нефтяные и/или нефтегазоконденсатные залежи. На четырёх из одиннадцати месторождений залежи углеводородов в мело-

вом комплексе отсутствуют. На остальных месторождениях основная часть залежей нефти приурочена к отложениям валанжина.

Во второй зоне в юрском комплексе значительное количество месторождений содержит нефтяные залежи в батских и келловей-оксфордских отложениях. В третьей зоне на четырех из одиннадцати месторождений выявлены залежи в батских отложениях, на двух – в келловей-оксфордских. Дальнейшие работы проводились на субширотном региональном сейсмическом профиле № 25, расположенном севернее и пересекающем Часельский наклонный мегавал, Ярудейский мегавыступ, Надымскую гемисинеклизу, Большехетскую мегасинеклизу. Целесообразность анализа этого сейсмического профиля обусловлена еще и тем, что он пересекает центральную, наиболее погруженную часть Западно-Сибирской геосинеклизы, где разрез чехла наиболее полон, начинается с тампейской серии триаса и имеет наибольшие мощности, и проходит вблизи детально описанной в литературе Тюменской сверхглубокой скважины № 6. С помощью анализа этого профиля уточнены и продолжены границы выделенных зон на север. Сопоставление данных бурения с сейсмическими данными позволила проверить также правильность интерпретации профиля № 19 и осуществить районирование на большей территории.

#### Литература

1. Геологический словарь. – М.: Недра, 1973. – Т. 2. – 456 с.
2. Конторович В.А., Беляев С.Ю., Конторович А.Э., Красавчиков В.О., Конторович А.А., Супруненко О.И. Тектоническое строение и история развития Западно-Сибирской геосинеклизы в мезозое и кайнозое // Геология и геофизика. – Новосибирск, 2001. – Т. 42 – № 11–12. – С. 1832–1845.
3. Косыгин Ю.А. Тектоника. – М.: Недра, 1988. – 462 с.

### ЕСТЕСТВЕННЫЕ ВЫХОДЫ ГОРЮЧИХ ГАЗОВ И НЕФТИ ПО ДОЛИНЕ АНГАРЫ В ИРКУТСКЕ

**С.С. Благина, А.Н. Тимоховская**

Научный руководитель профессор В.П. Исаев

*Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия*

В центре города Иркутска, по правому берегу р. Ангары, напротив собора Богоявления, уже более 30 лет замечено вытекание в Ангару черной маслянистой жидкости. В результате деятельности природоохранных органов были выявлены виновники утечки мазута, однако, несмотря на проведенные очистные мероприятия, выходы черной жидкости в реку за прошедшие годы не прекратились и даже не уменьшились. Недавнее обследование долины реки Ангары геохимическими методами показало присутствие большого количества естественных выходов горючего газа, которые не могут быть техногенным загрязнением. Поэтому в 2004 году у профессора В.П. Исаева появилась идея о том, что в Ангару поступает не мазут, а нефть. Это вполне возможно, так как Иркутск расположен на южном окончании Сибирской платформы, известной многими месторождениями нефти и газа.

В пределах города, на пересечении трех рек – Ангары, Иркуты и Ушаковки, выделяются два разлома: субширотный, проходящий через устья рек Иркут и Ушаковка, и юго-восточный, простирающийся вдоль Ангары до самого оз. Байкал. Этот разлом трассируется далее через Байкал до Танхоя, где находится широко известное проявление нефтяных битумов. Выход черной маслянистой жидкости в Ангару находится точно в месте пересечения разломов. В геологии хорошо известна приуроченность месторождений нефти и газа к разломам и, соответственно, их выходов на поверхность.

Газоносность отложений осадочного чехла в районе г. Иркутска впервые была установлена бурением колонковых скважин 7-С и 9-С на уголь Усть-Ордынской геологоразведочной экспедицией Иркутского геологического управления в районе сел Патроны и Бол. Разводной, в которых в процессе бурения отмечались интенсивные газопроявления. Однако испытания скважин не проводились, поскольку был сделан вывод о том, что это газ из пластов юрских углей. В 70-х годах на южной окраине Иркутского амфитеатра были пробурены пять глубоких скважин (Иркутская площадь – 1, 2, 3; Космическая – 1 и 2). Основанием для проведения глубокого бурения послужило наличие Иркутской антиклинальной структуры.

В сентябре 1975 года по материалам вертикального электрического зондирования, колонкового бурения, обобщенным геологом Г.Г. Лебедем, в пределах Иркутской площади была заложена поисковая скважина № 1. Проектная глубина скважины 2600 м. Фактическая глубина скважины составила 2364 м. Кристаллический фундамент был вскрыт на глубине 2348 м. На глубине 1170 м отмечалось поглощение промывочной жидкости 50–60 м<sup>3</sup>/ час. В интервале 1184–1191 м наблюдается перелив воды с запахом сероводорода, дебитом 110 м<sup>3</sup>/сутки. Затем последовал выброс раствора на высоту 3 м. Скважина была остановлена в карбонатных отложениях верхнемостской подсвиты (устькутский горизонт). Пластовое давление составило 125 атм. Давление на устье 15 атм.

Испытание проведено в интервале 1170–1190 м в 1976 г заменой бурового раствора на воду. В результате был получен промышленный приток газа дебитом 175–185 тыс. м<sup>3</sup>/сут. на шайбе 38 мм. Вместе с газом поступала вода (240 м<sup>3</sup>/сут.) с пленкой нефти. Состав газа (% об.): CH<sub>4</sub>=81,67; C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>=10,5; C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>=2,05; i-C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>=0,68; n-C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>=0,21; CO<sub>2</sub>=0,69; H<sub>2</sub>=0,01; N<sub>2</sub>=3,57; He=0,14; H<sub>2</sub>S= около 1%. В газе содержится конденсат плотностью – 0,739.

В процессе проведенной учебной практики в 2009 г были отобраны 52 пробы свободного газа и 51 проба грунта по левому и правому берегам рек, а также по островам р. Ангары в пределах г. Иркутска. Местами

наблюдался самопроизвольный выход газа в Ангару, в некоторых случаях газ выходил в большом количестве. Например, у дамбы на острове Юность, с ее северо-западной стороны наблюдается четыре выхода свободного газа в Ангару.

Диаметры выходов 1–1,5 м. У опоры нового моста на левом берегу Ангары диаметр выхода до 2 м (частично засыпан гравием). Газ выходит активно, в большом количестве, диаметр пузырьков 5–6 см. В месте выходов газа на поверхность дно имеет черный цвет из-за присутствия сераорганических соединений. Вокруг черного дна контуром располагается бело-желтый осадок, что, видимо, связано с присутствием углеводородоокисляющих бактерий. В районах выхода газа ощущается явный запах сероводорода.

Для оперативной проверки на горючесть отбирались объемные пробы газа в пластиковые бутылки и поджигались. В местах, где не наблюдался самопроизвольный выход газа на поверхность, отбор проб производился принудительным способом. В некоторых случаях анализ проб показал большое содержание метана (десятки процентов) и его гомологов. Присутствие гелия свидетельствует о том, что газ поступает с больших глубин.

Также отбирались пробы грунта, которые направлялись на люминесцентно-битуминологический анализ для изучения количества и качества битуминозных веществ. Анализы газа были выполнены хроматографическим методом. Все химико-аналитические работы выполнены в химической лаборатории ООО «Сибэкосервис» в качестве спонсорской помощи (генеральный директор Н.П. Пастухов).

Обработка результатов анализов проведена с помощью компьютера. Создан банк данных, построены вариационные кривые и геохимические карты распределения концентраций свободных газов. В результате установлено, что почти во всех пробах газа основными компонентами являются N<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> т.е. воздух (табл. 1).

Таблица 1

Статистическая характеристика свободных газов долины р. Ангары

Статистические параметры	Состав газа, % об.						
	He	H <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> -C <sub>6</sub>
Среднее арифметическое	0,000557	0,311616	2,63	3,83	72,02	19,84	0,0057
Медиана	0,000165	0,000219	1,89	1,89	83,95	3,9812	0,0030
Мода	0,000174	0,000456	0,25	1,54	91,54	0,0189	0,0000
Среднее квадратическое отклонение	0,000734	0,610882	1,98	3,03	20,32	21,20	0,0047
Минимум	0,000000	0,000031	0,00	0,91	21,22	0,0037	0,0000
Максимум	0,012778	16,500000	25,70	18,75	95,50	67,48	0,0455

Таблица 2

Корреляция свободных газов долины р. Ангары

	He	H <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	i-C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	n-C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	i-C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	n-C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	Сумма гомологов метана
He	1,00												
H <sub>2</sub>	0,00	1,00											
CO <sub>2</sub>	-0,13	0,15	1,00										
O <sub>2</sub>	0,08	0,08	-0,18	1,00									
N <sub>2</sub>	0,08	-0,02	-0,34	0,15	1,00								
CH <sub>4</sub>	-0,07	-0,11	0,20	-0,31	-0,97	1,00							
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	-0,07	0,21	0,09	-0,20	-0,01	0,02	1,00						
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	-0,08	-0,07	0,26	-0,21	-0,17	0,18	0,31	1,00					
i-C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	-0,09	-0,06	0,15	-0,21	-0,44	0,45	0,16	0,48	1,00				
n-C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	-0,10	-0,07	0,13	-0,21	-0,48	0,50	0,06	0,50	0,97	1,00			
i-C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	-0,12	-0,08	0,20	-0,15	-0,60	0,60	-0,01	0,21	0,34	0,37	1,00		
n-C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	-0,11	-0,04	0,19	-0,13	-0,57	0,56	0,00	0,14	0,23	0,25	0,96	1,00	
Сумма гомологов метана	-0,12	0,00	0,22	-0,18	-0,57	0,56	0,22	0,26	0,30	0,30	0,94	0,97	1,00

Из таблицы следует, что главными компонентами свободных газов являются азот и метан. Азот имеет явно атмосферное происхождение, но концентрация кислорода во всех пробах пониженная (в среднем 3,8% об.), что объясняется его расходом на окисление углеводородов (прежде всего гомологов метана, как менее устойчивых по сравнению с метаном). Метан присутствует во всех пробах в концентрациях от тысячных долей процента

до десятков процентов. Корреляция свободных газов (табл. 2) показала, что гомологи метана имеют слабую положительную связь с метаном. Метан отрицательно коррелируется с азотом и имеет слабую отрицательную связь с гомологами метана.

Высокое содержание метана в газах, выделяющихся из речных отложений, говорит, вероятнее всего, о его смешанном происхождении. Об этом же свидетельствует присутствие в газе гелия, водорода и гомологов метана полным списком (от этана до гексанов). Слабая корреляция метана с гомологами подтверждает этот вывод.

## ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ БАРОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ

К.В. Бузанов

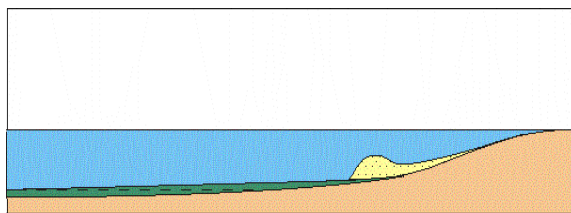
Научный руководитель доцент Т.Г. Тен

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

Среди многообразия морских аккумулятивных форм наибольший интерес с точки зрения формирования и размещения природных резервуаров представляют песчаные тела вдольбереговых баров и подводных валов. Баром называется песчаный вал, расположенный на некотором расстоянии от берега и выступающий из-под воды в период отлива. Постепенно перемещаясь в сторону берега, бар может выйти на поверхность и превратиться в остров или цепь островов, которые образуют барьер между берегом и морем. Эти аккумулятивные формы низкого морского побережья образуются при фронтальном (перпендикулярном) действии волн на берег.

С баровыми аккумулятивными формами, широко развитыми вдоль низких морских берегов, связаны крупные скопления углеводородов в ловушках как структурного, так и неструктурного типов. Отложения прибрежных баров обладают хорошими коллекторскими свойствами и весьма перспективны на нефть и газ [2].

Характерными морфологическими чертами прибрежных баров являются относительно плоское ложе и выпуклая поверхность (рис.).



*Рис. Схема расположения барового тела (разрез)*

Согласно результатам количественной оценки перспектив нефтегазоносности, наибольшее количество начальных извлекаемых запасов в продуктивных отложениях Томской области сосредоточено в Нюрольском осадочном бассейне. Наибольшая аккумуляция ресурсов в Нюрольском осадочном бассейне сосредоточена в верхнеюрском нефтегазоносном комплексе (более 60 %). В пределах Нюрольской впадины фации барьерных островов установлены в пределах следующих площадей - Останинской, Северо-Останинской, Западно-Останинской, Арчинской, Северо-Калиновой, большей части Герасимовской, Нижнетабаганской и Калиновой. Учитывая характер изменения структуры песчаников по разрезу, можно выделить три литотипа фации барьерных островов (табл. 1).

Строение баров, сформировавшихся в условиях трансгрессии и регрессии бассейнов, диаметрально отличаются. Модель формирования трансгрессивных баров характеризуется тем, что начальный этап их образования связан с высокой динамикой водной среды (I-II гидродинамический уровень), обусловивший накопление относительно грубозернистых осадков [1, 3]. По мере развития трансгрессии и углубления бассейна происходит снижение гидродинамической активности (до III-IV гидродинамического уровня) и отложение тонкозернистых и глинистых осадков (табл. 2).

В условиях регрессирующего морского бассейна перемещение гребня бара происходит вслед за отступающим морем, и зона отложений относительно грубозернистых осадков, формирующихся при высоких гидродинамических уровнях, перемещается в сторону моря, перекрывая образовавшиеся ранее более тонкозернистые осадки. Седиментологическая модель регрессивного бара отражает увеличение активности среды седиментации от низких гидродинамических уровней, характерных для начальных этапов его формирования до высоких и очень высоких - на завершающих этапах образования песчаного тела (табл. 2).

Особенности поведения кривых удельного сопротивления в пластах барового генезиса могут служить поисковым признаком при оценке продуктивности терригенных разрезов по данным ГИС. Учет седиментологического фактора при интерпретации материалов ГИС имеет важное значение также для нормирования петрофизических зависимостей (связей), используемых для оценки литологии и различных геологических параметров пластов, особенно при отсутствии кернового материала [4].

Таблица 1  
Обстановки осадконакопления и характеризующие их литогенетические типы отложений барьерных островов (фрагмент)

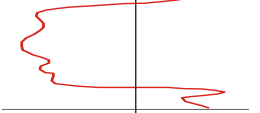




<i>Барьерные острова</i>	<i>Гребни</i>	<i>Песчаники средне- и крупнозернистые с хорошей сортировкой обломочного материала. Слоистость косая разнонаправленная, горизонтальная прерывистая, обусловленная углисто-слюдистыми намывами. Обилие линз и прослоев угля. Включения хлорита.</i>	<i>Западно-Останинская пл., скв. 440</i> 
	<i>Склоны</i>	<i>Песчаники разномзернистые с редкими прослоями глин, с галькой алевролитов и глин. Слоистость косая разнонаправленная, косоволнистая, обусловленная углисто-слюдистоглинистыми намывами. Включения угля, хлорита, глауконита. В глинистых прослоях – следы жизнедеятельности (ходы, норки, трубки, отпечатки) донных животных</i>	<i>Калиновая пл., скв. 3</i> 
	<i>Задернованные участки гребней</i>	<i>Алеврито-глинистые породы, почвы. Текстура комковатая. Обилие растительных остатков, корневых систем</i>	<i>Останинская пл., скв. 439</i> 

Таблица 2  
Обстановки осадконакопления и характеризующие их литогенетические типы отложений вдольбереговых баров (фрагмент)

<i>Трансгрессивные вдольбереговые бары</i>	<i>Песчаники среднезернистые до мелкозернистых с галькой глин и алевролитов в подошве. Слоистость неотчетливая косая и косоволнистая. Растительный детрит, морская фауна. Включения глауконита, хлорита</i>	<i>Герасимовская пл., скв. 11</i> 
<i>Регрессивные вдольбереговые бары</i>	<i>Песчаники мелкозернистые до среднезернистых. Слоистость волнистая, косоволнистая, косая разнонаправленная (клиновидная). Растительный детрит и остатки корневых систем в углисто-глинистых породах кровли</i>	<i>Маркинская пл., скв. 1</i> 

Наибольший интерес при поисках ловушек нефти, особенно неантиклинального и комбинированного типов большой интерес представляют конечные регрессивные циклы осадконакопления, во время которых в краевые части бассейна вместе с речным стоком поступает большое количество песчаного материала, а гидродинамический режим активизируется. Вследствие этого как в прибрежной зоне, так и на значительном удалении от нее в обрамлении местных источников сноса, представляющих собой островные участки суши крупных палеоподнятий, под действием волн, направленных потоков и течений происходит формирование главным образом аккумулятивных и эрозионно-аккумулятивных песчаных тел, обладающих высокими коллекторскими свойствами [2]. Для выявления генетической природы песчаных тел в условиях Западной Сибири с успехом могут быть использованы методы генетической granulometрии в совокупности с анализом данных промысловой геофизики (конфигурации кривой ПС).

#### Литература

1. Ежова А.В., Недоливко Н.М., Тен Т.Г. Условия формирования средневерхнеюрских отложений восточной части Нюрольского осадочного бассейна // Геология, поиски и разведка полезных ископаемых Сибири. – Томск, 2001. – Т. 304. – Вып. 1. – С. 13–49.
2. Запивалов Н.П., Кирсанов В.В. Особенности формирования отложений пласта Ю<sub>1</sub><sup>1</sup> верхней юры Межовского района Западной Сибири // Геология нефти и газа, – 1982. – № 7. – С. 25–29.
3. Муромцев В.С. Электрометрическая геология песчаных тел – литологических ловушек нефти и газа. – Л.: Недра, 1984.
4. Тен Т.Г. Литологическая характеристика пород регионального циклита Ю<sub>1</sub> восточной части Нюрольской впадины // Горно-геологическое образование в Сибири. 100 лет на службе науке и производству: Тез. докл. науч.-тех. конф. – Томск, 2001. – С. 275–278.

5. Шилов Г.Я. Оценка нефтегазоносности сложных терригенных разрезов//Геология нефти и газа, 1989. – №1. – С. 36–40.
6. Шилов Г.Я. Роль седиментологического фактора при интерпретации данных ГИС терригенных разрезов //Геология нефти и газа, 1993. – №9. – С. 28–32.

## ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ОСАДКОНАКОПЛЕНИЯ БАЙОС-БАТСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ НЕФТЕГАЗОНОСНОЙ ПРОВИНЦИИ

Р.Р. Галеева

Научный руководитель доцент Н.Г. Рыкус

Уфимский государственный нефтяной технический университет, г. Уфа, Россия

Западно-Сибирская нефтегазоносная провинция занимает территорию одноименной низменности, имеющей мощность 3,5 млн. км<sup>2</sup>. Она ограничена на западе герцинскими горными сооружениями Урала, на востоке – тектоническими структурами Енисейского кряжа и Сибирской древней платформой. На юге границей провинции служит Казахская каледонско-герцинская складчатая страна.

В пределах Западно-Сибирской провинции выделяют 11 нефтегазоносных областей. Промышленная нефтегазоносность Западно-Сибирской плиты связана с отложениями платформенного чехла, где вскрыт ряд богатых продуктивных горизонтов в мезозойских отложениях. Эти горизонты группируются в 4 регионально-нефтеносных комплекса: нижнесреднеюрский, верхнеюрский, нижнемеловой и верхнемеловой [2]. Проанализировав литературные источники, можно сделать следующие выводы. В байосский век на территории Западной Сибири происходило дальнейшее расширение областей аккумуляции за счет сокращения внутренних областей денудации, которые интенсивно вовлекались в процесс осадконакопления.

В пределах Верхнедемьянского мегавала располагалась денудационная суша. Отдельные небольшие по площади останцы денудационной суши существовали и на наиболее приподнятых частях Каймысовского и Нижневартовского сводов. Обломочный материал происходил в основном с южного обрамления.

В областях седиментации низкое положение базиса эрозии явилось причиной снижения энергии речных потоков, возникновение обширных озерных водоемов, заиления речных долин. Широкое распространение получили озерно-болотные осадки – алевролиты; пойменно-болотные осадки – аргиллиты с остатками наземной флоры и мощные пласты углей; а также осадки речных русел – песчаники. Осадконакопление происходило в условиях гумидного умеренно теплого климата.

В байосское время на территории Западно-Сибирской провинции существовали следующие палеогеографические области [1]: зона мелкого моря 25–100 м; прибрежная равнина, временами заливавшаяся морем; прибрежная часть моря, глубиной <25 м; низменная аккумулятивная равнина; возвышенная денудационно-аккумулятивная равнина; денудационная суша, переходящая в низкие горы.

На территории Западной Сибири в срене-позднебятское время существовала обширная озерно-аллювиальная равнина с относительно низкой расчлененностью палеорельефа. Количество поступающего обломочного материала было ограничено. Разветвленная речная сеть осуществляла его транспортировку с юга и юго-востока [3]. Наиболее широкое распространение получили речные осадки – песчаники, в меньшей степени – песчано-алевролитовые, а на отдельных участках территории – аргиллитовые и углисто-аргиллитовые осадки [1]. Алевроитопесчаные тела руслового генезиса здесь не имеют сплошного распространения и развиты в виде извилистых зон, вытянутых в северном, северо-западном направлениях. Наиболее крупные русла образуют пояса меандрирования шириной до 5–10 км. Относительная приподнятость рассматриваемой территории определила дискретность распространения областей торфонакопления во времени и пространстве, что сильно ограничивает использование принципов корреляции отложений по углистым реперам. Проведенный анализ коллекторских свойств алевроитопесчаных пород средне-верхнебятского комплекса показал, что пористость достигает 16,6%, проницаемость –  $1196,8 \cdot 10^{-15}$  мкм<sup>2</sup>. При этом наилучшие коллекторские свойства характерны для отложений руслового генезиса [3].

Покрышкой для батского резервуара служила глинистая часть нижневасюганской подсвиты. Проведенный анализ толщин позволил выделить зоны минимальной толщины флюидоупора от 5–15 м, расположенного между Новасюганской и Тай-Тымской площадями, западнее Ломовой, восточнее Грушевой, Черемшанской, северо-восточнее Верховой, Павловской и Моисеевской площадей. Зоны с максимальной толщиной флюидоупора от 50–70 м расположены западнее Павловской, Малоюгаской, севернее Столбовой, южнее Нововасильевской площадей. Зоны повышенных толщин песчаников на большей части территории перекрываются флюидоупором толщиной 35–45 м. Латеральная литолого-фациальная изменчивость пачек тюменской свиты привела к формированию в их разрезах прерывисто-пластовых, клинообразных и линзовидных песчаных тел. Характер строения пачек, число и мощность входящих в их состав песчаных пластов значительно меняются не только в различных частях изучаемой территории, но и в пределах отдельных локальных поднятий, образуя участки локального и зонального замещения последних на непроницаемые породы и формируя, таким образом, ловушки структурно-литологического типа.

В пределах зон развития болотных, пойменных и русловых фаций эти пласты имеют более сложный, чем приведенный характер залегания. Здесь они распространены в виде извилистых полос, иногда веерообразных разветвляющихся, то есть имеют рукавообразную форму. В пределах рассматриваемой территории русловые отложения развиты либо на одном из крыльев локальных поднятий, либо обтекают его сводовую часть с двух

сторон. Согласно этому анализу, можно выделить зоны формирования ловушек различного типа и обосновать прогноз новых залежей углеводородов в байос-батских отложениях [1].

#### Литература

1. Золотова О.В. Палеогеография байос-батских отложений юго-восточных и центральных районов Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции // Научно-технический журнал "Геология нефти и газа". – Москва, 2009. – №1. – С. 64–69.
2. Салимов В.Г. Нефтегазоносные провинции СССР: – Уфа: УНИ, 1991. – 93 с.
3. Хабаров Е.М., Ян П.А., Вакуленко Л.Г. Палеогеографические критерии распределения коллекторов в средне-верхнеюрских отложениях юга Западно-Сибирского нефтегазоносного бассейна // Научно-технический журнал "Геология нефти и газа". – Москва, 2009. – №1. – С. 26 – 33.

### ВЛИЯНИЕ ПРОЦЕССОВ НАЛОЖЕННОГО ЭПИГЕНЕЗА НА ФОРМИРОВАНИЕ КОЛЛЕКТОРСКИХ СВОЙСТВ ПОРОД ПЛАСТА Ю1-1 ЕТЫ-ПУРОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Ф.Р. Губаева

Научный руководитель профессор Н.Г. Нургалиева

*Казанский государственный университет им. В.И. Ульянова-Ленина, г. Казань, Россия*

Эпигенетические изменения заметно влияют на формирование пустотного пространства нефтегазоносных отложений и обуславливают значительные изменения ФЕС пород-коллекторов. Среди эпигенетических изменений пород рядом ученых выделяются стадийные и наложенные процессы. Под стадийным эпигенезом понимаются постседиментационные изменения пород, происходящие при погружении осадочного бассейна. Он имеет региональный характер и протекает в закрытых системах. Наложный эпигенез пород-коллекторов проявляется при инверсии осадочного бассейна с образованием зон тектонических нарушений, по которым происходит проникновение в горные породы агрессивных водно-углеводородных флюидов. Наложный эпигенез обусловлен системами взаимодействия пород, пластовых вод и УВ, проявляющихся в зонах нефтегазонакопления. Наложные эпигенетические процессы приводят к появлению в обломочных породах-коллекторах минеральных новообразований, значительно осложняющих их внутреннее строение и, как следствие, процесс извлечения из них нефти и газа. Вместе с тем, изучение наложенного эпигенеза позволяет получить значительные и конкретные выводы как по теории формирования скопления УВ, так и по практике их поиска [2].

В данной работе на основе анализа лабораторных исследований кернового материала разведочных скважин для пласта Ю1-1 Еты-Пуровского месторождения, изучены литолого-минералогические особенности пород-коллекторов, влияние процессов наложенного эпигенеза на ФЕС коллекторов, а также выявлена направленность этих процессов в нефте- и водонасыщенных зонах, а также в зоне водонефтяных контактов (ВНК).

В административном отношении Еты-Пуровское месторождение находится на территории Пуровского района Ямало-Ненецкого автономного округа; согласно тектонической карте, находится в южной части Надым-Тазовской синеклизы, в пределах Верхнепурского крупного вала.

По данным гранулометрического анализа пласт Ю1-1 сложен песчаниками преимущественно мелкозернистыми, реже средне-мелкозернистыми, где отмечается закономерное увеличение зернистости обломочного материала от подошвы к его кровле. По данным рентгенофазового анализа основным цементирующим компонентом является каолинит (46–96%), присутствуют также хлорит (3–24%), гидрослюда (3–20%) и смешанно-слоистые образования (2–12%). По вещественному составу коллекторы пласта относятся к полимиктовому типу (грауваковые аркозы). Содержание кварца в породах изменяется в интервале 24–48%, полевых шпатов 35–55%, обломков пород 11–26%, слюд 0,2–2,2%. Песчаники характеризуются неоднородно-сгустковым пленочно-поровым, поровым распределением глинистого материала. Повсеместно развит конформно-регенерационный пленочный и неполно-поровый кварц-полевошпатовый цемент.

За формирование коллекторских свойств пород отвечают как первичные условия осадконакопления, так и характер вторичных изменений. Первичные седиментационные факторы имеют определяющее значение при формировании скелета породы-коллектора. В песчаниках изучаемого пласта устанавливается прямая связь между проницаемостью и гранулометрическим составом (медианным диаметром зерен, коэффициент корреляции –  $R^2$  – равен 0,26) (график 1). Теоретически, гранулометрический состав осадка должен в значительной степени определять ФЕС пород, однако, диагенетические и последующие катагенетические изменения пород-коллекторов значительно преобразуют породу с незначительным проявлением в них первичного межобломочного порового пространства. Таким образом, все больший интерес для объяснения неоднородности пустотного пространства представляют процессы вторичного изменения, а именно процессы наложенного эпигенеза, которые приводят к появлению новообразованных минералов, которые создают новый облик породы.

Появление новообразованных минералов в песчаниках изучаемого пласта отнесено к следующим основным наложенным процессам: каолинитизация за счет разрушения полевых шпатов (ПШ), регенерации кварца и карбонатизации, также отмечаются слюдизация и пиритизация.

По данным исследований в шлифах наблюдается выщелачивание полевых шпатов, вплоть до полной дезинтеграции обломка, обуславливающее формирование вторичной микропористости, что положительно сказывается на проницаемости ( $R^2$  равен 0,38) (график 2). Процессы аутигенного растворения предполагают также наличие обратной связи между содержанием сильно и средне измененных полевых шпатов в породах и объемом

ной плотностью ( $R^2$  равен 0,23). Разрушение ПШ сопровождается образованием эпигенетического каолинита, как уже было отмечено выше, благоприятно сказывающегося на коллекторских свойствах пород. В песчаниках также наблюдается прямая связь между содержанием каолинита и медианным диаметром пород ( $R^2$  равен 0,43) (график 3). Таким образом, увеличение содержания каолинита отражает тем самым гранулометрический уровень пород. В то же время с уменьшением медианного диаметра заметно увеличивается количество седиментационных хлорит-гидролюдистых алевритистых глин, с примесью смешаннослойных образований ряда гидрослюда-монтмориллонит ( $R^2$  равен 0,43) (график 4). Кроме того, образуясь в виде пленок и крустификационных оторочек на песчано-алевритовых зернах, что отмечается повсеместно на всех образцах, хлорит-гидролюдистый цемент суживает сечение поровых каналов, что также отрицательно сказывается на проницаемости пород.

По данным исследований в шлифах, практически все зерна кварца охвачены вторичным окварцеванием, в виде прерывистых каемок, неравномерных наростов, новообразованных кристаллических граней, цемента, кварцитоподобных структур, значительно снижающих степень сообщаемости открытых пор.

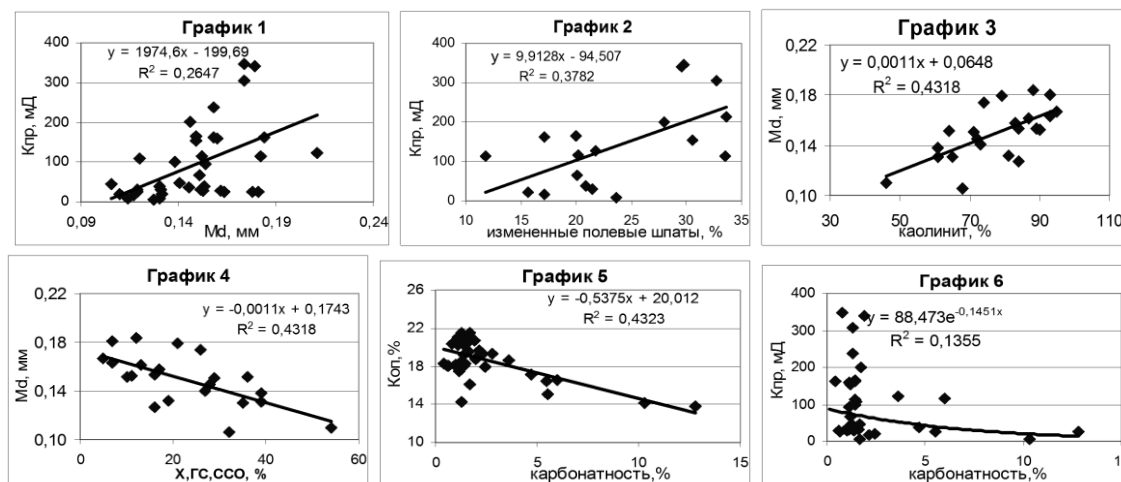


Рис. Графики зависимостей фильтрационно-емкостных и структурно-вещественных параметров пород пласта

В результате карбонизации незначительная часть межгранулярного пространства выполнена карбонатным цементом, представленным кальцитом и сидеритом, выполняющим отдельные поры и системы пор. Такое преимущественно небольшое содержание карбонатного вещества в значительной степени ухудшает фильтрационно-емкостные свойства пород. В песчаниках прослеживается тесная обратная связь между пористостью и карбонатностью ( $R^2$  равен 0,43) (график 5), увеличение карбонатного цемента до 10%, снижает пористость с 23% до 13%. Такая связь прослеживается и для проницаемости (график 6), но имеет более сложный характер, уменьшение проницаемости с увеличением карбонатности происходит по экспоненциальному закону. Такая взаимосвязь говорит о резком снижении проницаемости даже при незначительном увеличении карбонатного цемента (до 5–6%). Теоретически, дальнейшее увеличение карбонатного вещества должно существенно ухудшить фильтрационные характеристики пород, вплоть до перехода породы-коллектора в неколлектор. Так как в исследуемых образцах содержание карбонатного вещества в среднем не превышает 10%, точная оценка влияния карбонатности на проницаемость затрудняется.

Таким образом, явления, имеющие эпигенетическую природу, в одних случаях приводят к уменьшению фильтрационно-емкостных свойств (регенерация кварца, карбонатизация), а в других – к улучшению (преимущественно выщелачивание полевых шпатов). Однако, эти процессы в нефтяной залежи, проявлены не повсеместно в равной степени. По данным петрографических исследований шлифов образцов отобранных с разных зон насыщения нефтяной залежи было отмечено, что в чисто нефтяной зоне (ЧНЗ) преобладают процессы выщелачивания ПШ, регенерация кварца носит подчиненный характер, а также наблюдаются процессы пиритизации и кальцитизации, водонефтяная зона (ВНЗ) характеризуется в равной степени как процессами регенерации кварца, так и значительными процессами растворения (выщелачивание ПШ), ниже зоны ВНК, в чисто водонасыщенной зоне (ЧВЗ), довольно четко фиксируются процессы цементации (регенерация кварца). Также характерной для этой зоны является гидратация слюды.

Характер наложенных процессов в породах-коллекторах по разрезу позволяет выделить уровень стабилизации ВНК, который фиксируется резкими колебаниями свойств песчаников, тем самым, разделяющий нефтяную залежь по направленности вторичных изменений на две зоны, не затронутых окислением УВ, то есть на зоны выше и ниже ВНК.

Рассматривая изменения минеральных и структурных преобразований песчаников, можно судить о наличии довольно мощной (7–8 м) водонефтяной зоны. Учитывая тот факт, что вторичные изменения пород-коллекторов генетически связаны с процессами формирования залежей, можно судить о наличии зон древних ВНК, которые фиксируются резкими колебаниями, как в изменениях минерального состава, так и направленно-



стью вторичных процессов. Вышеизложенное позволяет сделать более подробные выводы о характере и продолжительности заполнения данной ловушки.

#### Литература

1. Сахибгареев Р.С. Вторичные изменения коллекторов в процессе формирования и разрушения нефтяных залежей. – Л.: Недра, 1989. – 260 с.

### ПЕРСПЕКТИВЫ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ ЮЖНОЙ ЧАСТИ ТУРГАЙСКОГО ПРОГИБА

Ю.А. Дьяконова

Научный руководитель профессор В.В. Дьяконов  
Российский университет дружбы народов, г. Москва, Россия

Рассматриваемая территория находится в пределах Туранской плиты, в южной части Тургайского прогиба [2]. В геологическом строении принимают участие три структурных комплекса – палеозойский фундамент, переходный юрский комплекс и платформенный чехол (мезокайнозойский). Глубина погружения фундамента изменяется от 4 км в грабен-синклиналях до 200 м на горст-антиклиналях. Мезокайнозойский комплекс включает

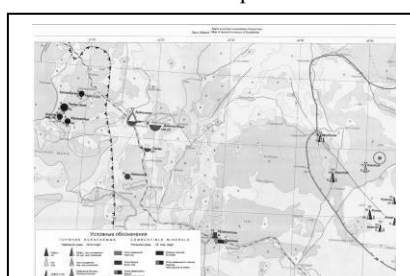


Рис. 1. Фрагмент карты полезных ископаемых республики Казахстан

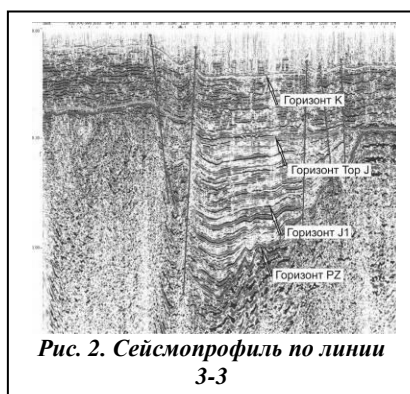


Рис. 2. Сейсмопрофиль по линии 3-3

в себя юрскую, меловую и палеогеновую системы (рис. 1). Юрские отложения являются главным нефтегазогенерирующим комплексом всей впадины. Меловые отложения сопоставимы по своему составу с юрскими отложениями и представлены песчаниками, глинами, алевролитами, гравелитами. Их мощность изменяется от 500 м до 1850 м.

Наибольшей геолого-геофизической изученностью характеризуется восточная часть рассматриваемой территории, где располагается Южно-Тургайский нефтегазоносный бассейн. Поисково-детальная сейсморазведка и бурение показали дифференцированность внутренних частей Жиланчикского и Арыскупского прогибов, к которым приурочен нефтегазоносный бассейн, на относительно приподнятые и опущенные участки, соответствующие современным горст-антиклиналям и грабен-синклиналям. Последние характеризуются более

сложным строением юрских отложений. Их внутренние участки под воздействием разнонаправленных движений подверглись дифференциации на приподнятые и опущенные блоки, что отразилось на процессах осадконакопления. В Жиланчикском прогибе, где мощность осадочного чехла несколько меньше, чем в Арыскупском, в структуре основания отмечается чередование линейно вытянутых горст-антиклинальных и грабен-синклинальных зон [3]. Грабен-синклинали заполнены преимущественно юрскими отложениями. Подобная картина наблюдается и в Арыскупском прогибе, где в фундаменте прослеживаются относительно узкие грабены, выполненные триасовыми и юрскими породами, а меловые и палеогеновые отложения полностью перекрывают прогиб. Именно с дифференцированными зонами связаны пространственно-временные изменения литологического состава. К этим зонам приурочены месторождения Кумколь, Арыскуп и другие. Такие изменения существенно влияют на характер и динамику волнового поля, а также на количество и контрастность отражающих поверхностей (рис. 2).

Анализ сейсмопрофилей на основе метода тектоностратиграфии позволяет выделить следующие этапы: ранне-среднеюрский синрифтовый – образование грабен-синклиналей и горст-антиклиналей, в первых происходило накопление озерных, русловых и пойменных фаций, обильно содержащих гумусовое и гумусово-сапропелевое органическое вещество; позднеюрский – этап позднего рифтогенеза, характеризующийся более спокойной тектонической обстановкой и сопровождавшийся выравниванием рельефа; меловой и палеогеновый этапы – структурообразующие, с формированием локальных структур (Арыскуп, Кумколь и др.) и замыканием неантиклинальных ловушек нефти и газа в бортовых частях грабен-синклиналей и на склонах горст-антиклиналей. Юрский нефтегазоносный комплекс наиболее полно представлен в прогнутых зонах, где развиты отложения всех трех отделов системы. Юрским отложениям свойственны высокие концентрации органических веществ (1–3,72%) сапропелево-гумусового состава, содержание битумоидов 0,01–0,46%, что позволяет выделить их в качестве нефтематеринских пород. Коллекторские горизонты обладают высоким емкостно-фильтрационным потенциалом (открытая пористость до 30 %, проницаемость в отдельных случаях до 6 мкм<sup>2</sup>). Наличие глинистых пластов в разрезе обеспечивает условия для сохранения залежей.

Нижнемеловой нефтегазоносный комплекс представлен континентальными отложениями неокомского надъяруса и выделяется в даульскую свиту, которая расчленяется на две подсвиты: нижнюю – песчаную и верхнюю – глинистую. Песчаная формация мощностью 140 м выделена как арыскупский горизонт. Она обладает высокими коллекторскими свойствами (открытая пористость 20–30%, проницаемость 0,5 мкм<sup>2</sup> и более). Верхняя

глинистая формация служит региональным флюидоупором. Залежи углеводородов в нижнемеловых отложениях формировались в результате вертикальной миграции из материнских глубокозалегающих юрских пород [4].

В северной части Тургайского прогиба нефтегазопонисковые работы проводились в незначительных объемах. Здесь были пробурены структурно-поисковые и структурно-картировочные скважины, в которых встречены проявления нефти, газа и битума.



**Рис. 3. Дешифрованный космоснимок**

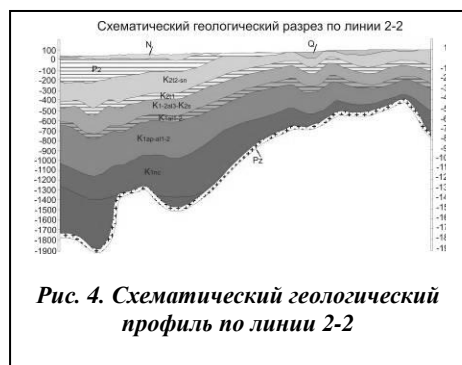
Площадь Нижнесырдарьинского свода размером 210x150 км, где из нижнекаменноугольных трещиновато-кавернозных известняков получены прямые признаки нефтегазоносности, выделена в качестве перспективной зоны нефтегазонакопления по отложениям палеозоя. Повышенная кавернозность и пористость известняков позволяют прогнозировать в ее пределах развитие зон трещиноватости, приуроченных к глубинным разломам.

В рамках данной работы было проведено дешифрирование космоснимка масштаба 1:5000000 южной части Тургайского прогиба, которое дало следующие результаты (рис. 3):

– основным структурным элементом является мощная покольцевая структура радиусом в западном направлении до 800 км от центрального ядра. Центральное ядро (I) диаметром ~ 150 км выполнено сокращенными до 800 м мезокайнозойскими отложениями на выступе палеозойского фундамента и соотносится с Нижнесырдарьинским поднятием. Во всех направлениях от выступа

происходит погружение фундамента. Достигнув глубины ~1500 м, в разрезе чехла появляются юрские нефтегазоносные отложения;

– область до границы второго кольца (II) представляет собой наиболее погруженную часть структуры. Максимальная глубина достигает ~2000 м. В восточной части располагается Южно-Тургайский нефтегазоносный бассейн. С внешней стороны области интенсивного прогибания примыкает относительно узкая до ~ 100 км область воздымания – вал (III). В восточной части эти выходы палеозойских отложений наблюдаются практически на поверхности. В западной части эта структура, по-видимому, может быть отнесена к Арало-Кызылкумской гряде. К западу от гряды располагается область (IV), в пределах которой выделяются с юга на север Судочий прогиб, Барсакельмесская и Кабулакская впадины, Челкарский прогиб. В классическом представлении в структурном отношении Тургайский прогиб заключен между антиклинорием Улутау и его южным погребенным продолжением – Нижнесырдарьинским сводом на востоке и Приуральской моноклиналию на западе. При дешифрировании космоснимка и анализе полученных результатов изучаемая территория в структурном отношении является четко выраженной кольцевой структурой. Это меняет представление об истории развития изучаемой территории и позволяет соотнести её хорошо изученную восточную часть, выделяемую как нефтегазоносный бассейн с доказанной промышленной нефтегазоносностью, с малоизученными северной и западной частями, являющимися перспективными зонами нефтегазонакопления.



**Рис. 4. Схематический геологический профиль по линии 2-2**

Таким образом, Южно-Тургайский нефтегазоносный бассейн является частью погруженного кольца выявленной структуры. Большая мощность отложений осадочного чехла, присутствие юрского и мелового комплексов в разрезах западной и северной (схематический геологический разрез по линии 2-2 представлен на рис. 4) частей данного кольца, а также выявленные промышленные запасы в его восточной части говорят о перспективности поисково-разведочных работ на данной территории.

Комплексный анализ и история геологического развития Южно-Тургайского прогиба приводят к выводу о пространственном совпадении или близости зон генерации и аккумуляции УВ в нижнесреднеюрских нефтегазоматеринских отложениях, о минимальных потерях УВ при миграции и в итоге позволяют высоко оценить перспективы нефтегазоносности рассматриваемой области.

Все выделенные перспективные зоны нефтегазонакопления при дальнейшем изучении их глубинного геологического строения и подготовке объектов для нефтегазопонисковых работ нуждаются в целенаправленных исследованиях по прослеживанию зон выклинивания пластов высокоразрешающей сейсморазведкой в комплексе со структурным и опережающим поисково-разведочным бурением.

Сложное геологическое строение, обилие пликтивных и дизъюнктивных нарушений дают основания полагать, что в Южно-Тургайском прогибе основными объектами геологоразведочных работ на нефть и газ будут ловушки неантиклинального и комбинированного типов.

#### Литература

1. Клещев К.А., Альпаев А.А., Кошелев Н.И. и др. // Условия формирования нефтяных и газовых месторождений и критерии прогноза нефтегазоносности юга СССР. – М., 1986. – С. 107–117.
2. Лазько Е.М., Региональная геология СССР. – М., Недра, 1975. – Т. 2. – С. 208.

3. Нефтегазоносные комплексы Южно-Тургайской впадины / Х.Х. Парагульгов, А.Б. Ли, Т.Х. Парагульгов, Г.П. Филиппев // Вестник АН КазССР, 1990. – № 1. – С. 49–59.

## ХАРАКТЕРИСТИКА РЕЗЕРВУАРОВ И ОСОБЕННОСТИ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ АНГАРО-ЛЕНСКОЙ СТУПЕНИ

Н.Е. Единархова

Научный руководитель младший научный сотрудник В.А. Полосухин  
Новосибирский государственный университет, г. Новосибирск, Россия

Сибирская платформа во многих отношениях является регионом уникальным. Она представляет собой полигон для решения многих ключевых проблем стратиграфии, особенно стратиграфии рифея, венда и нижнего палеозоя, а также юры и мела, тектоники древних платформ, траппового магматизма и др. Одним из основных объектов поисков нефти и газа на Сибирской платформе является Ангаро-Ленская ступень (АЛС). АЛС расположена на юге Сибирской платформы и занимает площадь около 200 тыс. км<sup>2</sup>.

В сводном разрезе чехла Ангаро-Ленской ступени достоверно установлены рифейские, вендские, кембрийские и частично ордовикские отложения, общей мощностью до 4-х км. Достаточно широко распространены пластовые и секущие тела траппов раннетриасового возраста. Наиболее перспективными являются терригенные отложения венда. С ними связаны основные продуктивные горизонты, приуроченные к чорской свите: базальный, боханский, шамановский и парфеновский.

В осадочном чехле выделяются три структурно-тектонических комплекса: нижний-подсолевой (терригенно-карбонатный), средний-солевой (галогенно-карбонатный) и верхний-надсолевой (терригенный). Нижний подсолевой комплекс отличается слабой дислоцированностью, а солевой и надсолевой комплексы характеризуются более сложным тектоническим строением.

В тектоническом отношении АЛС – это обширная надпорядковая структура, представляющая собой моноклиналь с серией поднятий, на которой выделяется всего одна структура I порядка – Братский выступ. В регионе установлены дизъюнктивные нарушения. Наиболее крупные разломы оказали существенное влияние на строение чехла.

Поиски нефти и газа были начаты при слабой изученности еще в 40-е годы. К настоящему времени в пределах Ангаро-Ленской ступени в ходе геологоразведочных работ открыты Ангаро-Ленское, Левобережное, Ковыктинское, Хандинское и Чиканское газоконденсатные месторождения, а также получены многочисленные притоки и нефтегазопрооявления. Среди них Ковыктинское и Ангаро-Ленское месторождения (на рис.) по подготовленным промышленным запасам углеводородов (2,12 трлн. м<sup>3</sup> и 1,2 трлн. м<sup>3</sup> соответственно) относятся к категории гигантов.

Вся группа месторождений имеет ряд геологических особенностей. В Ангаро-Ленской нефтегазоносной области преобладает газоконденсатное насыщение коллекторов, однако в отдельных скважинах были получены притоки нефти. Залежи, как правило, приурочены к неантиклинальным ловушкам, имеющим преимущественно литологическое экранирование.

Формирование залежей нефти и газа на территории Ангаро-Ленской ступени связано с Патомским и Прибайкальским очагами генерации углеводородов. Наиболее древняя эпоха нефтегазоаккумуляции имела место в позднем рифее. В это время происходила денудация в наиболее приподнятых районах и их переотложение. Однако, глубокая денудация во время предвендского перерыва, видимо, уничтожила углеводородные скопления этой фазы нефтегазоаккумуляции. Второй этап нефтегазообразования и накопления углеводородов относится к венд-раннепалеозойской эпохе. В это время рифейские и вендские отложения достигли на отдельных территориях главной зоны нефтеобразования и глубинной зоны газообразования. Видимо, первые залежи в центральной части Ангаро-Ленской ступени были нефтяными.

Дальнейшее погружение и увеличение зрелости нефтегазоносных отложений привело к катагенетическому превращению нефтей.

После погружения нефтегазопродуктивных пород в глубинную зону газообразования при поступлении конденсатного газа в нефтяные залежи, после чего нефти полностью или частично вытеснялись из ловушек. Затем происходило переформирование и разрушение нефтяных залежей. Наиболее активно процессы разрушения нефтяных скоплений проявились на территории Ковыктинской зоны, как наименее удаленной от Прибайкальской зоны газообразования. Таким образом, к концу ордовикского времени здесь была сформирована гигантская зона газонакопления.

В послеордовикский инверсионный этап развития региона прибайкальская часть Ангаро-Ленской ступени претерпела существенную структурную перестройку. В этот период, вероятно, был сформирован современный структурный план – образовалась Ангаро-Ленская ступень. Таким образом, на востоке АЛС в максимальной степени проявились предпосылки существования крупных скоплений УВ в терригенном комплексе венда.

Как уже говорилось, наиболее перспективные нефтегазоносные резервуары установлены в чорской свите. Широкое площадное распространение и относительная стабильность коллекторских свойств обусловили приоритетное положение парфеновского горизонта. Он же является основным объектом локализации запасов и ресурсов газа.

Парфеновский горизонт сложен кварцевыми, полевошпат-кварцевыми и полимиктовыми песчаниками мелко-среднезернистыми с редкими прослоями гравелитов, алевролитов и аргиллитов. На территории Ковыктинского месторождения толщина его колеблется от 30 до 81 м, увеличиваясь с юго-запада в северо-восточном

направлении, эффективная мощность достигает 25 м. Пористость меняется от 2 до 21%, в среднем составляя 7–9%, проницаемость достигает 2,2 Д, преобладают значения от 10 до 60 мД. Тип коллектора – поровый. По литологическим признакам разделен на верхний ( $P_1$ ) и нижний ( $P_2$ ) пласты. Пласты  $P_1$  и  $P_2$  существенно различаются по литологическому составу, условиям осадконакопления и промысловым параметрам.

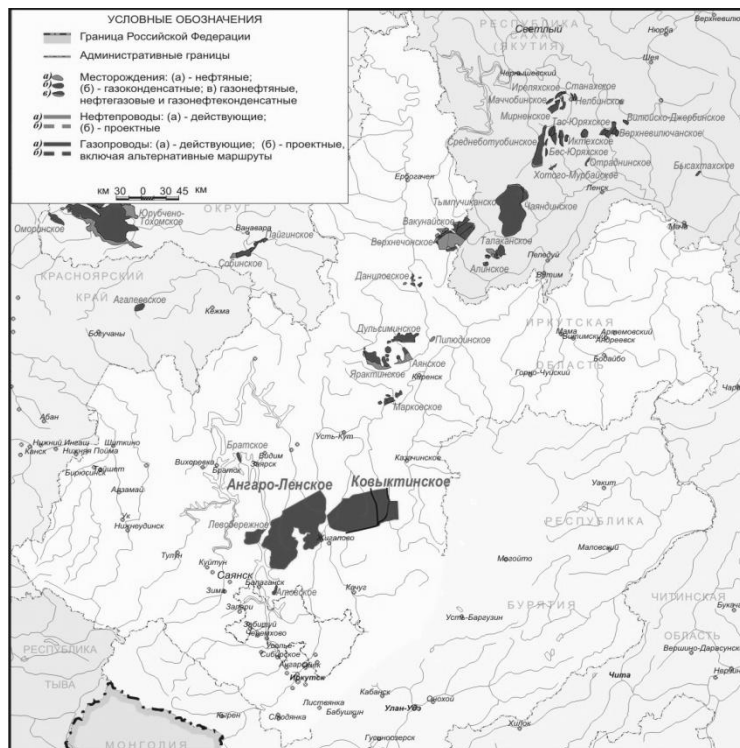


Рис. Обзорная карта южных районов Сибирской платформы

Основная продуктивность горизонта связана с пластом  $P_2$  (более 90% промышленных запасов газа). Пласт  $P_2$  сложен разнородными песчаниками с частыми внедрениями алеволитов и аргиллитов. Эффективная их толщина в среднем 16 м, средняя пористость для разведанной части месторождения составляет 13%, проницаемость – 21,2 мД, газонасыщенность – 70%.

В пределах Ангаро-Ленского месторождения по данным ГИС выделяют поле развития коллектора в парфеновском горизонте, которое прослеживается практически по всему месторождению. Наличие коллектора подтверждено скважиной № 3 Ангаро-Ленской. На юге поле распространения коллектора ограничено линией регионального выклинивания коллекторов парфеновского горизонта. На востоке зона распространения коллекторов может иметь как тектонический, так и литологический контроль. На западе поле развития коллектора ограничено относительно узкой полосой, прослеживаемой вдоль р. Ангары и выявленной по пониженным значениям амплитуд отражения сейсмических волн. Залежь в парфеновском горизонте пластовая, с юга литологически ограниченная. Северное ограничение залежи неизвестно. Эффективная толщина парфеновского горизонта 5,0–6,5 м, пористость 12–16%.

Потенциальная продуктивность отложений зависит от их фациальной принадлежности.

В ходе изучения строения парфеновского горизонта и добывающих возможностей скважин Ковыктинского газоконденсатного месторождения были сделаны следующие выводы о фациальной принадлежности продуктивных отложений. Парфеновский горизонт был сформирован в дельтовых обстановках осадконакопления. Пласт  $P_2$  имеет непрерывное площадное распространение, более высокие коллекторские свойства и отвечает фазе образования дельтовой системы, когда осадконакопление имело преимущественно континентальный источник. Пласт  $P_1$  отлагался в обстановке, которую в значительной степени определяли уже приливно-отливные процессы, т.е. режим осадконакопления был в основном морским. Последнее обстоятельство и обуславливает в значительной степени низкую продуктивность пласта  $P_1$ .

На Ангаро-Ленском месторождении парфеновский горизонт по последним данным, полученным в институте нефтегазовой геологии и геофизики (ИНГГ), приурочен к аллювиальному комплексу.

Основываясь на анализе сейсморазведочных данных, можно говорить о различии коллекторских свойств парфеновского горизонта Ковыктинского и Ангаро-Ленского месторождений. По результатам исследований ИНГГ залежи Ангаро-Ленского месторождения могут быть отнесены к типу ленточных, связанных с русловыми отложениями палеорек. Флювиальные толщи часто содержат мощные песчаные пласты с высококачественными коллекторами, которые вместе с тем характеризуются значительной внутренней неоднородностью и сложностью геологического строения. В связи с этим, нужно разработать методику построения геологоразведоч-

ных работ для поисков залежей ленточного типа, после чего требуется постановка специальных сейсмических работ с увеличением плотности сети наблюдений в пределах наиболее перспективных зон с задачей оконтуривания залежей газа.

## КОРРЕЛЯЦИЯ И СТРОЕНИЕ КЕЛЛОВЕЙ-ВЕРХНЕЮРСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ТАЗО-ХЕТСКОГО РАЙОНА И ПРИЛЕГАЮЩИХ ТЕРРИТОРИЙ (СЕВЕР ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ НЕФТЕГАЗОНОСНОЙ ПРОВИНЦИИ)

Г.Б. Жанаделова

Научный руководитель профессор Г.Г. Шемин

Новосибирский государственный университет, г. Новосибирск, Россия

Район исследований расположен на северо-востоке Западно-Сибирской нефтегазосной провинции (НГП). В тектоническом отношении он включает части Предъенисейской мегамоноклизы, Красноселькупской моноклизы, Мессояхской наклонной гряды, Агапско-Енисейского желоба и Большехетской мегаинеклизы, осложненные структурами первого и второго порядка [1].

Верхнеюрские отложения территории, пользующиеся повсеместным распространением, являются одним из основных объектов подготовки запасов углеводородного сырья, в первую очередь нефти. В тоже время, они имеют сложное строение и недостаточную степень геолого-геофизической изученности.

На территории Западно-Сибирской НГП выделяют три типа разрезов келловей и верхней юры [2]. Первый имеет существенно глинистый состав и развит в западных районах провинции. Он разделяется на бажендовскую, георгиевскую и васюганскую свиты. Песчаные пласты присутствуют лишь в верхевасюганской подсвите (горизонт Ю<sub>1</sub>). Мощность этого типа разрезов изменяется от 120 до 200 м. Разрезы второго типа развиты восточнее (Харампурский фациальный район). Здесь, изменения касаются, прежде всего, верхней части разреза; аргиллиты бажендовской и глины георгиевской свит замещены преимущественно глинистые образования марьяновской свиты. Одновременно происходит существенное уменьшение битуминозности пород, появляются новые песчаные пласты, что приводит к увеличению общей мощности отложений до 200–400 м. Этот тип рассматривают как зону латерального перехода разрезов между разрезами “западного” и “восточного” типа. Последний тип разреза развит в рассматриваемом Тазо-Хетском районе.

В Тазо-Хетском районе выделяют точинскую, сиговскую и яновстанскую свиты. Точинская свита сложена глинами и темно-серыми алевритовыми аргиллитами (мощность 25–40 м). Нижнесиговская подсвита имеет мощности 20–200 м и представлена серыми с буроватым и зеленоватым оттенком песчаниками и алевролитами, с прослоями аргиллитов. В ее составе выделены песчаные пласты СГ<sub>5-7</sub> (Ю<sub>1</sub><sup>1-4</sup>). Верхнесиговская подсвита (20–200 м) представлена песчаниками и серыми алевролитами, в разной степени глауконитовыми, с прослоями аргиллитов. В подсвите выделяют песчаные пласты СГ<sub>1-4</sub>.

Яновстанская свита представлена глинами и аргиллитами от тонкоотмученных до алевритовых с подчиненным количеством пластов песчаников и алевролитов (мощность свиты достигает 300 м). В ее составе выделяются песчаные пласты ЯН<sub>1</sub>, ЯН<sub>2</sub>. Таким образом, разрезы этого типа характеризуются еще большим опесчаниванием, особенно в средней части (сиговская свита) и, как следствие, дальнейшим увеличением мощностей отложений до 600 м.

С использованием методики циклического строения келловейских и верхнеюрских толщ на исследуемой территории была выполнена детальная корреляция келловей–верхнеюрских отложений на уровне пачек циклического строения, которым свойственна прогрессивно-регрессивная направленность изменения гранулометрического состава от глин (аргиллитов) в основании до песчаников в верхней части [4]. Корреляция позволила существенно уточнить соотношение свит, подсвит и песчаных пластов западного, переходного и восточного типов разрезов.

Всего выделено и прослежено по площади восемь пачек. С помощью корреляции выявлено, что бажендовская свита соответствует верхней и средней частям яновстанской свиты (пачки jп-2, jп-3 и верхняя часть пачки jп-1). Их подошва примерно соответствует регионально-выраженному реперному стратиграфическому уровню, характеризующемуся аномально низкими значениями каротажных показателей КС, ГК, НГК. Георгиевская свита коррелируется с нижней частью яновстанской свиты (нижняя часть пачки jп-1) и верхнесиговской подсвитой (sg-3 – sg-5), верхневасюганская подсвита – с нижнесиговской подсвитой (vs-3 (sg-1), vs-4 (sg-2)), нижневасюганская подсвита – с точинской свитой (tch-1, tch-2) [4].

По особенностям строения и составу верхнеюрские отложения в этой части района подразделяются на две части: нижнюю глинисто-алевролитово-песчаную (продуктивный горизонт Ю<sub>1</sub>) и верхнюю преимущественно глинистую (бажендовско-георгиевский флюидоупор).

Продуктивный горизонт Ю<sub>1</sub>, являющийся проницаемой частью верхнеюрского резервуара, представлен отложениями верхневасюганской, нижнесиговской подсвит и их возрастных аналогов, в строении которых выделяются две пачки vs-3 (sg-1) и vs-4 (sg-2), содержащие регионально выдержанные песчаные продуктивные пласты Ю<sub>1</sub><sup>1</sup>–Ю<sub>1</sub><sup>4</sup>. Уточнены стратиграфическое положение, объемы и площади распространения продуктивных пластов Ю<sub>1</sub><sup>1</sup>–Ю<sub>1</sub><sup>4</sup>, составляющие продуктивный горизонт Ю<sub>1</sub>. Показано, что стратиграфический объем верхней существенно песчаной части верхневасюганской подсвиты постепенно сокращается сверху вниз по разрезу в западном и северо-западном направлениях за счёт или глинизации песчаных пластов Ю<sub>1</sub><sup>1</sup>, Ю<sub>1</sub><sup>2</sup> или проявления позднеvasюганского перерыва. Наибольшие толщины песчаников горизонта изменяется (до 140 м) отмечаются в Тазо-Хетском районе. К северо-западу и западу фиксируется постепенное сокращения толщин до 10–15 м, а за-

тем – до полного выклинивания. Породы – коллекторы продуктивного горизонта Ю<sub>1</sub> пользуются повсеместным распространением. Толщина их изменяется от 1–2 до 65 м, наиболее часто – от 5 до 25 м. Изменения их значений по площади в целом аналогично распределению толщин песчаников. В целом породы-коллекторы продуктивного горизонта характеризуются средней и пониженной пористостью и пониженной и низкой проницаемостью.

Баженовско-георгиевский флюидоупор представлен преимущественно глинистыми отложениями георгиевской, баженовской, марьяновской, яновстанской свит и верхнесиговской подсвиты, которые пользуются повсеместным распространением на рассматриваемой территории. Толщина его на площади развития продуктивного горизонта Ю<sub>1</sub> изменяется от 10–20 до 450 м, т.е. в интервале толщин, свойственном экранам высокого качества [3]. Максимальные ее значения (200–450 м) фиксируются в западной половине Тазо-Хетского фациального района. В восточном и западном направлениях показатели толщин флюидоупора относительно постепенно уменьшаются до минимальных.

Прослои песчаников в разрезе флюидоупора обычно имеют толщины от долей до 2–3 м (до 60%). Они в виде полос субмеридиональной ориентировки закономерно распределены по площади рассматриваемого района с увеличением песчаной составляющей с запада на восток до 10–30 м (верхнесиговская подсвита). Приведенная характеристика литологического состава флюидоупора свидетельствует о том, что в восточной части исследуемой территории он существенно опесчанивается за счет чего значительно ухудшаются его экранирующие свойства.

Анализ комплекса показателей влияющих на экранирующие свойства баженовско-георгиевского флюидоупора позволил выделить в области распространения продуктивного горизонта Ю<sub>1</sub> зоны различного его качества – от высокого до низкого. Земли с высоким качеством флюидоупора прогнозируются в Пурпейско-Васюганском и Харампурском фациальных районах с содержанием песчаников до 5%. Земли со средним качеством экрана распространены несколько восточнее, на крайнем западе Тазо-Хетского района. Пониженное качество флюидоупора предполагается в западной половине Тазо-Хетского района. И низкое качество флюидоупора прогнозируется на востоке исследуемой территории, в восточной половине Тазо-Хетского района, где содержание песчаников более 30%. Эта зона представляет собой литологическое “окно” для вертикальной миграции флюидов из верхнеюрского резервуара в вышезалегающий неокомский.

#### Литература

1. Конторович В.А., Беляев С.Ю., Конторович А.Э. и др. Тектоническое строение и история развития Западно-Сибирской геосинеклизы в мезозое и кайнозое // Геология и геофизика, 2001. – Т. 42. – № 11–12. – С. 1832–1845.
2. Решение 5-го Межведомственного регионального стратиграфического совещания по мезозойским отложениям Западно-Сибирской равнины (Тюмень, 1990 г.): – Тюмень, 1991. – 54 с.
3. Сверчков Г.П. Зависимость высоты и размеров залежей от мощности покровов // Условия формирования и закономерности размещения месторождений нефти и газа (на примере Западно-Сибирской и других эпигерцинских плит СССР). – Л.: Недра, 1967. – С. 122–133.
4. Шемин Г.Г., Бейзель А.Л., Левчук М.А. и др. Детальная корреляция нефтегазоносных отложений келловая и верхней юры северных районов Западной Сибири // Геология и геофизика, 2000. – Т. 41. – № 8. – С. 1131–1144.

### АРОМАТИЧЕСКИЕ УГЛЕВОДОРОДЫ – ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ПОИСКОВЫЕ ПРИЗНАКИ НЕФТЕГАЗОВЫХ ЗАЛЕЖЕЙ

А.А. Жильцова

Научные руководители профессор В.И. Исаев, доцент Ю.В. Коржов  
Югорский государственный университет, г. Ханты-Мансийск, Россия

На сегодняшний день эффективность нефтегазопоисковых работ связывают с развитием методов полевой геофизики. Достижения сейсморазведки при поисках ловушек и залежей большого размера не вызывают сомнений. Но при поисках залежей относительно небольших размеров возникают трудности, связанные с тем, что влияние таких залежей на волновую картину соизмеримо с влиянием геологических факторов [4]. Дополнительное проведение нефтепоисковых геохимических исследований позволяет значительно увеличить достоверность прогноза ловушек на нефть и газ. Привлечение методов органической геохимии доставляет дополнительную информацию «прямого» характера о возможной локализации углеводородов в виде залежей нефти и газа.

Основой геохимических поисков нефти и газа является представление о фильтрационно-диффузионном массопереносе углеводородов (УВ) из залежей в перекрывающие породы. Вертикальная миграция газообразных углеводородов в поверхностные слои разреза – объективно существующий и доказанный геологический процесс, приводящий к формированию геохимических концентрационных полей, связанных с нефтегазовыми месторождениями.

Как показывают практические геохимические исследования, над нефтегазовыми залежами поля аномальных концентраций формируют мигрирующие углеводородные газы (С<sub>1</sub>–С<sub>4</sub>) и легкие углеводороды (С<sub>5</sub>–С<sub>8</sub>) [1, 5]. В соответствии с этим, метан и тяжелые газы С<sub>2</sub>–С<sub>4</sub> относят к прямым признанным показателям нефтегазоносности. Учитывая, что газообразные углеводороды С<sub>2</sub>–С<sub>4</sub> практически не образуются бактериями, эти вещества являются наиболее привлекательными геохимическими показателями нефтегазоносности недр среди миграционно способных веществ. Углеводороды С<sub>5</sub>–С<sub>8</sub> типичны только для нефти. Если в результате исследования

исключается наличие антропогенных загрязняющих объектов, то перспективность данного района на нефть оценивается положительно.

Таким образом, при стандартном геохимическом опробовании исследования направлены на анализ углеводородных газов ( $C_2-C_4$ ) или легких углеводородов ( $C_5-C_8$ ). Но определение этих соединений в образцах грунтов, воды и воздуха представляет значительную сложность: их концентрации не стабильны, затруднен отбор и хранение проб.

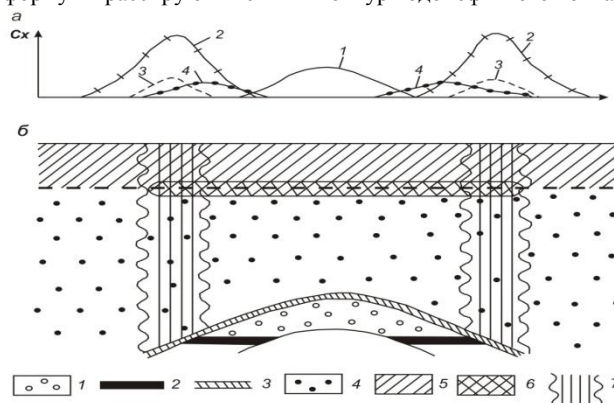
В настоящее время практически не рассматриваются в качестве геохимических показателей нефтегазонасности тяжелые углеводороды ( $C_{10}-C_{40}$ ). Считается, что они могут мигрировать к поверхности лишь в районах, где наблюдается интенсивная фильтрация по зонам тектонических нарушений. В районах же с ослабленной тектонической активностью, к которым относится центральная часть Западно-Сибирской плиты, должны преобладать процессы диффузионного массопереноса и интенсивность миграции тяжелых углеводородов будет минимальна. В тоже время принимаемые физико-химические модели образования приповерхностных геохимических полей не исключают возможность диффузионного перемещения тяжелых УВ в надпродуктивные отложения. Битуминологические исследования надпродуктивных образцов пород [5] прямо указывают на наличие повышенных концентраций тяжелых УВ на нефтегазонасных территориях. Главная трудность практического применения битуминологических методов при приповерхностном геохимическом опробовании заключается в правильном выборе поисковых признаков (геохимических показателей) на нефть и газ.

В Югорском государственном университете в течение ряда лет предпринимались попытки обнаружения новых геохимических показателей на нефть и газ из состава тяжелых нефтяных углеводородов, по которым можно вести приповерхностное геохимическое опробование наряду с углеводородными газами. Наличие таких показателей значительно упростило бы методики отбора, хранения и лабораторного исследования проб.

С этими целями исследовались образцы пород Восточно-Панлорской площади и Центрально-Кустового участка, поднятые из взрывных скважин сейсморазведки с глубин 7–10 м. На этой глубине породы достаточно насыщены глинистой фракцией, обеспечивающей хорошую адсорбцию и сохранность нефтяных углеводородов. Образцы долгое время хранились в открытом виде, поэтому для выявления геохимических аномалий в качестве информативных были выбраны 10 показателей по составу наиболее стабильных к выветриванию углеводородов в интервале  $C_{10}-C_{40}$ , включая нормальные и изопреноидные алканы, алкилбензолы, алкилнафталины, алкилфенантрены, полициклоароматические УВ и различные их соотношения. Растворимое органическое вещество пород исследовалось методом хромато-масс-спектрометрии. Были получены количественные характеристики показателей в образцах грунта, определен уровень фоновых значений и характеристики для построения карт-схем аномальных геохимических полей.

На основе анализа аномалий мигрирующих тяжелых УВ решались задачи прогнозирования залежей УВ на Восточно-Панлорской поисковой площади – территории, где поисковое и разведочное бурение не проводилось, и Центрально-Кустовом участке ТПП «Когалымнефтегаз – территории, где активно ведется поисковое и разведочное бурение, добыча углеводородного сырья.

Для решения поставленных задач была принята теоретическая физико-химическая модель залежи [2, 3]. Согласно этой модели, пространственная локализация аномалий мигрирующих жидких УВ в приповерхностном слое происходит над ВНК (рис.). Эти аномалии, в случае залежи, вмещающей замкнутым локальным поднятием, имеют зонально-кольцевую форму и трассируют внешний контур водонефтяного контакта (ВНК).



**Рис. 1. Физико-химическая модель залежи УВ [5]: а) формы пространственной локализации геохимических аномалий: 1) апикальная аномалия углеводородных газов; 2) фильтрационные аномалии углеводородных газов; 3) аномалии фильтрующихся жидких углеводородных флюидов; 4) аномалии газов биохимического происхождения. б) обобщенный геолого-геохимический разрез: 1) залежь; 2) зона водонефтяного контакта; 3) покрышка; 4–6) комплекс надпродуктивных отложений; 7) зоны миграции углеводородных флюидов**

По результатам исследования образцов Восточно-Панлорской площади было установлено, что положительную корреляцию с замкнутыми локальными поднятиями проявляют все группы ароматических углеводородов. Контрастные и достаточно четкие «кольцевые» аномалии трассируют ВНК вероятных залежей, приуроченных к восточной и центральной части Ненсьюганской структуры. Проведенные исследования не только опреде-

лили новые поисковые признаки на нефть и газ, но и, учитывая интенсивности аномалий, позволили провести на Восточно-Панлорской площади ранжирование ловушек по степени перспективности [2].

При анализе результатов исследований Центрально-Кустового участка было выделено три зоны аномальных концентраций ароматических углеводородов  $C_{10}-C_{40}$ . Две из них совпали с разбуренными нефтеносными структурами. В частности положение аномальных концентраций нафталинов в приповерхностных горизонтах согласовывалось с положением установленного бурением ВНК в пласте ЮС<sub>1</sub><sup>1</sup>. Третья зона аномальных концентраций нафталинов трассирует положение ВНК предполагаемой залежи [3].

Таким образом, проведенные исследования позволили установить новые геохимические поисковые показатели на нефть и газ – содержание ароматических углеводородов состава  $C_{10}$  и выше. Зоны аномальных концентраций этих соединений оказываются хорошо «привязанными» к залежам и являются не менее информативными при поиске нефти и газа, чем легкие УВ. В то же время на ароматические УВ практически не оказывает маскирующего влияния современная растительность и они легко определяются методом хромато-масс-спектрометрии. Кроме того, ароматические УВ способны к адсорбционному накоплению на глинистых минералах и устойчивы к биологическому разложению, что увеличивает срок хранения образцов до аналитических исследований до нескольких месяцев.

#### Литература

1. Бондарев В.Л., Миротворский М.Ю., Облеков Г.И. Геохимические методы при обнаружении и локализации залежей углеводородных газов (УВГ) в надпродуктивных отложениях газоконденсатных месторождений п-ва Ямал // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. – 2005. – № 11. – С. 17–22.
2. Исаев В.И., Коржов Ю.В., Лобова Г.А., Ярков Д.М. Геохимическая оценка нефтегазоносности локальных ловушек // Геоинформатика. – 2009. – № 2. – С. 54 – 61.
3. Исаев В.И., Жильцова А.А. Геохимическое прогнозирование залежей в районе нефтедобычи // Материалы международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы поздней стадии освоения нефтегазодобывающих регионов», Казань, 10-12 сентября 2008г. – Казань: Изд-во «Фэн», 2008. – С. 212–215.
4. Конторович В.А. Тектоника и нефтегазоносность мезозойско-кайнозойских отложений юго-восточных районов Западной Сибири. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2002. – 253 с.
5. Справочник по геохимии нефти и газа / Под ред. С.Г. Неручева. – СПб.: Недра, 1998. – 576 с.

### МЕТОДИКА СОЗДАНИЯ КОНЦЕПТУАЛЬНОЙ СЕДИМЕНТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ НА ОСНОВЕ СЕЙСМИЧЕСКИХ ДАННЫХ

А.А. Забоева

Научный руководитель профессор В.А. Белкина

Тюменский государственный нефтегазовый университет, г. Тюмень, Россия

В 2000 г. ЦКР Минэнерго РФ приняла регламент по построению постоянно действующих геолого-технологических моделей (ПДГМ) месторождений, где говорится " ПДГМ являются важнейшим компонентом научно-технического прогресса в отрасли нефтегазового комплекса. По этой причине необходимость их создания будет специально оговариваться в лицензионных соглашениях на разработку месторождений". Спустя девять лет практически не один нормативный документ по подсчету запасов углеводородов, созданию и корректировке систем разработки месторождения не может быть создан без этой "научно-технологической основы прогресса". Основными функциями ПДГМ в настоящее время являются не только подсчет запасов, но и контроль и оптимизация процесса разработки, и как результат – повышение коэффициента извлечения нефти (КИН).

Начальным этапом геологического моделирования является создание концептуальной модели месторождения, которая состоит из двух основных частей: седиментационной и тектонической, и представляет собой формализованные на основе фактического материала представления о геологическом строении моделируемых объектов. Концептуальная модель предопределяет те параметры, которые будут закладываться на остальных этапах моделирования. Качественно созданная концептуальная модель позволяет повысить точность геологической модели [1].

Целью работы является разработка методики создания концептуальной седиментационной модели на основе комплексного анализа и апробация ее на примере верхнемеловых отложений одного из месторождений Западной Сибири.

Предложена методика прогнозирования распространения фаций в межскважинном пространстве на основе 3D куба пористости, построенного по данным 3D сейсмики. Данная методика основана на представлении о том, что условия осадконакопления оказывают значительное влияние на распределении обломочных зерен внутри осадочных тел, а значит и на закономерности изменения пористости, как по латерали, так и по разрезу. Построение концептуальной модели также опирается на циклы осадконакопления, выделенные на основе принципов сиквенс-стратиграфии.

Объектом исследования в работе является один из пластов Покурской свиты месторождения Р, которое расположено в северной части Пур-Тазовского междуречья и в административном отношении относится к Тазовскому району Ямало-Ненецкого автономного округа. Нефтегазоносность исследуемого месторождения связана с Русским валом, который представляет собой структурный выступ, осложняющий восточную часть Надым-Тазовской синеклизы. Месторождение отличается исключительной сложностью геологического строения, является многопластовым и разбитым тектоническими нарушениями на изолированные блоки.



На начальном этапе построения седиментационной модели был проведен фациальный анализ, на основе описания и интерпретации керна по одной из скв. месторождения. Фациальный анализ выявил, что исследуемая часть геологического разреза представлена отложениями двух фациальных рядов, верхняя часть – отложениями трансгрессивного фациального ряда, нижняя – отложениями фациального ряда низкого стояния уровня моря. Определенная последовательность фациальных рядов отражает общую трансгрессию моря, произошедшую в сеноманское время.

В нижнем фациальном ряду низкого стояния уровня моря в результате комплексного анализа керновых данных и формы кривой ПС было выделено пять парасикквенсов [2]. Условия осадконакопления этих отложений на фоне региональной трансгрессии менялись от комплекса меандрирующих каналов (в нижней части) до приливно-отливный эстуариевый комплекса (в верхней части). В верхнем трансгрессивном фациальном ряду выделено два парасикквенса. Установлено, что накопление осадков происходило в условиях берегового склона.

Следующий этап методики заключается в построении куба эффективной пористости ( $m_0$ ) на основе сейсмических данных. В настоящее время разработано и успешно применяется два основных метода интеграции сейсмических данных в геолого-петрофизические модели, основанные на нейронных сетях и на геостатической генетической инверсии. В работе опробованы оба метода.

Для решения поставленной в начале задачи опробован алгоритм, основанный на нейронных сетях с контролируемым обучением.

В качестве обучающего материала подавались кривые пористости, рассчитанные для каждой скважины на основе выведенных зависимостей по керну  $K_p = f(a_{nc})$ . Кубы «примитивных» сейсмических атрибутов (атрибуты, определяющие лишь одно свойство среды) использовались в качестве исходных данных. Возможности Petrel позволяют создать несколько десятков подобных атрибутов. Выбор атрибутов с лучшими прогностическими свойствами значений  $m_0$  проведен на основе корреляционного анализа.

Вначале значение коэффициентов корреляции между исходным значением пористости и всеми возможными «примитивными» сейсмическими атрибутами не превышало 0,20, что говорит о невозможности построения куба  $m_0$  по отдельным сейсмическим атрибутам с приемлемой точностью, поэтому возникла задача поиска группы сейсмических атрибутов, позволяющих построить 3D модель пористости с требуемой степенью точности. Перебор всех возможных комбинаций атрибутов, основанный на многомерном корреляционном анализе, позволил выявить три наиболее перспективных комбинации. Отметим, что для учета вертикальной неоднородности исследуемых отложений анализ проводился для каждого стратиграфического подразделения отдельно.

Однако, не смотря на то, что предварительный корреляционный анализ дал неплохие результаты, а именно коэффициент корреляции  $R^2 \approx 0,45-0,60$ , проверка качества полученных кубов пористости путем сопоставления расчетных и исходных значений показала не удовлетворительный результат. Коэффициент корреляции ни для одного из стратиграфических подразделений не принимает значения больше 0,20.

Таким образом, на данном этапе использование нейронных сетей дало неудовлетворительный результат, улучшение которого возможно за счет подбора оптимальных настроек алгоритма в модуле Train Estimation Model, что невозможно реализовать в программном продукте Petrel. Поэтому в качестве основного алгоритма был выбран модуль Genetic Inversion for Seismic, основанный на геостатической генетической инверсии. Данный алгоритм обладает гибкими настройками и более приемлем для решения поставленной задачи.

Беря во внимание результаты, полученные при работе с нейронными сетями, изучаемая территория была поделена три части. Изучаемое месторождение приурочено к Русскому валу, вытянутому в меридиональном направлении. Рабочие участки также вытянуты в этом направлении для учета структурной анизотропии. Для учета вертикальной анизотропии все расчеты и построения проводились для каждого стратиграфического подразделения отдельно. Таким образом, для каждого из выделенных участков было рассчитано несколько кубов пористости.

В качестве исходных данных использовался 3D сейсмический куб и кривые пористости.

Контроль качества полученных кубов производился на основе корреляционного анализа между исходными и расчетными значениями пористости. Полученные результаты приведены в таблице 1. Как видно коэффициент корреляции везде принимает статистически значимое значение (от 0,48 до 0,75).

Таблица 1

**Результаты корреляционного анализа между значениями исходной и расчетной пористости**

Стратиграфический интервал	Участок I	Участок II	Участок III
PK-TS	0,52	0,65	0,75
TS-PSb <sub>2</sub>	0,51	0,52	0,69
PSb <sub>2</sub> -PSb <sub>3</sub>	0,50	0,51	0,65
PSb <sub>3</sub> -PSb <sub>4</sub>	0,48	0,49	0,60
PSb <sub>4</sub> -PSb <sub>6</sub>	0,49	0,50	0,56

Все полученные кубы были переведены в глубинный масштаб на основе скоростных моделей скважин. Затем с помощью логических операций был получен конечный куб пористости, путем комбинирования отдельных частей. Итоговый куб был скомпонован из шести отдельных частей.

В результате анализа значений коэффициента корреляции и визуального сравнения расчетных (снятых с куба) и исходных кривых пористости по скважинам, было принято решение, что полученный куб может быть использован для дальнейшего палеофациального анализа.

Палеофациальный анализ проводился на основе карт пористости полученных снятием значений с куба пористости на выделенные горизонты. На полученные карты для каждой скважины были нанесены интервалы кривой ПС, соответствующие изучаемому горизонту. Постепенное изменение условий осадконакопления, связанное с региональной трансгрессией моря и выявленное по комплексному анализу керна и формы кривой ПС, нашло свое отражение на полученных картах пористости. В результате палеофациального анализа был получен набор фациальных карт для основных циклов осадконакопления и разработан ряд рекомендаций по дальнейшему созданию трехмерной геологической модели исследуемых отложений, применение которых позволит повысить точность модели и снизить неопределенность оценки запасов. Важнейшими из которых, являются:

- рекомендации по отдельному моделированию отложений трансгрессивного фациального ряда и фациального ряда низкого стояния уровня моря, т.к. они являются разными гидродинамическими объектами, разделенными между собой трансгрессивной поверхностью;
- рекомендации по разбиению сеток на слои;
- рекомендации по выбору наиболее оптимальных алгоритмов фациального моделирования и основных направлений анизотропии для каждой фации, рекомендуемой для включения в 3D геологическую модель.

Наиболее перспективные коллектора были выделены в нижней части разреза - песчаные отложения мандрирующих каналов, песчаные покровные тела конусов прорыва и песчаные приливно-отливные бары комплекса эстуария, в верхней части разреза – песчаные гребни и волновые бары [3].

#### Литература

1. Закревский К.Е. Геологическое 3D моделирование. – М.: Маска, 2009. – 375 с.
2. Муромцев В.С. Электрометрическая геология песчаных тел – литологических ловушек нефти и газа. – М.: Недра, 1984. – 260 с.
3. Сели Р.Ч. Древние обстановки осадконакопления. – М.: Недра, 1989. – 296 с.

### ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ РЕЗЕРВУАРОВ НЮЙСКО-ДЖЕРБИНСКОЙ ВПАДИНЫ

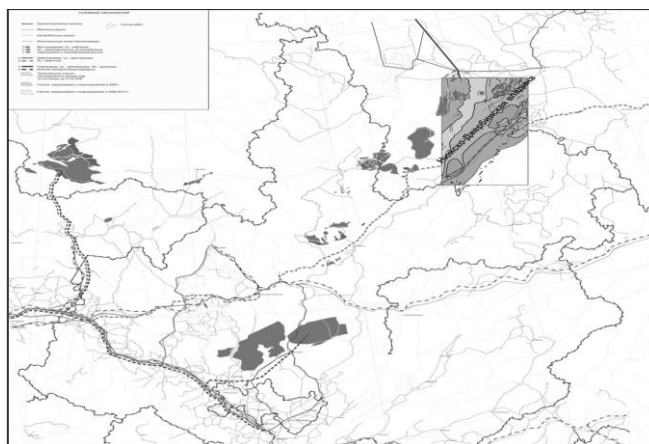
**О.А. Зверева**

Научный руководитель доцент С.А. Моисеев

*Новосибирский государственный университет, г. Новосибирск, Россия*

В настоящее время на территории Сибирской платформы ведутся активные геологоразведочные работы, вызванные необходимостью наращивания минерально-сырьевой базы вдоль построенного нефтепровода «Восточная Сибирь – Тихий океан» (ВС-ТО). В экономическом отношении особый интерес представляют территории, непосредственно примыкающие к данному нефтепроводу, одной из таких территорий является Нюйско-Джербинская впадина.

Нюйско-Джербинская впадина расположена на северо-востоке западной ветви Предпатомского регионального прогиба. Нюйско-Джербинская впадина выделяется между Непско-Ботуобинской антеклизой на северо-западе, Ыгытинской впадиной на севере, Кемпендяйской впадиной и Сунтарским поднятием на северо-востоке, Березовской впадиной на востоке, Предпатомским региональным прогибом на юге и юго-западе (рис. 1).



**Рис. 1. Обзорная карта Сибирской платформы**

Разрез осадочного чехла представлен терригенными отложениями рифея, переслаиванием терригенных и карбонатных отложений нижнего венда, отмечается наличие солей в нижнем венде (торсальская пачка), верх-

ний венд представлен преимущественно карбонатными породами, кембрий представлен галогенно-карбонатными отложениями. Нефтегазоносными являются отложения следующих свит – хоронохская, талахская, харыстанская, юрхская, бюкская, паршинская, усольская.

В пределах Нюйско-Джербинской впадины выделены следующие продуктивные горизонты: осинский (B<sub>1</sub>), телгеспитский, ботуобинский (B<sub>5</sub>), хамакинский (B<sub>10</sub>), талахский (B<sub>13</sub>), вилючанский (B<sub>14</sub>). Осинский продуктивный горизонт представлен отложениями среднеусольской подсвиты. Толщина горизонта изменяется от 10 до 140 м. Осинский горизонт сложен известняками водорослёвыми с прослоями органогенно-обломочных, оолито-онколитовых и хемогенных разностей. Телгеспитский горизонт приурочен к нижней части верхнебюкской подсвиты. Телгеспитский горизонт сложен микрзернистыми, иногда глинистыми доломитами. Породы интенсивно трещиноваты и кавернозные. Общая мощность горизонта колеблется в пределах 5,8–11,8 м. Эффективная

мощность изменяется в пределах 3,4–6,8 м. ФЕС телгеспитского горизонта характеризуют низкопоровую матрицу пород. Ботуобинский продуктивный горизонт приурочен к нижней части бюкской свиты. В литологическом отношении ботуобинский горизонт на 90–95% представлен светло-серыми, серыми, кварцевыми песчаниками. Максимальные толщины песчаников достигают 40 м. Пористость их составляет 10–15%, а проницаемость достигает значений 500 x 10–15 м<sup>2</sup>. Горизонты на 85–90%, а иногда и все 100 %, сложены проницаемыми отложениями. Хамакинский продуктивный горизонт приурочен к средней части паршинской свиты. Хамакинский горизонт сложен песчаниками от средне- до крупнозернистых, в верхней части разреза наблюдается увеличение глинистой составляющей, следовательно эта часть разреза отличается повышенной радиоактивностью. В разрезе хамакинского горизонта данного типа наблюдается закономерное уменьшение зернистости снизу вверх с постепенным переходом песчаников в аргиллиты вышележащих отложений. Мощность горизонта достигает 30 м. Талахский продуктивный горизонт в стратиграфическом отношении в полном объеме соответствует талахской свите. Литологический состав горизонта неоднороден, проявляется в сложном неравномерном переслаивании гравелитов, разнородных песчаников, алевролитов и аргиллитов и практически не зависит от его толщины. По вещественному составу песчаники кварц-полевошпатовые. Мощность горизонта изменяется от 85 м до 160 м. Вилючанский продуктивный горизонт (B<sub>14</sub>). Вилючанский продуктивный горизонт в стратиграфическом отношении соответствует хоронохской свите. Горизонт сложен светло-серыми хорошо сортированными песчаниками. Мощность горизонта изменяется от 40 м до 110 м.

Основные особенности строения Нюйско-Джербинской впадины. Первая, все месторождения, а именно, Отраднинское, Хотого-Мурбайское, Бысыхтахское (расположенное в аналогичной по строению Березовской впадине), характеризуются сложным строением, залежи приурочены к горстовым поднятиям со смещением в сотни метров (рис. 2).

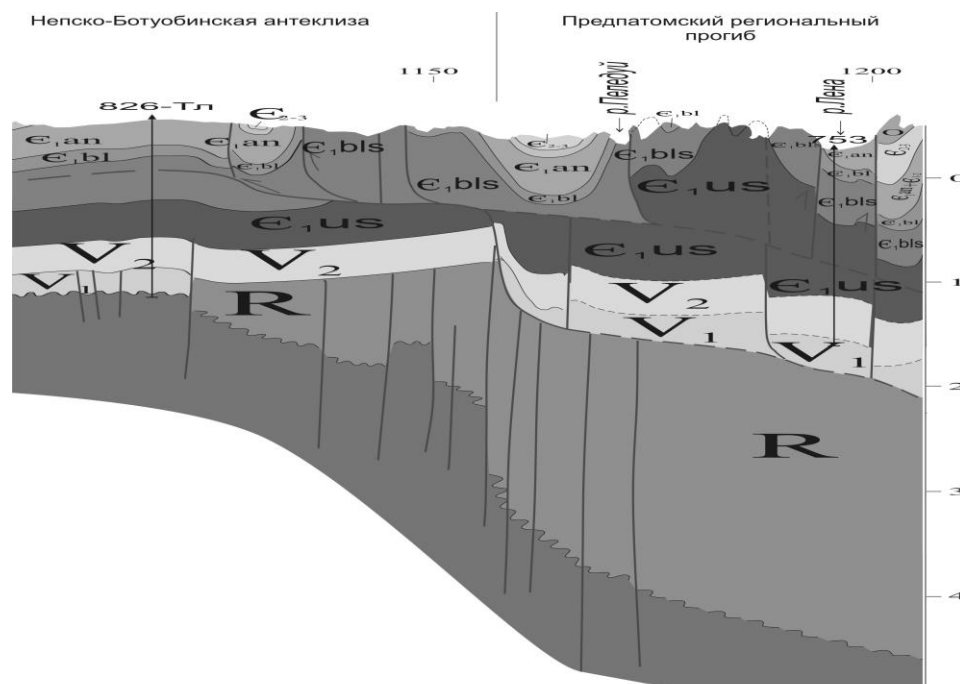


Рис. 2. Фрагмент геологического профиля по линии скважин Южно-Чуньская 1 – Нижнепеледуйская 753

Вторая особенность – наличие надвиговой тектоники, вследствие чего наблюдается двух-трех кратное повторение некоторых частей разреза. Третьей особенностью Нюйско-Джербинской впадины является преимущественно газовый тип залежей.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЕЩЕСТВЕННОГО СОСТАВА И СТРУКТУРНО-ТЕКСТУРНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ ПОРОД ПРОДУКТИВНОГО ПЛАСТА АВ8-2Б ВАТЬЕГАНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПО ДАННЫМ КЕРНА РЯДА СКВАЖИН

А.И. Камалева

Научный руководитель профессор Н.Г. Нурғалиева

Казанский государственный университет им. Ульянова-Ленина, г. Казань, Россия

Ватьеганское месторождение – одно из крупнейших нефтяных месторождений в Западной Сибири. По величине начальных извлекаемых запасов нефти месторождение относится к категории уникальных, по геологическому строению – к категории очень сложных.

Ватьеганское месторождение было открыто в 1971г. введено в промышленную разработку в 1983г. В административном отношении находится в пределах Сургутского района Ханты-Мансийского автономного округа Тюменской области Российской Федерации, приблизительно в 140 км к северо-востоку от г. Сургут и в 30 км к юго-востоку от г. Когалым.

В тектоническом плане Ватьеганское месторождение приурочено к одноименному куполовидному поднятию – элементу II порядка, осложняющего северную часть Ярсомского прогиба Нижневартовского свода.

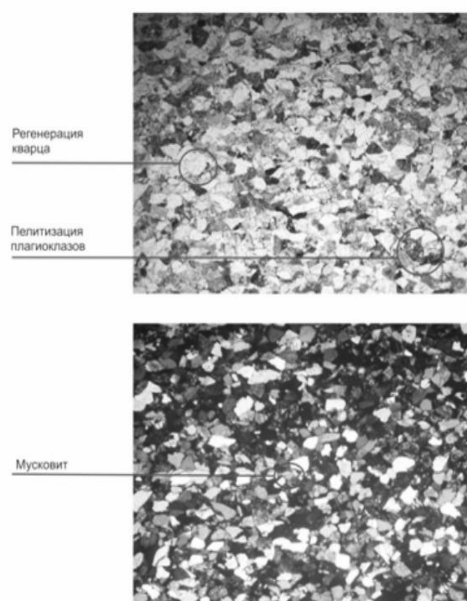
Исследуемый пласт АВ8-2б включает 17 залежей нефти. Объектом исследования является керновый материал, отобранный с потенциально продуктивного интервала -2225,5 – -2246,3 м. Скважина 191Р, из которой было отобрано 6 образцов керна, и скважина 159Р, из которой было отобрано 2 образца керна, приурочены к залежи №2. Она представляет собой изометричную антиклинальную структуру. Скважина 172Р, из которой было отобрано 2 образца керна, расположена за внешним контуром нефтеносности. Скважина 5374У, из которой было отобрано 5 образцов керна, приурочена к залежи №4, представляющая собой вытянутую антиклинальную структуру. Таким образом, в данной работе исследовались 15 образцов керна.

Лабораторные исследования показали, что терригенные нефтеносные коллектора данного интервала проходки характеризуются неоднородным строением, проявляющимся в анизотропии их емкостно-фильтрационных характеристик. Сопоставление данных ГИС с керновым материалом показало, что неоднородность обусловлена, главным образом наличием среди высокопористых и хорошо проницаемых песчаников уплотненных алевролитовых прослоек. Анализируя геофизические характеристики продуктивного пласта АВ8-2б можно отметить, что максимальное значение  $K_n=0,655$  д.е.,  $K_p 0,21 \div 0,278$  д.е.,  $K_{пр} 2,5 \div 713$  мД. Фильтрационно-емкостные свойства пласта ухудшаются вниз по разрезу.

Изучение вещественного состава пород–коллекторов показало, что они сложены переслаивающимися мелкозернистыми граувакковыми песчаниками, алевропесчаниками и алевролитами (рис.). Структура – псаммитовая, текстура по макрообразцам – однородная. Порода на 85% сложена обломочной компонентой, на 15% – сцементированной. Обломочный материал размером 0,1–0,25 мм, представлен кремнистыми обломками с зернами кварца, в меньшей степени зернами плагиоклазов, чешуйками мусковита и хлорита. Кварцевые зерна несут следы регенерации, что указывает на перераспределение кремнезема в породе. Плагиоклазы затронуты процессом пелитизации (переход к каолиниту). Обломочные зерна плотно прилегают друг к другу. Многие из них формируют вогнуто-выпуклые контакты прилегания. Чешуйки хлорита и мусковита деформированы (волнообразное залегание) под действием литостатической нагрузки. Цемент преимущественно контактового типа по составу кремнистый. Нефтенасыщенные песчаники характеризуются слабой пористостью (около 5–8%).

В отсутствие нефтенасыщенности порода-коллектор характеризуется плохой отсортированностью, встречается больше кремнистых обломков, в связи с этим пористость увеличивается до 15–20%. Такое увеличение пористости связано с наличием в породе близко расположенных изометричных вытянутых зерен кварца, которые образуют кластеры. Процессов вторичных образований и разрушений в песчаниках не наблюдается. По данным оптико-микроскопического исследования уплотненные алевролитовые прослойки характеризуется неравномерной зернистой структурой и горизонтальнослоистой текстурой, которая обусловлена закономерно послойным распределением алевролитовой компоненты. Глинистые частицы имеют одинаковую ориентировку, что обуславливает равномерноплощадное погасание аргиллитов. Подобная закономерность характерна для зоны среднего-позднего катагенеза. Среди глинистых минералов присутствует до 15% аутигенных зерен, представленных кварцем, чешуйками мусковита и хлорита размером 0,05–0,1 мм. Состав глинистой компоненты слагает элит и хлорит. Аутигенная компонента равномерно рассеянная в объеме породы. Часть из них образуют горизон-

Фотографии шлифа образца при параллельных и скрещенных николях



тальные линзочки и прослойки, мощностью до 0,5 мм. Характерной особенностью аргиллита алевритистого, отобранного из чисто водяной зоны пласта, является перекристаллизация хлоритовых чешуек и их увеличение, в связи с интенсивной миграцией раствора в связи с уменьшением плотности породы.

В результате проведенной работы были получены следующие выводы:

- установлено, что породы коллектора испытали катагенетические преобразования по следующим признакам: пелитизация плагиоклазов, изогнутые поверхности чешуек слюд, регенерационные оторочки, равномерноплощадное погасание аргиллитов;
- высоким фильтрационно-емкостным свойствам коллекторов способствует контактовый тип цементации зерен;
- основным литологическим типом коллекторов являются песчаники и алевропесчаники, среди которых преобладают гранулярные разновидности.

## **ОБЩИЕ ПРИЗНАКИ СТРОЕНИЯ И ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАЗМЕЩЕНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ-ГИГАНТОВ МИРА**

**(на примере Западно-Сибирской и Африкано-Аравийской платформ)**

**И.А. Карпов, А.А. Бабилов**

Научный руководитель профессор Ю.Н. Каргодин

*Новосибирский государственный университет, г. Новосибирск, Россия*

Гиганты и крупнейшие месторождения обеспечивают более 50–70% добычи нефти и газа нефтегазоносных бассейнов, что весьма важно для экономики (особенно для экономики России). Добыча углеводородов и их транспортировка с сопутствующим обустройством в этом случае являются наиболее рентабельными. Яркий пример с газопроводами Берёзово – Урал (Серов) и Медвежье – Урал, З. Европа. В мире и в России огромные шельфовые пространства морей (например, Баренцева, Карского, Лаптевых, Охотского) являются весьма перспективными объектами для поиска и прогноза (весьма дорогостоящего) залежей вообще, и гигантских, в частности. В мире выявлено достаточно много месторождений-гигантов. Системный анализ их строения, формирования и размещения позволил наметить ряд общих признаков, не зависящих от возраста вмещающих отложений, типа бассейна и его положения на планете. Это важно и актуально для прогноза и поиска гигантов. Целесообразно выявить эти признаки и показать их общность на конкретных месторождениях различных бассейнов. В докладе демонстрируются результаты анализа нефтяных и газовых месторождений-гигантов весьма удалённых друг от друга и принадлежащих различным нефтегазоносным бассейнам, на разных континентах (Африки и Азии) – Африкано-Аравийской древней платформы и молодой Западно-Сибирской плиты [1, 4].

Выполнен анализ гигантских месторождений нефти и газа Западной Сибири: Саматлор (нефтяное) и Уренгой (газовое). В Сахаро-Ливийском бассейне Африкано-Аравийской платформы рассмотрены месторождения Хасси-Мессауд (нефтяное) и Хасси-Р'Мель (газовое). Выявлены следующие общие признаки этих месторождений-гигантов:

- наличие мощного (массивного или многопластово-массивного) резервуара;
- большая площадь, высота, следовательно, объём ловушки, объединяющей несколько локальных ловушек;
- значительная высота основной, гигантской залежи (десятки и сотни метров);
- связь ловушек со стратиграфическим перерывом и его важная роль в формировании гигантских залежей;
- наличие надёжного экрана (соли, глины);
- соседство или окружение значительными депрессиями;
- открытость бассейна к морю.

Действительно, месторождения-гиганты на локальном уровне являются сложными по строению и, зачастую, приурочены к группе локальных поднятий, которые, в свою очередь, сливаются в единое крупное поднятие, или входят в его состав, т.е. характеризуются большим по площади распространением. Так, например, Саматлорское нефтяное месторождение приурочено к Саматлорскому, Мартовскому, Белозерному, Мыхлайскому, Малосаматлорскому и Пауйскому локальным поднятиям в южной части Тарховского вала Нижнеартовского свода. Аналогичным образом Уренгойское месторождение приурочено к группе локальных поднятий, входящих в состав Нижнепурского мегавала. Эта черта так же характерна для месторождений, находящихся в пределах Африкано-Аравийской платформы, месторождение Хасси-Мессауд, к примеру, имеет сложное строение, а резервуар, к которому приурочено месторождение, представляет собой крупную положительную структуру, осложнённую более мелкими: Эль-Агреб и Хасси-Мессауд.

Вышеперечисленные месторождения Западной Сибири по количеству относящихся к ним залежам относятся к многозалежным (рис. 2), а мощность продуктивных отложений характеризуется высокими значениями, достигая 150 м (Саматлор – 156 м; Уренгой – более 100 м). Также большие амплитуды структур характерны и для месторождений Северной Африки: для месторождения Хасси-Мессауд амплитуда поднятия составляет 280 м, а Хасси-Р'мель – 140 м (рис. 1). Резервуары месторождений – гигантов классифицируются как пластово-массивные, или массивные (Хасси-Мессауд).

Еще одной характерной чертой месторождений-гигантов, является вполне закономерное свойство, а именно большие мощности покрышек, имеющих региональное распространение, состоящих, в основном, из глинистого материала, которые удерживают крупные скопления УВ [2, 5].

Месторождения-гиганты, как отмечалось выше, приурочены к крупным положительным структурам, которые имеют значительные площади распространения, а так же большую амплитуду. Рассматриваемые место-

рождения, как и многие другие, граничат с крупными отрицательными структурами. Например, Нижневартовский свод граничит с Колтогорско-Уренгойским мегапрогибом и Юганской впадиной; свод Тильремт, к которому приурочено месторождение Хасси-Р'мель, граничит с Центрально-Алжирской синеклизой и прогибом Мельрир. Этот факт связан с тем, что положительные структуры, расположенные рядом с крупными депрессиями, увеличиваются в площади за счет промежуточных структур, как следствие, могут захватить большое количество мигрирующих углеводородов.

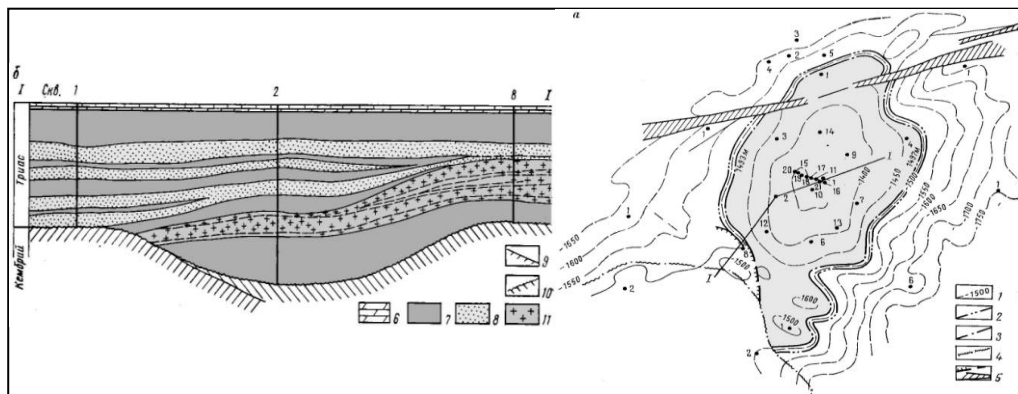


Рис. 1. Газоконденсатное месторождение Хасси-Р'Мель: а – структурная карта по кровле песчаного горизонта триаса; б – геологический разрез. 1 – изогипсы в м; 2 – внешние контуры нефтеносности; 3 – газоносности; 4 – линия выклинивания песчаников; 5 – тектонические нарушения; 6 – доломиты; 7 – аргиллиты триаса; 8 – песчаники; 9 – кварциты; 10 – аргиллиты ордовика; 11 – андезиты [2].

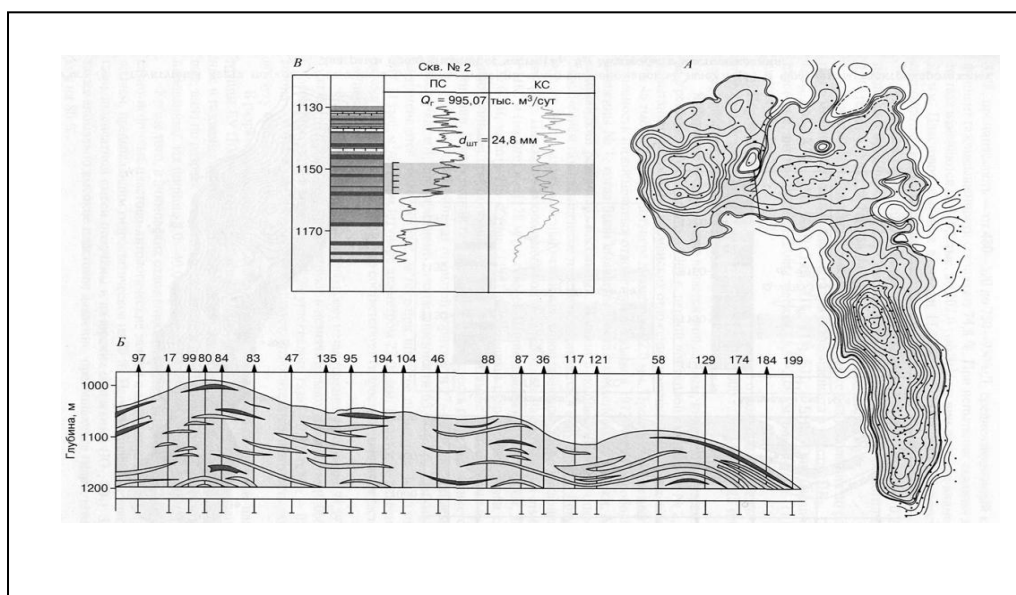


Рис. 2. Структурная карта по кровле сеномана (А), геологический профиль (Б), фрагмент электрокартажной диаграммы продуктивной ее части (В) Уренгойского месторождения [1].

Выявленные признаки характерны не только для рассмотренных месторождений, но и для большинства других гигантских месторождений мира. Это важно учитывать при прогнозной оценке недостаточно изученных территорий, к которым относятся Сибирская платформа и шельфовые зоны северных морей России и других стран [6].

#### Литература

1. Брехунцов А.М., Битюков В.Н. Открытые горизонты. – Екатеринбург: Сред.-Урал. кн. изд-во, 2002. – 660 с.
2. Жабреев И.П. Газовые и газоконденсатные месторождения. – М.: Недра, 1983. – 376 с.
3. Нефтегазоносные бассейны зарубежных стран / Под ред. И.В.Высоцкий. – М.: Недра, 1990. – 400 с.
4. Нефтегазоносные провинции и области СССР / Под ред. А.А. Бакиров. – М.: Недра, 1979. – 455 с.

5. Особенности геологического строения и разработки уникальных залежей газа Крайнего Севера Западной Сибири / Под ред. О.М. Ермилов, Ю.Н. Каргодин, А.Э. Конторович и др.: – Новосибирск: изд-во СОРАН, 2004. – 141 с.
6. Справочник по нефтяным и газовым месторождениям зарубежных стран / Под ред. И.В.Высоцкого. – М.: Недра, 1976. – 600 с.

## ВЛИЯНИЕ ИНТРУЗИЙ ТРАППОВ НА НЕФТЕГАЗОНОСНОСТЬ ЮЖНО-ТУНГУССКОЙ НЕФТЕГАЗОНОСНОЙ ОБЛАСТИ

**А.В. Ковалевский**

Научный руководитель научный сотрудник А.О. Гордеева  
*Новосибирский государственный университет, г. Новосибирск, Россия*

Южно-Тунгусская нефтегазоносная область располагается на западе Лено-Тунгусской нефтегазоносной провинции. По тектоническому районированию она соответствует территории Бахтинского мегавыступа. Как самостоятельная нефтегазоносная область эта территория выделена в 1975 г. А.Э. Конторовичем, Н.В. Мельниковым и В.С. Старосельцевым. Проведенные в советский период региональные и поисковые геологоразведочные работы в Южно-Тунгусской нефтегазоносной области (пробурено 59 глубоких скважин) имели скромные результаты. Притоки углеводородных флюидов в результате испытаний были получены из нескольких продуктивных горизонтов нижнего-среднего кембрия: моктаконского, абакунского и дельтулино-таначинского продуктивных горизонтов.

После распада Советского Союза геологоразведочные работы в области были прекращены. В начале XXI века геологоразведочные работы возобновились. На территории Южно-Тунгусской нефтегазоносной области проводятся сейсморазведочные работы, идет бурение Нижнеимбакской параметрической скважины № 219. Выделен ряд участков нераспределенного фонда недр, предлагаемых для лицензирования и проведения геологоразведочных работ. Южно-Тунгусская нефтегазоносная область в пределах Лено-Тунгусской провинции представляет собой уникальный объект по характеру осадочного выполнения и насыщенности ее трапповыми телами (А.Э. Конторович, Н.В. Мельников, Г.Д. Назимков, В.С. Старосельцев, А.В. Хоменко и др.), который является эталоном влияния интенсивного траппового магматизма на нефтегазоносность. Осадочный чехол Южно-Тунгусской нефтегазоносной области сложен породами рифея, венда и палеозоя. Рифейские и нижневендские отложения скважинами не вскрыты, имеющиеся сейсмические материалы с высокой степенью достоверности позволяют утверждать, что они распространены на западе региона в Приенисейском мегапрогибе в достаточно больших мощностях. В наиболее приподнятой части Южно-Тунгусской нефтегазоносной области на размытой поверхности фундамента залегают карбонатные отложения верхнего венда, они начинаются с катангской свиты, выше залегают собинская и тэтэрская свиты. Они также вскрыты единичными скважинами на юге Сурингдаконского свода. На территории Южно-Тунгусской нефтегазоносной области выделяются рифейский-вендский, верхневендско-нижнекембрийский, кембрийский, ордовикский, силурийско-раннедевонский и средне-верхнекаменноугольно-пермский нефтегазоносный комплекс, каждый из которых образован одним или несколькими природными резервуарами.

Из них интересны в плане перспектив нефтегазоносности моктаконский, абакунский и дельтулино-таначинский резервуары в кембрийском нефтегазоносном комплексе, байкитский – в ордовикском нефтегазоносном комплексе и чалбышевский и дявольский в силурийском нефтегазоносном комплексе. Моктаконский рифовый резервуар (осинский подгоризонт усольского горизонта нижнего кембрия), распространен на всей территории Южно-Тунгусской нефтегазоносной области. Коллектор - органогенные доломиты моктаконской свиты в контурах построек и доломиты с примесью сульфатов (до 25–50%). Открытая пористость колеблется от 0,4 до 11,5% (в среднем 3,6–7,1%), проницаемость –  $350 \times 10^{-15}$  мкм<sup>2</sup>. Флюидоупором служат сульфатонесные доломиты марской свиты (аналог верхнеусольской подсвиты).

Из доломитов моктаконской свиты на Моктаконской площади был получен приток нефти из скв. Моктаконская-1 (дебит 97 м<sup>3</sup>/сут.), приток газа дебитом 500 тыс. м<sup>3</sup>/сут. – в скв. Усть-Дельтулинская-214, притоки пластовой воды из скв. Моктаконская-3 (дебит до 270 м<sup>3</sup>/сут.), скв. Моктаконская-2 (до 180 м<sup>3</sup>/сут.), скв. Нижне-тунгусская-6 до 115 м<sup>3</sup>/сут., Таначинская-1 до 660 м<sup>3</sup>/сут, Таначинская-8 до 400 м<sup>3</sup>/сут. Абакунский пластовый резервуар представлен пористыми и кавернозными доломитами и известняками, иногда с незначительной (до 5%) примесью сульфатов. Открытая пористость меняется от 0,7 до 25%. Проницаемость достигает  $370 \times 10^{-15}$  мкм<sup>2</sup>. Флюидоупором служат плотные сульфатно-карбонатные породы первой пачки бурусской свиты. В поисковых скважинах Моктаконская-1 получен приток газа с конденсатом (дебит газа 1699,7 м<sup>3</sup>/сут. и конденсата 1200 м<sup>3</sup>/сут.) из доломитов абакунской свиты, в скв. Усть-Дельтулинская-214 приток газа дебитом 160 м<sup>3</sup>/сут, притоки воды – в Западно-Малькитконской скважине до 11 м<sup>3</sup>/сут, в Усть-Кочумдекской скважине 202 до 580 м<sup>3</sup>/сут. и в Таначинской скважине 1 до 340 м<sup>3</sup>/сут.

Дельтулино-таначинский рифовый резервуар (верхняя часть нижнего кембрия) представлен карбонатными породами. Проницаемая часть резервуара сложена органогенными (водорослевыми) доломитами. Открытая пористость пород достигает 15%, проницаемость – до  $27 \times 10^{-15}$  мкм<sup>2</sup>. Наилучшими коллекторскими свойствами обладает верхняя часть резервуара – таначинская свита. Коллектор здесь – порово-каверново-трещинный. Региональным флюидоупором для рассмотренного резервуара служит глинисто-карбонатная летнинская свита. Для локальных резервуаров внутри мощной карбонатной толщи флюидоупорами служат непроницаемые сульфатно-карбонатные породы. Нефтегазоносность дельтулино-таначинского резервуара установлена на Моктакон-

ской, Нижнетунгусской и Таначинской площадях. В поисковой скв. Моктаконская 1 в процессе испытания известняков таначинской свиты был получен приток газа дебитом 330 тыс. м<sup>3</sup>/сут, в скважине Таначинская 3 дебитом 36 тыс. м<sup>3</sup>/сут., и Таначинская 2 дебитом до 60 тыс. м<sup>3</sup>/сут. на диафрагме 9,1 мм. Из других скважин, вскрывших этот горизонт, получены притоки пластовой воды с дебитами, достигающими первых сотен м<sup>3</sup>/сут. Байкитский резервуар представлен кварцевыми песчаниками байкитской свиты. Флюидоупором для него служат аргиллиты и известняковые мергели неручандской свиты. Пористость песчаников колеблется от 0.5 до 25%, проницаемость – от  $0,03 \times 10^{-12}$  до  $87,2 \times 10^{-12}$  м<sup>2</sup>. Песчаники байкитской свиты изменены близлежащими интрузиями траппов, что выразилось в ухудшении емкостных и фильтрационных свойств пород. При испытаниях песчаников в скважинах были получены притоки пластовых вод дебитом до 282 м<sup>3</sup>/сут. Колонковой скв. Ясенгская-3 вскрыва битуменная залежь, расположенная в верхней части байкитской свиты, мощность ее около 40 м, содержание битумов до 2–2,5% на породу.

Чалбышевский резервуар представлен известняками. На участках повышенной мощности резервуар сложен рифостроящими организмами. Открытая пористость коллекторов достигает 12–17%, в среднем составляет 3–5%. Проницаемость составляет десятки, иногда достигая первых сотен миллдарси. Флюидоупором служат мергели, аргиллиты и глинистые известняки могоктинской или валежской свит. Дьявольский резервуар сложен органогенными доломитами дьявольской свиты. Доломиты сложены рифостроящими организмами (преимущественно кораллами). Общая мощность свиты 70–80 м, проницаемой части – до 60 м. Пористость в среднем составляет 3–5% (до 15–20%). Флюидоупором служат плотные глинисто-сульфатно-карбонатные породы верхнего силура (нимдинская свита). Продуктивность резервуара доказывается выбросами газа из колонковых скважин Холминская 8 (фонтанировала сутки) и Делимакитской 1. Приведенные данные однозначно свидетельствуют о нефтегазоносности Южно-Тунгусской нефтегазоносной области, причем с юга на север количество продуктивных горизонтов растет вместе с увеличением стратиграфической полноты разреза.

В пределах Южно-Тунгусской нефтегазоносной области в кембрийских отложениях выделяют 4 основных типа ловушек:

- антиклинальные, выявленные по кровле тэтэрской свиты (отражающий горизонт «Б»);
- рифового типа, которые обнаружены на трех стратиграфических уровнях кембрия: в верхах томмотского – низах атдабанского ярусов (моктаконская свита), в тойонском и низах амгинского ярусов (дельтулинская и таначинская свиты) и в верхах амгинского яруса (известняковая толща), которые развивались на бортах и днище некомпенсированного Тынепского прогиба (Хурингдинская скв. 1, Бахтинская скв. 3, Дельтулинская скв. 214 и Моктаконская скв. 4 и 7) и выявлены на сейсмических разрезах.
- структуры облекания моктаконских рифов в абакунской свите (Моктаконское месторождение, скв. Моктаконская 1);
- нетрадиционные ловушки, состоящие из антиклинальной ловушки экранированной боковыми дайками и пластовой интрузией (Таначинское месторождение, таначи-дельтулинский горизонт).

Трапповый магматизм, широко развитый на территории Южно-Тунгусской нефтегазоносной области, оказал влияние практически на все факторы, определяющие нефтегазоносность осадочных пород. Наиболее сильное влияние их сказалось в следующем:

1. Крупные массы высокотемпературной основной магмы преобразовали дотрапповый структурный план, трансформировали горизонты-коллекторы, что, в свою очередь, изменило пути миграции флюидов, оказали существенное влияние на температурный режим недр.

2. Известно, что основным фактором преобразования рассеянного органического вещества и последующих процессов нефтегазогенерации является температура катагенеза. Многочисленные трапповые интрузивы привели к интенсивному и неравномерному нагреванию отдельных участков разреза, положение которых контролируется локализацией и толщиной интрузивов. В ИНГТ СО РАН в конце прошлого столетия была разработана методика восстановления максимальных температур нагревания осадочных пород траппам.

На этой основе для трех наиболее перспективных продуктивных горизонтов – моктаконского, абакунского и таначинского, были построены схематические карты прогноза влияния траппового магматизма на сохранность и качество залежей. На них видно, что наиболее перспективным является самый нижний горизонт – моктаконский (осинский). Таначинский и абакунский горизонты нагрет траппами значительно интенсивнее, чем моктаконский, что существенно снизило их нефтегазовый потенциал. Кроме того, оконтуривание зон с различной величиной нагревания позволяет прогнозировать степень сохранности и фазовый состав месторождений углеводородов (при прочих равных условиях) в основных нефте- и газопродуктивных горизонтах палеозойского чехла для данной области.

## ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ЦЕОЛИТОВОГО ЦЕМЕНТА В ПРОДУКТИВНЫХ НИЖНЕМЕЛОВЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ СЕВЕРА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Е.С. Королев

Научные руководители доцент Е.А. Жуковская, доцент И.В. Вологодина

ОАО «ТомскНИПинефть», г. Томск, Россия

В результате исследования керна ряда месторождений северных районов Западной Сибири был выявлен не типичный для осадочных терригенных отложений цемент. В нижнемеловом интервале здесь наряду с традиционными минералами - каолинитом, гидрослюдой, хлоритом, кальцитом – в его составе отмечаются цеолиты. Породы с таким цементом по своим петрофизическим свойствам, существенно отличаются от таковых с глинистым или карбонатным типом цемента, вследствие своеобразной структуры кристаллических решеток цеолитов.



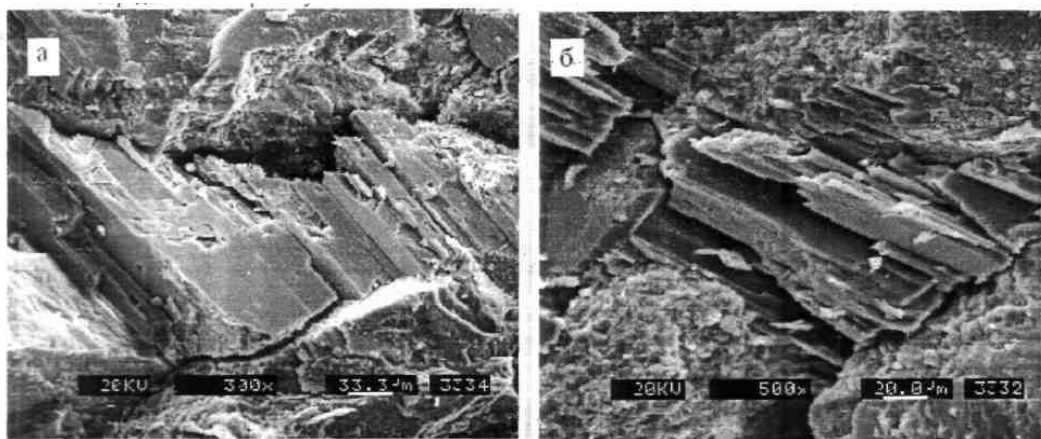
По вещественному составу изучаемые породы относятся к собственно аркозам – характерно преобладающие полевых шпатов над кварцем и относительно малое содержание обломков горных пород.

Стадиальный анализ аутигенного минералообразования показал, что одними из первых образовались регенерационный кварц и каолинит, более поздней по времени образования можно считать гидрослюда, однако структурные взаимоотношения между ними не окончательно неясны.

Затем происходило формирование хлорита (нередко крустификационного), который часто окаймляет обломки кварца. Далее кристаллизовались цеолиты, заполняющие пространство между зернами с уже существующими пленками хлорита. Самым поздним минералом является кальцит, образующий поровый и иногда базальный тип цементации. Цеолиты и кальцит генетически связаны, т.к. оба минерала образуются в щелочных условиях среды, но кальцит имеет более широкие физико-химические пределы минералообразования. В изученных породах кальцит и цеолиты или развиваются отдельно, независимо друг от друга, или встречаются совместно, но тогда видно, что кальцит относится к более поздней генерации. Предварительно можно сделать вывод, что перечисленные вторичные минералы выстраиваются в следующий ряд: регенерационный кварц – каолинит (и гидрослюда) – хлорит – цеолиты – кальцит. Каолинит образуется в кислой среде; хлорит – в нейтральной или слабо щелочной; цеолит и кальцит – в щелочной. Из этого следует, что химизм водной среды в процессе диа- и катагенеза изменялся от кислотной к щелочной. Под микроскопом обнаруживаются довольно крупные размеры кристаллов цеолитов, в среднем от 0,3 до 0,5 мм, что говорит о длительной спокойной кристаллизации при повышенных температурах и давлениях.

Другим необходимым условием для выпадения цеолитов из растворов является высокая проницаемость отложений. Связь кристаллизации цеолитов с гранулометрическим составом и пористостью пород несомненна. В песчанниках средне-мелкозернистых содержание цеолитов достигает 13 % от площади шлифа, при этом количество пор составляет до 17 %. С уменьшением размера обломочных зерен уменьшается количество пор и цеолитов. В песчанниках мелко- и тонкозернистых содержание цеолитов и количество пор менее 10 %. В алевролитах цеолиты отсутствуют. Кристаллизация цеолитов также связана и с содержанием глинистых минералов (каолинита, гидрослюда). В песчанниках, где их содержится незначительное количество, количество цеолитов относительно большое, а в алевролитах с содержанием глинистых минералов до 10%, цеолиты отсутствуют. По результатам выполненного рентгеноструктурного анализа цеолит был определен как ломонтит.

Ломонтит образует агрегаты из призматических кристаллов с совершенной спайностью, с хорошо выраженной ступенчатой отдельностью кристаллических агрегатов. Агрегаты цеолита (ломонтита) в виде призматических кристаллов с совершенной спайностью (рис. 1), наблюдается хорошо выраженная ступенчатая отдельность кристаллических агрегатов. Цеолит выполняет роль порового и пойкилитового цемента в песчаннике средне-мелкозернистом левритовом. Результаты исследований фильтрационно - емкостных свойств (ФЭС) показали, что при насыщении цеолитизированных пород минерализованной водой полученные значения пористости по воде более высокие, чем по керосину. Чем выше содержание цеолитов, тем больше разность (Кп) между пористостью (Кп) по воде и по керосину.



*Рис. Агрегаты цеолита (ломонтита) в песчаннике в виде призматических кристаллов с совершенной спайностью*

Алюмосиликатный каркас этого минерала, как известно, содержит 4-, 6- и 10- членные кольца. Ионы  $\text{Ca}^{2+}$  и молекулы йоды при этом локализованы в каналах, причем места локализации воды, по-видимому, заняты только частично. Если ломонтит состоит из 10-членных колец, то максимальный размер каналов равен 6,3 Å, тогда как размеры молекул воды равны 3,5 Å, а керосина – более 7,5 Å. что объясняет проникновение воды в полости кристаллической структуры. Таким образом, пористость по воде оказывается выше пористости по керосину за счет полостей и каналов структуры цеолитов, за счет способности цеолитов к абсорбции молекул воды, имеющих меньший молекулярный радиус, чем молекулы керосина. Таким образом, установлено, что цеолиты образуются в щелочных условиях среды в породах с повышенными фильтрационно-емкостными свойствами пород и снижают фильтрационно-емкостные свойства пород, несмотря на то, что они ведут к разуплотнению, к

образованию вторичной (межагрегатной) пористости. Коллекторы, залегающие выше и ниже по разрезу цеолитизированных пород, имеют более высокие значения  $K_p$  в среднем на 2,5 %. Эпигенетический кальцит и глинистые минералы более существенно ухудшают ФЕС, в сравнении с цеолитами. Особенности кристаллической структуры цеолитов приводят к поглощению ими воды, в связи с этим  $K_p$  рекомендуется для таких пород определять по керосину.

## УГЛЕРОДИСТОЕ ВЕЩЕСТВО В ДОКЕМБРИЙСКИХ ПОРОДАХ ЗАБАЙКАЛЬЯ

Е.Н. Климова

Научный руководитель доцент В.Ф. Лузин

*Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия*

Прямые признаки нефти и газа на Байкале известны на его восточном побережье. Первые газо- и нефтепроявления на Байкале были замечены местными жителями в далеком прошлом, а первые публикации относятся к 1776 г., сделаны И.К. Георги. Дальнейшие сведения о нефтепроявлениях связаны с именами В.А. Обручева, И.Д. Черского, В.Д. Рязанова, Н.С. Шатского, Г.Е. Рябухина и др. Шатский установил надвиг докембрийских пород на юрские в районе р. Еловка.

К середине XX века сложились три гипотезы генезиса байкальской нефти.

**Первая гипотеза** – гипотеза молодой – кайнозойской нефти, в осадках впадин БРЗ. Кстати, С.П. Ситников делает вывод об отсутствии нефтяных залежей в промышленных масштабах в отложениях КЗ т. к. впадины, кроме самой Байкальской (В.И. Москвин, 2008), не имеют достаточной мощности осадков для генерации УВ.

**Вторая гипотеза** – гипотеза абиогенного происхождения нефти, её придерживаются такие учёные как Н.А. Кудрявцев, В.С. Зубков, Н.С. Бескровный и др. Главным аргументом считали приуроченность нефтепроявлений к зонам разломов, к неосадочным породам, а так же термодинамические расчеты существования углеводородов в породах мантии. В 1989 году Д.И. Дроботом и Р.М. Пресновой была исследована байкальская нефть на современном аналитическом уровне. Установлено наличие в байкальской нефти в высоких концентрациях насыщенных реликтовых циклановых углеводородов, наследующих в значительной степени углеродный скелет и стереохимию от липидов живого вещества, т. е. имеющих заведомо биогенную природу. Вследствие чего, считать происхождение всей байкальской нефти одним абиогенным путём нельзя [1].

**И третья гипотеза** – гипотеза кембрийской и докембрийской нефти и аккумуляция её в шарьяжно-надвиговых структурах южной окраины Сибирской платформы (Сизых В.И.). По его мнению, из модели шарьяжно-надвиговых структур следует крупный практический вывод – прогнозирование первичных (автохтонных), поднадвиговых залежей в древних рифейских толщах, а также в породах кристаллического фундамента исходного Байкало-Патомского палеобассейна, преобразованного в тыльной части в Прибайкало-Предпатомскую поднадвиговую структуру, и возможно, выделение вторичных (аллохтонных), миграционных залежей. На данный момент сейсмически доказана расслоенность пород мантии [3].

На вероятную связь скоплений УВ с крупными надвиговыми зонами в краевых частях платформы указывают многие исследователи.

Критически обобщив имевшийся материал С.П. Ситников, в своё время, пришёл к выводу о наличии нефтематеринских (С) пород, под крупным надвигом гнейсов в районе д. Ключи-Стволовой. В 1941 г. была заложена роторная скважина РС-1 с целью выявления мощности кристаллических пород (аллохтона) и изучения их состава. Проектная глубина скважины 1500 м, фактическая 788,3 м, пройдя по гнейсам 738 м, не вскрыла предполагаемой осадочной толщи. На глубине 425 м гнейсы пропитаны нефтью, с глубиной нефтепроявления исчезают. Предположения, основанные на возможности залегания под надвигом нефтематеринской толщи, остались открытыми. [2].

Причина, по которой скважина была остановлена, не известна, возможно, в связи с началом ВОВ.

В 2008 г. Во время специализированной нефтегеологической практики, на р. Большая речка были найдены углеродистые вещества в докембрийских сланцах. Были отобраны образцы породы.

В образце наблюдаются ярко-выраженные трещины шириной до 2 см, заполненные тёмным веществом. По предварительным анализам порода называется турмалиновый скарн. Основные минералы: хлорит, биотит, карбонат, турмалин. Порода средне температурная (400–500<sup>0</sup>С).

В шлифе присутствуют сгустки неправильной формы чёрного непрозрачного минерала, похожего на углеродистое вещество, но не графит. Выделения данного минерала локализовано в хлорите. Несмотря на сходство с углеродистым веществом есть вероятность, что это может быть рудный минерал, судя по форме и ассоциациям с хлоритом. Размер включений менее 0,1 мм и вкрапление его в малопрозрачном хлорите не позволяет произвести отбор зерен под бинокуляром и исследование рентгеноструктурным методом. Порода сдана на анализ.

**1. Это может свидетельствовать о сохранении, либо накоплении УВ** в результате миграции в разуплотнённые породы фундамента (до С) из нефтематеринских поднадвиговых пород ( $R_1$ –V–С) и в самих этих породах, локальных скоплений.

В горно-складчатом обрамлении Прибайкальского, Баргузинского хребтов и Восточного Саяна широко распространены углеродистые формации. По возрасту они относятся к архейским, протерозойским, рифейским и вендским образованиям. Среди них с определённой долей условности можно выделить четыре группы:

- 1) углистые;
- 2) углеродистые;

3) графитовые;

4) мраморы и известняки с графитом, онколитами и строматолитами [5].

Нефтепроизводящие свойства их, за небольшим исключением, практически не изучались.

На северо-западном берегу озера Байкал в трёхчленном байкальском комплексе их суммарная мощность составляет первые сотни метров, а на юго-восточном, в Баргузинском и Икатском хребтах превышает 2000 м [4].

**2. Ещё одним подтверждением миграции могут служить воды** Питателевского источника у с. Ильинка, выход которых находится в гранитах. Термальные воды содержат **органические кислоты** 253,3 мкг-экв/л, **свободные аминокислоты** 36,6 мкг/л, **сложные эфиры** 40 мкг-экв/л, **углерод** 1,7 мг/л. В термальных водах курорта «Байкальские волны» у с. Энхалук нами были встречены газопроявления и нефтяные плёнки. Установлена приуроченность нефтепроявлений к зонам разломов.

Пробуренные скважины не отражают геологическую структуру района поисковых работ в виду их малого количества и слабой изученности. Надвиг мог запечатать ранее образованные месторождения и осложнить их изучение. Всё это свидетельствует о низкой степени научно-технической базы на тот момент.

Проблема байкальской нефти и её генезиса имеет, во-первых, большое научное значение, во-вторых, экологическое. Мы должны знать, сколько нефти в недрах и не будет ли она являться источником загрязнения вод оз. Байкал, например, при большом землетрясении. И, наконец, в-третьих, с экономической точки зрения для Бурятии газовая энергетика более выгодна и экологична, нежели угольная [6].

Для принципиального решения научной стороны этого вопроса и выяснения практического значения необходимо пробурить опорную Забайкальскую скважину в одной из впадин, предположительно в Читино-Ингодинской или в Зазино-Еравнинской. Что касается последней, она удалена от экологической зоны Байкала и проведение поисково-разведочных работ не скажется отрицательно, а так же во впадине встречены неоднократные нефте-, газо- и битумопроявления.

#### Литература

1. Булгатов А.Н. Перспективы нефтеносности территории Бурятии. //Материалы научно-практического совещания, Улан-Удэ, 14-16 окт. 2003 г. – Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 2003. – 126 с.
2. Дунаевский А. В. //Отчёт о результатах бурения Селенгинской опорной скважины Р-1. Иркутск, 1954. – 153 с.
3. Лузин В.Ф., Коновалова Н.Г. Фрагменты строения и развития южного обрамления Сибирской платформы // Сб. науч. тр. Геология и полезные ископаемые Вост. Сибири. – Иркутск, 2005. – С. 72–77
4. Лузин В.Ф., Андреев В.В., Зубков В.С., Коновалова Н.Г. Евразийский нефтегазоносный пояс – зона нетрадиционных углеводородных ресурсов. – Вести. – Иркутское отделение АНВШ России, 2008. – №1 (13). – С. 173–180.
5. Лузин В.Ф., Андреев В.В. К вопросу о нефтегазоносности Витимского плоскогорья. – Вестник Ирк. Рег. отд. АН ВШ России, 2004. – №1 (4). – С. 61–71.
6. Самсонов В.В., Понамарёва Г.П. Геологическое строение и перспективы нефтегазоносности Селенгинской депрессии // Окончательный отчёт о результатах бурения на Селенгинской площади в 1951–1954 гг. – Ч. 1. – 192 с. – Ч. 2. – 289 с.

### ИЗМЕНЕНИЕ ПОРОВОГО ПРОСТРАНСТВА В ПЕСЧАНЫХ КОЛЛЕКТОРАХ В СВЯЗИ С СТАНОВЛЕНИЕМ ЗАЛЕЖИ НЕФТИ

**Е.О. Лукьянова, И.Е. Сорокоумова**

Научный руководитель доцент Н.М. Недоливко

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

Процессы, связанные изменением пород в связи с приходом в них углеводородов, протекающие в зонах водонефтяных контактов (ВНК), издавна привлекают внимание исследователей. В разное время их изучением занимались Агафонов Г.Д. [1], Лебедев Б.А. [2], Недоливко Н.М. [3], Пероззио Г.Н. [4], Сахибгареев Р.С. [5] и другие ученые. Согласно их исследованиям, в ловушке, не полностью заполненной нефтью, на водонефтяном контакте (ВНК) вследствие массообмена; углеводороды концентрируются в верхней части, а вода вытесняется в нижнюю; водонефтяные контакты являются зоной интенсивного изменения нефти, поровых вод и вмещающих залежь пород; коллекторы при длительном становлении ВНК приобретает зональное строение, в них выделяется зона не измененных пород, зона растворения (безбитумная и битумсодержащая подзона) и зона цементации.

Изменение порового пространства терригенных коллекторов в условиях становления водонефтяных контактов рассматривается на примере верхнеюрских песчаников ряда месторождений Томской области. Породы залегают на глубинах 2400–2600 м, степень их преобразования соответствует среднему катагенезу. Песчаники имеют полевшпатово-кварцевый состав с незначительным количеством обломков пород (кремнистых, средних и кислых эффузивов, пегматитов) и минералов (слюд, хлорита). Цемент в них полиминеральный каолинит-хлорит-гидрослюдистый, участками практически мономинеральный каолинитовый или кальцитовый.

Для исключения ошибок, связанных с выкрашиванием минералов при изготовлении шлифов, породы предварительно пропитывались в вакууме окрашенной смолой. Для устранения влияния седиментогенных факторов, сравнивались песчаники с одинаковыми медианными диаметрами.

Изменение пород и порового пространства в песчаниках из разных участков неполовностью заполненных нефтью ловушек носит зональный характер.

В верхней части коллектора, в *зоне нефтенасыщения* песчаники слабо изменены, поровое пространство в них представлено в основном остаточными седиментогенными *межзерновыми порами*, образованными контурами нескольких зерен. Поры имеют различную конфигурацию и размеры, продиктованные седиментогенными (величина соприкасающихся обломков, их морфология, степень окатанности, сортировка, взаиморасположение) и стадийными (уплотнение, растворение под давлением, вторичная минерализация, перекристаллизация) факторами.

Форма пор угловатая, треугольная, трапециевидная, полигональная, щелевидная. Стенки пор ровные или искривленные и лишь в локальных участках, в которых проявлено растворение, они имеют заливообразные осложнения. В участках со слабым растворением обломков стенки межзерновых пор имеют неровную выпукло-вогнутую поверхность, а в случаях регенерации обломочных зерен – хорошо выраженные гладкие поверхности.

В переходной зоне водонефтяного контакта, в ее *битумсодержащей подзоне растворения*, сформированной в среде, содержащей агрессивные насыщенные продукты окисления нефти подвижные воды, породы интенсивно растворены и характеризуются растворением, как обломков, так и цемента, а также наличием новообразованного цемента – крупнопакетного каолинита. Наряду с подновленным растворением остаточными седиментогенными *межзерновыми порами*, широкое развитие получает вторичная пористость – *поверхностная и внутризерновая микропористость и микропористость* в каолиновом цементе. Поры частично или полностью заполнены окисленным нефтяным веществом.

В подконтурной зоне ВНК в *безбитумной подзоне растворения* образование пор также связано с интенсивным растворением обломков и цемента и широким развитием вторичных пор на поверхности и внутри обломков и в каолиновом цементе. Межзерновые поры имеют сложную извилистую конфигурацию, стенки их заливообразно осложнены и микроизвилисты.

В законтурной зоне ВНК (*зона цементации*) поровое пространство полностью уничтожено вторичным кварцевым и кальцитовым цементом или представлено единичными мелкими остаточными порами.

Соотношение мощностей нефтенасыщенной зоны слабого растворения, зоны растворения и цементации в разных коллекторах различное. Оно зависит от высоты ловушки, от объема поступившей нефти, от характера заполнения (однократного или прерывистого парциального, от времени существования и степени сохранности залежи и других факторов).

В случаях неоднократного парциального поступления углеводородов в ловушку происходит миграция водонефтяных контактов вниз – формируются прогрессивные ВНК. При длительном перерыве между поступлениями порций нефти в коллектор водонефтяные контакты перемещаются вверх по пласту – формируются регрессивные ВНК. Как результат смещения водонефтяного контакта изменяется и положение зон разуплотнения и цементации, изменяется картина распределения пустотно-порового пространства. При прогрессивном ВНК зоны растворения расширяются, соответственно возрастает и мощность высокопористых пород; при регрессивном – толщина пород с первичной и вторичной пористостью сокращается за счет заполнения пустот кварцем и кальцитом.

#### Литература

1. Агафонов Г.Д. Электропрофилирование методом переходных процессов для полевой привязки водонефтяных контактов месторождений в Припятском погibe // Литосфера. – 2005. – № 2 (23). – С. 114–118.
2. Лебедев Б.А. Геохимия эпигенетических изменений. – М.: Недра, 1992. – 126 с.
3. Недолишко Н.М. Минеральные индикаторы стадийного и наложенного эпигенеза в песчаниках юго-востока Нюрольской впадины // Нефтегазовому образованию в Сибири – 50 лет: Труды Междунар. конф. – Томск, 2002. – С. 84–90.
4. Перозин Г.Н. Эпигенез терригенных осадочных пород Западно-Сибирской низменности. – М.: Недра, 1971. – 160 с.
5. Сахибгареев Р.С. Вторичные изменения коллекторов в процессе формирования и разрушения нефтяных залежей. – Л.: Недра, 1989. – 260 с.

### ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ КАРБОНАТНЫХ КОЛЛЕКТОРОВ ЗОНЫ СОЧЛЕНЕНИЯ СОЛИКАМСКОЙ ДЕПРЕССИИ И ПЕРЕДОВЫХ СКЛАДОВ УРАЛА

О.А. Мелкишев

Научный руководитель доцент В.И. Дурникин

Пермский государственный технический университет, г. Пермь, Россия

Территория Пермского края относится к старым нефтегазоносным провинциям с высоко-изученными территориями, поэтому вопрос о дальнейших направлениях геологоразведочных работ стоит достаточно остро. Наибольший интерес в отношении нефтегазоносности связан с районами, слабо охваченными поисковыми работами (Западный склон Урала – ЗСУ) или там, где разведка и разработка месторождений осложнены совместным использованием природных ресурсов (Соликамская депрессия – СолД). Прогнозирование сложных коллекторов, широко развитых в этих районах, может привести к приросту ресурсов нефти и газа.

В региональном отношении данные территории имеют благоприятные предпосылки к сохранению УВ, поскольку развитие аллохтонов приводит к большей сохранности УВ в автохтонной части, а наличие эвапоритовых толщ (СолД) препятствует миграции УВ к поверхности. Основными нефтеносными породами являются карбонаты, со сложным фильтрационно-емкостным пространством, обусловленным трещиноватостью и каверноз-

ностью. Нефтеносными комплексами являются: фаменско-турнейский карбонатный (86% от количества промышленных скоплений или 96% запасов, для всего Предуральяского прогиба [5]), бобриковско-гульский терригенный и башкирский глинисто-карбонатный.

На территории СолД месторождения УВ приурочены, в основном, к погребенным, франко-фаменскими рифовым постройкам, а так же к структурами их облекания (Гежское, Озерное, Маговское, Юрчукское, Уньвинское, Сибирское и др.). Коллекторами являются органогенные известняки, вертикально неоднородные, часто доломитизированные, окремнённые, трещиноватые, кавернозные. Органогенные постройки обладают как первичным емкостным пространством, так и вторичным, связанным с процессами перекристаллизации, трещинообразования, доломитизации и кавернообразования.

Кавернозность карбонатных пород зависит от динамики флюидов, их физико-химических свойств и общаемости полостей (сообщающиеся поры, открытая трещиноватость). Воды насыщенные  $\text{CO}_2$  обладают большей растворяющей способностью. Гидрокарбонатные воды способствуют более интенсивному растворению карбонатов кальция (причем арагонит растворяется легче, чем кальцит), а сульфатные воды активнее растворяют доломит. Поэтому для ископаемых построек характерны, широкие изменения коллекторских свойств. Так для Сибирского месторождения (СолД) в органогенных известняках ( $D_{3f}-C_{1t}$ ) пористость изменяется от 1,3 до 19%, а проницаемость от  $0,03 \cdot 10^{-3}$  мкм<sup>2</sup> – для плотных разностей, до 0,148 мкм<sup>2</sup> – для кавернозных [2], для башкирских водорослевых известняках (пласт Бш) пористость достигает 20%, а проницаемость – 0,600 мкм<sup>2</sup> [3]. В сводовой части для верхнедевонских рифов и в башкирских отложениях, наблюдается увеличение трещиноватости и кавернозности.

На территории передовых складок Урала (ПСУ) получили развитие надвиги и пликативные структуры субмеридионального простирания (в том числе и принадлежковые антиклинали). В ее западной части открыты Ветосское, Сурсайское, Исаневское, и др. месторождения, где притоки нефти и газа получены из низкопористых трещиноватых коллекторов. На Ветосском месторождении основные притоки получены из карбонатов серпуховского и башкирского ярусов, на Сурсайском – из глинисто-терригенных пород франского и карбонатов башкирского ярусов, а на Исаневском – в верхнедевонско-турнейских карбонатных отложениях.

Трещиноватые породы, в соответствии с классификации ВНИГРИ [1], могут быть образованы генетически различными напряжениями.

*Диagenетические трещины* образуются в осадке за счет уплотнения, дегидратации и различных постседиментационных процессов и почти всегда заполнены сингенетическим минеральным веществом.

*Общие трещины (фоновые)* имеют катагенетическо-тектоническое происхождение. Они образуются уже в литифицированной породе, при изменении объема пласта, под влиянием нагрузки вышележащих толщ. Трещины перпендикулярны слоистости в жестких породах, а в пластичных – наклонны к ней. Их протяженность ограничена пределами слоя, а плотность зависит от мощности слоя и его литологии. Общие трещины определяют ориентировку тектонических трещин и крупных разрывных нарушений, при совпадающих или близких к ним направлениям напряжений.

*Трещины разгрузки* образуются в результате изменения геостатического давления, вызванного подъемом пород. Порода, находящаяся на глубине в состоянии всестороннего сжатия, при частичной разгрузке может растрескаться по направлениям, обусловленным анизотропией физических свойств геологического тела.

*Соскладчатые трещины* сопровождают пластические деформации. Они возникают на участках структуры, находящихся в напряженном состоянии (перегиб слоев, своды, периклинали, крылья). Их интенсивность определяется величиной и характером деформации, механическими свойствами пород. Ориентировка обусловлена направлением действующих на породу сил.

*Оперяющие или опережающие разломы-трещины* имеют локальное развитие и линейно вытянутый ареал распространения. Их ориентировка связана с направлением тектонических напряжений, а интенсивность с физическими свойствами горных пород и механизмом разрыва.

Трещины, возникшие под воздействием тектонических напряжений (катагенетическо-тектонические, трещины разгрузки и тектонические), обладают большей протяженностью по сравнению с литогенетическими.

По массовым замерам трещиноватости пород зоны ПСУ (Губахинско-Кизеловского района), и построенным роз-диаграммам в стереографических проекциях Вульфа [4], были установлены преобладающие направления трещиноватости: Ю–ЮЗ  $180-210^0$ , В–ЮВ  $90-120^0$ , ЮВ–Ю  $150-180^0$ , СВ  $10-50^0$  с преобладающими значениями углов падения  $60-90^0$ . Поверхностная плотность превышает  $10-25 \text{ м}^{-1}$ . Наиболее трещиноватыми являются мелкозернистые разности карбонатных пород с пористостью менее 1–3%. Отсутствие единой ориентировки трещин, свидетельствует о нескольких сменах фаз трещинообразования. В ходе исследования [4] установлено совпадение ориентировки главных векторов трещиноватости ПСУ с движением восточной окраины Евро-Азиатской плиты. По палеогеографическим и палинспастическим реконструкциям известно, что решающее влияние на формирование потенциальных ловушек УВ оказали структурные планы фамен-турнейского времени. В это время, в тектонически активных зонах сопряжения поднятий и впадин Камско-Кинельской системы прогибов, происходил рост рифов (сводовой и бортовой тип разрезов), с которыми связаны большинство месторождений СолД (как в самих рифовых телах, так и в структурах облекания). Для ПСУ наблюдается унаследованность в развитии верхнекаменноугольно-ассельских рифов в зоне их сочленения с СолД.

Тектоническая активность зоны Урала в мезозое и кайнозое (в том числе и в неогене), оказывает неоднозначное влияние на фильтрационно-емкостные свойства осадочного комплекса. С одной стороны, расширяет количество пород коллекторов, за счет трещиноватости низкопористых разностей, а с другой – снижает экранирующие свойства покрышек, способствуя миграции УВ вверх по подошве аллохтона. В то же время, в положительных структурах поднадвиговых частей, могут формироваться тектонически экранированные ловушки.

Наибольший интерес как в Соликамской депрессии, так и на территории передовых складок Урала представляют рифовые постройки и структуры их облекания, где широко развита кавернозность. Общим для данных территорий является развитие сложнопостроенных коллекторов, фильтрационно-емкостные свойства которых определяются трещиноватостью и кавернозностью. Выявление коллекторов со сложным фильтрационно-емкостным пространством все чаще становятся предметом исследований, в связи с сокращением фонда структур (с простым поровым пространством) и совершенствованием геофизических методов поисков и разведки.

#### Литература

1. Белоновская Л.Г. Трещиноватость горных пород и разработанные во ВНИГРИ основы поисков трещинных коллекторов нефти и газа // Нефтегазовая геология. Теория и практика. – №1 – 2006. – С. 44–48.
2. Денк С.О. Перспективы нефтегазодобычи. «Нетипичные» продуктивные объекты, нетрадиционные источники углеводородного сырья, интенсивные геотехнологии. – Пермь: Электронные издательские системы, 2006. – 405 с.
3. Митрофанов В.П. Особенности фильтрационно-емкостных свойств карбонатных коллекторов Соликамской депрессии. – М.: ОАО «ВНИИОЭНГ», 2002. – 116 с.
4. Сиротенко Л.В., Дурников В.И. Трещиноватость пород палеозоя передовых складок Урала // Состояние и перспективы нефтегазового потенциала Пермского края и прилегающих территорий: Мат. науч. практ. конф. КамНИИКИГС.: – Пермь, 2007. – С. 175–181.
5. Сиротенко О.И., Дурников В.И., Сиротенко Л.В. Возможности прироста ресурсов нефти и газа в Предуральском прогибе и на западном склоне Урала // Состояние и перспективы нефтегазового потенциала Пермского края и прилегающих территорий: Мат. науч. практ. конф. КамНИИКИГС.: – Пермь, 2007. – С. 95–101.

### РОЛЬ ИЗУЧЕНИЯ НЕФТЕГАЗОМАТЕРИНСКИХ СВИТ ТРИАСОВЫХ ПРОГИБОВ В ФОРМИРОВАНИИ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ СЕВЕРА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

К.А. Мещеряков

Научный руководитель профессор Т.В. Карасева  
Пермский государственный университет, г. Пермь, Россия

Триасовый период охватил отрезок геологического времени от 251,0 до 199,6 млн. лет (шкала МСК 2004 год) назад. В целом для этого периода характерна величайшая регрессия моря, которая именно в этот отрезок геологического времени проявилась наиболее интенсивно за всю историю земной коры. В это время активизировались горообразовательные и вулканические процессы. Конец палеозойской эры ознаменовался «великим вымиранием» живых организмов. Жаркий засушливый климат триаса привел к широкому распространению пустынь, растительный покров почти исчез с обширных пространств суши.

Интересно, что же это был за отрезок геологического времени, на который пришлось с одной стороны катастрофическое вымирание живых организмов, в том числе играющих главные роли для генерации углеводородов, а с другой – интенсивные орогенез и вулканизм привели к тому, что отложения триаса преимущественно накапливались в грабенах и прогибах?

Распределение нефти и газа по геохронологической шкале зависит от палеогеографических и тектонических условий, существовавших в то или иное время в пределах какого-то конкретного элемента земной коры. В зависимости от глубины разведанности территорий картина может изменяться. Так, в начале XX века, первое место занимали кайнозойские отложения, а в конце века картина изменилась – были разведаны более глубокие горизонты и, соответственно, залежи в более древних горизонтах.

Следует заметить, что недостаточная разведанность отдельных комплексов (в частности триаса), возможно, искажает реальную картину (рис.) [1]. Безусловно, проведение дополнительных работ и сверхглубокого бурения на севере Западной Сибири в XXI веке могут в некоторой степени так же повлиять на общую картину.

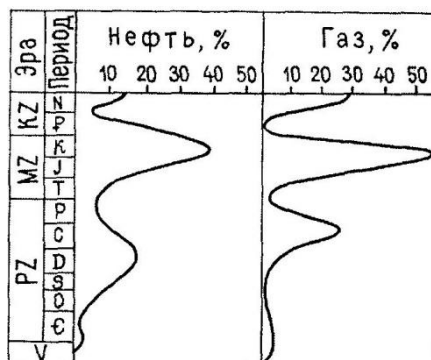


Рис. Распределение нефтегазоносности по стратиграфическому разрезу (по О.К. Баженовой, 2004 г.)

Особенность триасового периода на территории Западной Сибири в том, что закончился геосинклинальный цикл тектогенеза и широко проявилось рифтообразование, на севере геосинеклизы начал формироваться платформенный чехол. Триасовые образования в Западной Сибири чаще всего выполняют крупные грабены [3].

Триасовая система Западной Сибири сформировалась в два главных этапа: первый (инд, оленек, анизий) – вулканогенно-осадочный, второй (ладин, карний, норий, рэт) – терригенный. В первом случае это была высокогорная вулканическая страна, разбитая рифтовыми долинами, с многочисленными вулканическими аппаратами различного типа, с аридным, семиаридным жарким климатом с разнообразными ландшафтами, примыкавшая к окраинным морям Пацифики; во втором – территория с угасшим вулканизмом, сглаженным рельефом, теплым гумидным климатом, обильной наземной растительностью, с нормальным латеральным рядом фаций от предгорных аллювиальных до нормальных морских [4].

Проведенное в последние годы глубокое и сверхглубокое бурение на севере Западной Сибири позволило выявить более широкое, чем ранее предполагалось, распространение на большой глубине (ниже 3,5–4 км) триасовых осадочных образований значительной мощности.

Триасовые прогибы (грабены) вскрыты Тюменской сверхглубокой, забой 7502 м (Нижнепурский прогиб), Ен-Яхинской сверхглубокой, забой 8250 м (условно назван Ен-Яхинским прогибом) и Ярудейской параметрической 38, забой 5010 м (Ярудейский прогиб) скважинами и представляют интерес с точки зрения изучения нефтегазоносности [2]. В то же время нефтегазоматеринский (НГМ) потенциал этих отложений практически не учитывается при прогнозе нефтегазоносности.

Выделение нефтегазоматеринских пород и свит в разрезе Ярудейской скважины (табл.) проводилось на основе следующих ведущих диагностических признаков: литолого-фациальные особенности пород (относительная однородность терригенных толщ, доля глинистых пород не менее 35%, геохимические фации преимущественно восстановительные), комплекс литолого-геохимических данных (тип и содержание органического вещества (ОВ), плотность которого в нефтегазоматеринской свите должна быть более 1млн т/км<sup>2</sup>, присутствие автохтонных и параавтохтонных битумоидов и др.).

Таблица

Характеристика нефтегазоматеринских свит триасовых прогибов

Параметры НГМ свиты	Нижнепурский прогиб	Ен-Яхинский прогиб	Ярудейский прогиб
Геологический возраст	T <sub>2+3</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>
Глубина, м: кровля	6012	6260	3834
подошва	6191	6504	4075
Литологический состав	аргиллиты, глинистые алевролиты, глинистые песчаники	углистые аргиллиты, глинистые алевролиты, песчаники	глинистые алевролиты, песчаники с прослоями углистых аргиллитов
Степень катагенеза ОВ пород	AK <sub>1</sub> -AK <sub>2</sub>	AK <sub>3</sub>	MK <sub>2</sub>
Доминирующий тип ОВ	гумусовый	гумусовый	гумусовый
Мощность НГМ пород в свите, м	102 (51%)	180 (74%)	162 (70%)
C <sub>орг ср</sub> , %	1,75	1,04	1,8
Плотность содержания C <sub>орг</sub> , млн т/км <sup>2</sup>	4,02	4,31	6,71

Ранее [2] в триасовых отложениях, вскрытых сверхглубокими скважинами Тюменской (СГ-6) и Ен-Яхинской (СГ-7) на глубинах более 6 км, также были выявлены нефтегазоматеринские свиты. Хотя все три рассматриваемые скважины пробурены в разных структурно-геологических условиях, они имеют общее сходство в том, что вскрыли триасовые разрезы большей мощности, чем предполагалось.

По геохимическим параметрам обращает на себя внимание обедненность осадочных триасовых пород Ен-Яхинской и Тюменской скважин битумоидами по сравнению с Ярудейской скважиной при сходном гумусовом типе органического вещества и распределении содержаний C<sub>орг</sub>. Нефтегазоматеринские свиты в разрезе Тюменской и Ен-Яхинской скважин испытали значительно более жесткие катагенетические преобразования – до АК<sub>2</sub>.

Если в Ярудейском прогибе относительно невысокий катагенез (МК<sub>2</sub>) обеспечивает развитие только процессов нефтеобразования, то в Ен-Яхинском и Нижнепурском прогибах нефтегазоматеринские свиты почти полностью реализовали нефтяной потенциал и активно участвовали в процессах газообразования. При этом, в первом случае, прогиб развит в основном в нефтеносном районе по вышележащим горизонтам, во втором – в газоносном. Такое совпадение указывает на возможное влияние выделенных нефтегазоматеринских свит на формирование залежей в вышележащих горизонтах вследствие вертикальной миграции углеводородов.

Таким образом, в глубоких триасовых отложениях севера Западной Сибири выявлены зоны генерации углеводородов разного фазового состояния. Детальное изучение зон генераций в триасе будет способствовать

более объективному пониманию процессов формирования нефтегазоносности, в том числе образования гигантских месторождений углеводородов.

Необходимо отметить следующий факт – чем глубже исследователи Западной Сибири постигают доюрские образования, тем чаще ставится вопрос о гораздо большей мощности триасовых отложений, чем ранее предполагалось. Безусловно, длительная эпоха триасового периода сыграла определенную роль в формировании месторождений углеводородов в мезозое.

Решение данного вопроса является актуальным не только для изучения условий генерации, миграции, аккумуляции углеводородов и закономерностей изменения физических свойств в условиях высоких давлений и температур, а также для получения новой информации о геологическом развитии Западно-Сибирской плиты.

#### Литература

1. Баженова О.К., Бурлин Ю.К., Соколов Б.А., Хаин В.Е. Геология нефти и газа. – М.: МГУ, 2004. – 415 с.
2. Белоконь-Карасева Т.В., Горбачев В.И., Башкова С.Е., Беляева Г.Л., Ехлаков Ю.А. Перспективы нефтегазоносности глубокопогруженных отложений севера Западной Сибири по данным сверхглубокого бурения // Геология нефти и газа. – 2006. – № 6. – С. 2–9.
3. Бочкарев В.С. Геодинамика Западной Сибири в триасовом периоде // Горные ведомости. – 2005. – № 3 (10). – С. 4–19.
4. Казаков А.М. Границы основных стратиграфических подразделений триасовой системы Западной Сибири // Триас Западной Сибири. Матер. к страт. совещ. по мезозою Западно-Сибирской плиты: Сб. науч. тр. / под ред. А.М. Казакова. – Новосибирск: СНИИГИМС, 2001. – 226 с.

### ОСОБЕННОСТИ МИКРОЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА НЕФТЕЙ И БИТУМОВ ТАТАРСТАНА

**Н.Р. Минибаев**

Научный руководитель профессор И.Н. Плотникова

*Казанский государственный университет им. В.И. Ульянова-Ленина, г. Казань, Россия*

#### Введение

Как известно, нефть в настоящее время является основой благосостояния России в течение последнего полувека, однако с недавнего прошлого исследователей стала интересовать не только сама нефть, но и содержащиеся в ней микроэлементы.

Интерес к микроэлементам в нефтях может быть обусловлен с 3 основных позиций или направлений:

1. Возможность использования нефтей в качестве нетрадиционного источника металлов.
2. Возможность использования особенностей распределения широкого круга элементов для решения теоретических задач нефтяной геологии и в частности вопросов генезиса углеводородов.
3. Исследование микроэлементов в нефтях для создания базы для разработки мероприятий по защите окружающей среды от высокотоксичных отходов (Cd, Hg, S, Zn и др.) нефтепереработки и дымовых газов тепловых электростанций, работающих на мазуте.

Освещению этих трех комплексных проблем посвящена данная научная работа.

#### Нефть в качестве нетрадиционного источника металлов

До настоящего времени, несмотря на длительную историю изучения металлоносности нефтей, происхождение металлов в нефтях, вопрос об источниках металлов до сих пор не нашел окончательного решения. Существуют несколько точек зрения. Некоторые ученые считают, что нефти наследуют металлы от исходного органического вещества, другие – что извлекает металлы из вмещающих пород в процессе миграции или из вод уже в залежи, третьи – что металлы проникают в нефть на очень больших глубинах.

В настоящее время в природных нефтях уже выявлено около 60 микроэлементов. Среди них В, Cr, Co, Cu, Fe, Mn, Ni, Mo, V, Se и другие. Их содержание варьируется от 1 кг/т до 0,01 г/т нефти.

Но наиболее важными из содержащихся в нефтях микроэлементов с точки зрения промышленного выделения наибольший интерес представляют ванадий и никель, которые находятся в нефтях в составе т.н. металлопорфириновых комплексов.

#### Микроэлементы в нефтях и битумах РТ

Нефти Татарстана в общем характеризуются повышенными концентрациями ванадия и никеля. Данные металлы в основном концентрируются в асфальтенах и битумах.

Суммарные запасы ванадия, содержащегося в нефти 29 месторождений Татарстана, составляют 383,13 тыс. т при производстве в России ванадия 20 тыс. т в год; никеля – 46,43 тыс. т при производстве 235 тыс. т в год.

Нефти Татарстана с позиции микроэлементов (рис.) характеризуются некоторым разбросом микроэлементного состава и содержания, что позволяет рассматривать нефти различных площадей как источники различных редких или рассеянных металлов [3].

Таким образом, предварительные подсчеты содержания микроэлементов в нефтях и битумах Татарстана показывают, что уже в настоящее время представляется возможным использовать нефти и, особенно, битумы РТ в качестве источника ванадия, никеля, рения и др. ценных металлов.

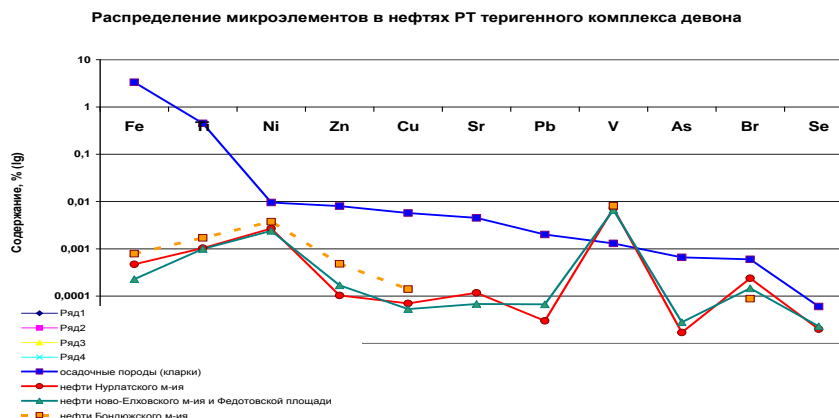
#### Микроэлементы в вопросах генезиса нефти

Микроэлементный состав – важная характеристика нефти. Он несет в себе геолого-геохимическую информацию, указывая, в частности, на примерный возраст нефти, пути и направления ее миграции и скопления.



Так, критерием генетического родства нефтей из разных горизонтов одного многопластового месторождения или одного и того же горизонта разных месторождений принято считать отношение концентраций V/Ni или Ni/V в природных нефтях или битумах.

Геохимически тождественное отношение концентраций V/Ni, т. е. его значение в интервале от 0,1 до 1,0, присуще природным нефтям из верхнего девона Западной Канады, мезозоя Бухаро-Хивинской области, мела Карпат, Предкарпатья и Болгарии, палеогена Предкарпатья. Природные же нефти из отложений мезозоя Мангышлака, нижнего мела Северного Китая, а также плиоцена Апшеронского п-ова и Бакинского архипелага отличаются отношением концентраций V/Ni в пределах от 0,01 до 0,1.



Таким образом, по данным таблицы можно выделить три группы природных нефтей, которые характеризуются тремя разными группами значений V/Ni. Исходя из предположения, что отношение V/Ni определяется генетическим родством природных нефтей, затруднительно объяснить с точки зрения модели органического происхождения нефти, каким образом нефти столь разных месторождений (как, например, Западной Канады, Бухаро-Хивинской области, Карпат), образовавшихся в разные периоды (в девоне, мезозое и меловом периоде соответственно) имеют весьма близкие по значениям однопорядковые отношения концентраций V/Ni.

Это можно объяснить с точки зрения неорганической модели происхождения нефти, когда источником нефти являются очаги глубинного, небиотического нефтегазообразования с присущей только им способностью продуцировать генетически родственные нефти на протяжении почти 500 млн лет (со среднего кембрия по неоген) как при континентальном, так и морском осадконакоплении в Азии, Америке, Европе.

Наряду с ванадием, никелем и редкоземельными элементами, нефти и битумы Татарстана, а особенно асфальтены, обогащены и другими летучими элементами, не характерными для осадочного чехла. К ним относятся ртуть, селен, рений, вольфрам. Уровень накопления и качественная характеристика распределения металлов в битуме позволяют сделать вывод, твердые и вязкие битумы нельзя рассматривать в качестве продуктов перетока или разрушения нефтей, так как нет видимого процесса столь избирательного обогащения.

Таким образом, установленный критерий генетического родства – отношение V/Ni, распределение редкоземельных элементов в нефтях, а также содержание в нефтях элементов As, U, Sb и др., характеризующихся глубинным генезисом, свидетельствует о глубинном, мантийном происхождении нефти. Что подтверждает исключительную роль микроэлементов в нефтях для решения фундаментальных вопросов происхождения, образования, миграции и дифференциации нефти [1, 2].

#### Содержание микроэлементов в нефтях с точки зрения экологии и технического производства

Задача очищения нефтей от примесей, которыми являются микроэлементы, стоит в одном ряду и тесно взаимосвязана с промышленным извлечением микроэлементов, главным образом, рассеянных и редких металлов, из нефтей. Микроэлементы, содержащиеся в нефти, могут оказывать значительное влияние на технологические процессы переработки нефти, вызывая отравление катализаторов, коррозию оборудования и попадая в значительных количествах в получаемые нефтепродукты. При сжигании мазутов в ТЭЦ образующийся оксид ванадия, который имеет I класс опасности и является токсически опасным веществом, сильно корродирует топливную аппаратуру и отравляет окружающую среду. Таким образом, проблема очистки нефтей имеет большую актуальность для экологии и технического производства.

#### Выводы

В последнее десятилетие вновь намечается интерес к исследованиям микроэлементного состава нефтей. Это обусловлено, на мой взгляд, несколькими обстоятельствами. Во-первых, усилением работ по изучению возможностей использования нефтей в качестве источника металлов, главным образом, ванадия и никеля. Во-вторых, экологическими причинами, связанными с обогащением нефтей летучими токсичными элементами, такими, как Hg, Se, As и др. В-третьих, попытками использования особенностей распределения широкого круга элементов для решения фундаментальных задач нефтяной геологии и в частности вопросов происхождения нефти.

При изучении состава и содержания микроэлементов в нефтях Республики Татарстан мной было установлено, что при существующих мировой конъюнктуре и концентрациях ванадия, никеля, а также рения в нефтях и битумах Татарстана возможна их промышленная добыча. Были подсчитаны приблизительные запасы данных металлов в нефтях и битумах Татарстана. Также была показана возможность использования битумов Татарстана в качестве источников рут依дия, вольфрама, урана и тория, построены диаграммы распределения микроэлементов для Татарстана в целом.

По моему мнению, задача очищения нефтей от примесей, которыми являются микроэлементы, стоит в одном ряду и тесно взаимосвязана с промышленным извлечением микроэлементов. Она требует комплексного изучения для наиболее рациональной очистки и переработки микроэлементов в нефтях. Данная задача также весьма актуальна в связи с увеличивающимся загрязнением окружающей среды, в том числе и из-за сжигания мазута.

#### Литература

1. Готтих Р.П., Писоцкий Б.И. Лантаноиды, актиноиды и минеральные ассоциации в битумах Сибирской платформы. // Доклады академии наук. – 2005.: – Т. 404. – №6. – С. 806–813.
2. Готтих Р.П., Писоцкий Б.И., Журавлев Д.З. Геохимические особенности пород, битумов и нефтей некоторых нефтегазоносных провинций: изотопные соотношения Nd и Sr. // Доклады академии наук, 2000. – Т. 375. – № 6. – С. 85–88.
3. Ситникова Г.Ю., Давыдова С.Л. Микроэлементы в нефтях и некоторые вопросы экологии // Нефтехимия. 1992. – Т. 32. – № 5. – С. 387–397.

### ПЕРСПЕКТИВЫ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ МЕСТОСКОПЛЕНИЙ НЕФТИ И ГАЗА БЕЛЬСКОЙ ВПАДИНЫ ПРЕДУРАЛЬСКОГО ПРОГИБА

**А.Г. Милияхметова**

Научный руководитель профессор С.К. Мустафин  
*Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия*

Бельская впадина расположена на юго–восточной окраине Восточно–Европейской платформы, на восточном фланге Волго–Уральской нефтегазоносной провинции и является одним из основных структурных элементов, находящихся в составе Предуральского краевого прогиба. В пределах Бельской впадины в настоящее время выделяется два класса местоскоплений: структурный и рифовый. Согласно классификации А. А. Бакирова под местоскоплением углеводородов понимается совокупность единичных залежей, приуроченных к одной или нескольким естественным ловушкам, расположенным на одной локальной площади [2]. Местоскопления структурного класса подразделены на четыре группы:

I группа – местоскопления белоглинского типа;

II группа – местоскопления карлинского типа;

III группа – местоскопления кинзебулатовского типа;

IV группа – местоскопления архангельского типа.

Местоскопления, приуроченные к антиклинальным структурам, сформировавшимся в зонах поперечных разломов, выделены в белоглинский тип. Ловушками этой группы местоскоплений служат антиклинальные структуры, расположенные на опущенных и приподнятых крыльях поперечных глубинных разломов, вдоль которых происходило перемещение блоков. Местоскопление этой группы приурочено, в основном, к внешнему платформенному борту Бельской впадины и прилегающей части Восточно-Европейской платформы. К данной группе относится Белоглинское нефтяное, Оренбургское, Копанское, Бердянское газоконденсатно-нефтяные и другие местоскопления. Промышленная нефтегазоносность установлена в отложениях среднего девона, среднего карбона, нижней перми. Залежи относятся к пластово-сводовому и тектонически экранированному типам [3].

Карлинский тип местоскоплений приурочен к линейным структурам, западные более крутые крылья которых осложнены взбросо-надвигами, наклоненными на восток. Название этот тип получил по одноименному первому местоскоплению нефти, открытому в 1941 году в осевой зоне Бельской впадины. Большинство месторождений центральной зоны и восточного борта относятся к этому типу. Табынское нефтяное месторождение приурочено к Табынско-Бакракской зоне антиклинальных складок, осложняющей осевую часть Бельской впадины. Табынская структура по кровле турнейского яруса представляет собой асимметричную антиклинальную складку субмеридионального простирания с относительно пологим восточным крылом (угол падения слоев 18°) и крутым западным (наклон 39°). Промышленная нефтеносность Табынского месторождения связана с карбонатными коллекторами турнейского, фаменского, франского и живетского ярусов. Все залежи массивного типа с этажом нефтеносности более – 100 м. Коллекторские свойства продуктивной толщи в целом характеризуются преобладанием трещинной пустотности, которая по изучению больших шлифов изменяется в диапазоне от 0,04 до 0,4% [1]. Наиболее характерными также являются Волостновское и Саратовское местоскопления. Промышленная нефтегазоносность связана, в основном, с трещиноватыми отложениями кунгурского, артинского ярусов нижней перми, верхнего и среднего отделов каменноугольной системы.

Кинзебулатовский тип месторождений в Бельской впадине имеет более ограниченное развитие, чем карлинский. Он приурочен к линейным структурам, у которых восточные более крутые крылья осложнены разломами типа подвигов. Местоскопления этого типа приурочены к западному приподнятому крылу Кинзебулатовского поддвига. К этому типу относится Кинзебулатовское нефтяное месторождение приуроченное к узкой

брахиантиклинальной складке меридионального простирания, протяженностью 9 км. Складка сложена породами палеозоя, девона, карбона и перми. При этом слои артинского яруса, образующие свод складки, несогласно перекрыты отложениями кунгурского яруса и уфимской свиты, скрывающими глубинное строение структуры. По глубоким разведочным скважинам установлено наличие взброса, по которому свод и западное крыло складки приподняты и несколько надвинуты на восточное крыло. Нефтяная залежь связана с трещиноватыми мергелями и известняками артинского яруса. Трещиноватость неравномерная в разных направлениях, но преобладает вертикальная. Нефтяной коллектор представляет систему трещин, а сама порода нефтью не насыщена, поэтому емкость коллектора ограничена. Нефть занимает верхнюю часть свода складки, насыщая трещинную зону, и снизу подпирается водой. Высота залежи – от 200–220 м [1]. Наиболее характерными также являются Буруновское, Цветаевское, Салиховское. Продуктивными в пределах этих местоскоплений являются трещиноватые терригенно-карбонатные отложения нижней перми и верхнего карбона.

Архангельский тип местоскоплений в пределах Бельской впадины изучен недостаточно. Он приурочен к поднадвиговому типу структур, образовавшемуся в результате деформации спущенных крыльев взбросо-надвигов. К данному типу относятся Тейрукское местоскопление, а также местоскопления приуроченные к надвиговым частям Табынской и Архангельской антиклиналей. Промышленно нефтегазоносны терригенные отложения артинского яруса и карбонатные породы среднего карбона [3].

Местоскопления нефти и газа рифогенных образований Бельской впадины подразделяются на две группы:

1. Группа местоскоплений одиночных рифогенных массивов (столяровский тип).
2. Группа местоскоплений, приуроченных к связкам (ассоциациям) рифовых массивов (ишимбайский тип).

Ловушками при формировании местоскоплений рифового класса являлись рифовые массивы, развитые вдоль западного борта Бельской впадины. Образование их происходило в ассельское, сакмарское и артинское время в зоне перикратонного шва фундамента, отделившего Бельскую впадину от Восточно-Европейской платформы. Восточное крыло этого шва опускалось более интенсивно, нежели западное, что в конечном итоге и определило условия возникновения барьерных рифов. Промышленная нефтегазоносность связана с пористыми известняками и губчатыми доломитами, распространенными в теле рифовых массивов крайне неравномерно. Кроме того, установлены и трещинные коллекторы особенно в тех рифах, которые расположены в зонах субширотных разломов. Местоскопления рифовых массивов в Бельской впадине подразделяются на одиночные и групповые. В основном преобладают одиночные, такие как: Лемезинское, Столяровское, Тереклинское. Меньшим распространением пользуются связки

(ассоциации) рифовых массивов. К ним относятся Ишимбайское, Старо-Казанское, Кумертауское, Маячное [2]. Рассмотрим наиболее крупные из них: Лемезинское и Ишимбайское нефтяные месторождения.

Лемезинское нефтяное месторождение приурочено к небольшому рифу сакмаро-артинского возраста. Нефтеносны известняки рифа с водонефтяным контактом – 504 м.

Ишимбайское нефтяное месторождение приурочено к большому рифовому образованию нижнепермского возраста (артинский и ассельский ярусы). Ишимбайский рифовый массив представляет собой связку рифов, соединенных узкими перешейками в единую крупную систему. Коллекторами нефти являются известняки, характеристика которых отличается значительной пестротой. Значительная часть рифового тела представлена плотными непроницаемыми породами. Характерно постепенное ухудшение пористости к краевым и сводовым частям рифов. На всех массивах рифы полностью нефтенасыщены [1].

Вывод: выделено два класса местоскоплений – структурный и рифовый. Структурный класс состоит из четырех типов: карлинского, кизебулатовского, архангельского и белоглинского. В рифовом классе выделено два типа местоскоплений: столяровский, приуроченный к одоночным рифам, и ишимбайский, приуроченный к связкам рифов.

#### Литература

1. 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. – С. 293–303.
2. Бакиров А.А. Принципы нефтегеологического районирования в связи с прогнозированием нефтегазоносности недр. – М.: Недра, 1976. – С. 16–52.
3. Лозин Е.В. Зоны нефтегазоаккумуляции палеозоя Башкортостана. – Уфа: Башкирская Энциклопедия, 2000. – С. 110–115.

### ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ ЮЖНО-КОНШОНСКОГО БАССЕЙНА (ШЕЛЬФ ВЬЕТНАМА)

Нгуен Хью Бинь

Научный руководитель доцент Т.А. Гайдукова

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

Южно-Коншонский бассейн является частью шельфа Южного шельфа Вьетнама, которая находится в Индосинийской-Зондской межматериковой переходной области. Он имеет большую площадь (около 100.000 км<sup>2</sup>) и глубина моря здесь колеблется от 50 м в западной части бассейна до 200 м в восточной. В Северо-Западе Южно-Коншонская впадина отделена от Меконгской впадины Коншонским поднятием.

Геологический разрез Южно-Коншонского бассейна, вскрытый скважинами представлен докайнозойскими породами фундамента и преимущественно терригенными породами осадочного чехла.

**Докайнозойский фундамент** залегает на глубине от 2622 м до 4005 м и возможно глубже, сложен преимущественно кислыми магматическими породами верхней юры – нижнего мела.

**Осадочный чехол** представляет терригенными свитам с возрастом до олигоцена.

**Свита Кау (P<sub>3c</sub>)**. Осадочные отложения свиты Кау непосредственно и несогласно залегают на поверхности до-третичного фундамента, представлены серыми песчаниками и алевролитами с горизонтами аргилитов мощностью до 100 м. Аргилиты сложены гидрослюдами (50-55%), каолинитом (30-40%) и смешанослойными образованиями (5-10%). Осадочные породы свиты Кау формировались преимущественно в континентальной обстановке и представлены речными, озерно-болотными и лагунными фациями. По данным сейсморазведки в депрессиях мощность свиты может достигат 6 км.

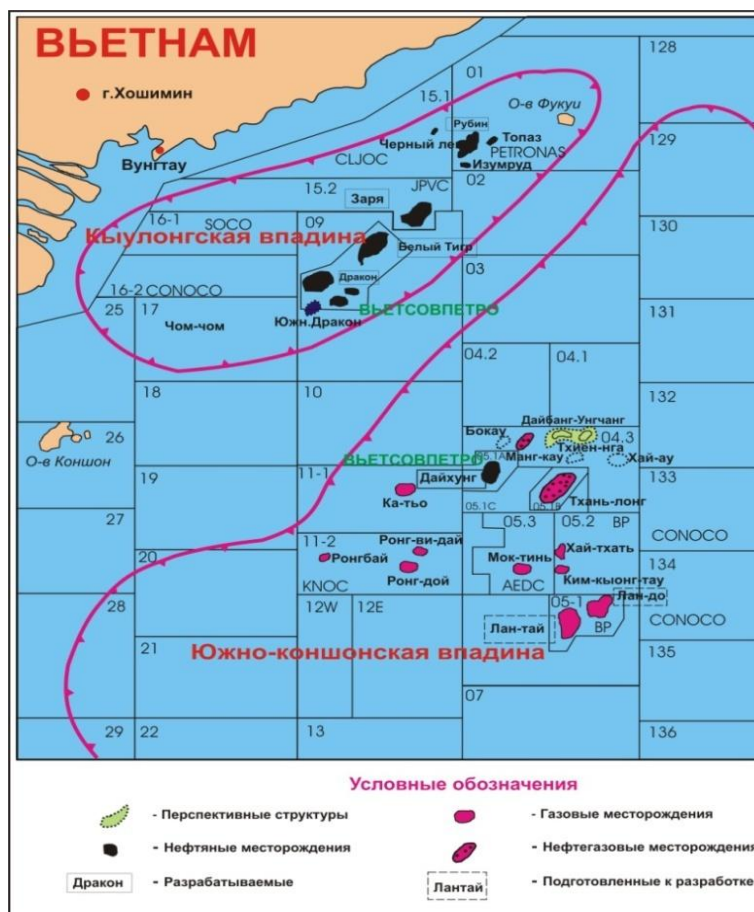


Рис.1 Схема расположения месторождений на шельфе Вьетнама

По данным анализа керна, пористость песчаных коллекторов в разрезе олигоцена, в основном, ниже 12%. Водонасыщенность изменяется от 35 до 60%, средняя – 50%. Результаты построение взаимосвязи между пористостью, определяемой по материалам ГИС и глубиной в разрезе месторождения Тхань Лонг показывают, что пористость уменьшает свое значение с увеличением глубины. Однако, по моему мнению, в разрезе до 4300м, возможно еще существуют нефтеносные залежи с пористостью 10%. Это мнение может быть объяснено наличием зон АВПД в районах блоков 04, 05, и в следствии чего, пористость коллекторов сохранилась даже на больших глубинах их залегания.

По результатам бурения скв. 05-TL-2X. при проходке в разрезе свиты Кау были отмечены повышенное содержание газопровлечения и конденсата.

**Свита Зыя (N<sub>1</sub><sup>1</sup>).** Отложения свиты Зыя несогласно залегают на кровле свиты Кау. Они вскрыты почти во всех скважинах. По данным бурения скважин, отложения свиты Зыя, представлены чередующимися между собой песчаниками, алевролитами и аргиллитами. Иногда встречаются локальные и тонкие карбонатные или доломитовые прослои. Песчаники имеют светло-белые, иногда желтый, коричневый цвет. Они представлены полупрозрачными, мелко-зернистыми, хорошо-окатанными зернами с глинистым или карбонатным цементом. Глинистые породы имеют темно-серый цвет, мягкие с хорошо-окатанными зернами. Доломиты крепкие, кристаллизированные, мелкозернистые коричнево-желтого цвета. Согласно материалам пробуренных скважин, толщина свиты зыя варьируется в пределах от 90м до 500м. Породы свиты Зыя характеризованы фациями прибрежных равнин, дельт и прибрежно-морского мелководья. Нефтенасыщенные залежи в отложениях свиты Зыя от-

крывались при испытании пластов на трубах скважины 05-TL-2X структуры Тхань Лонг. Также в скважине 4А-1х (структура Мангкау) был получен приток нефти с дебитом 70 бар/сут.

По данным петрофизического анализа керн пористость песчаных коллекторов варьируется в пределах от 13 до 20%, в среднем 15%, а водонасыщенность в среднем 50%.

**Свита Тхонг – Манг Кау ( $N_1^2$ ).** Отложения свиты Тхонг – Манг Кау несогласно залегают на кровле свиты Зуа. Толщина свиты Тхонг-Манг Кау изменяется в широких пределах от 175м до 1252 м, разделены на 2 части. В верхней части, породы представлены, в основном, песчаниками от мелкого до среднего размера зерна с чередующимися пропластками глин, иногда встречаются тонкие карбонатные или доломитовые прослои. В нижней части разреза, породы представлены, в основном, толстыми карбонатными пластами серо-белого, зелено-серого цвета с частичными пропластками песчаников, алевролита-аргиллитов, иногда доломитов. Породы данной свиты отлагались в условиях мелководного моря. Пористость песчаных пород-коллекторов в разрезе среднего миоцена варьируется в пределах от 15 до 21%, в среднем 18%. В процессе бурения в блоке 12 скважиной 12-B-1х в известняках среднего миоцена (инт. 2301-2304 м) вскрыта газоконденсатная залежь, дебит которой составил 229 бар/сут. конденсата и 350 тыс. м<sup>3</sup>/сут. газа. Также в поднятии Манг Кау (скв. 04-A-1X) было получено газопоявление, а в месторождении Дай Хунг – открыты залежи нефти в карбонатной и песчаной толщах среднего миоцена.

**Свита Нам Коншон ( $N_1^3$ ).** Отложения свиты Нам Кон-Шон несогласно залегают на терригенных отложениях свиты Тхонг-Манг-Кау мощностью до 2,5 км и представлены чередующимися между собой песчанистыми, алевролита-глинистыми породами. Среди них, иногда встречаются карбонатные или известково-глинистые прослои. Они формировались в мелководных и глубоководных морских условиях, характерных для неритовой области шельфа. По результатам анализа керн, коллекторские породы в районе месторождения Дай Хунг обладают очень хорошими фильтрационно-емкостными свойствами (ФЕС). Параметры пористости и проницаемости имеют высокие значения и составляют 25-30% и тысячи мД соответственно. В районах месторождения Тхань Лонг, песчаники обладают немножко хуже ФЕС с максимальным значением параметра пористости 20%, а проницаемости – 200 мД. Во всех скважинах, пробуренных в блоке 04-3, при вскрытии отложений данной свиты отмечались повышенное содержание газопоявления.

**Свита Биен Донг ( $N_2$ -О).** Отложения свиты Биен Донг распространены во всей впадине до современного континентального шельфа. Толщина свиты довольно большая от 900 до 2400м. Разрез свиты Биен Донг разделяется на две основные части. В нижней части, осадочные породы плиоцена представлены, в основном, чередующимися между собой песчанистыми и глинистыми пластами. В верхней части свиты Биен Донг в состав пород входят современные отложения из песчаников, алевролитов с чередующимися пластами глин с множеством следов морских организмов. При испытании скв. TL-2X, методом MDT залежи в отложениях нижнего плиоцена, получена нефть.

Кроме песчаных пород-коллекторов в отложениях от олигоцена до миоцена, также карбонатные толщи представляют хорошим коллектором пористостью от 14 до 22%. Водонасыщенность в карбонатных пачек 30-60%.

В Южной и Восточной части впадины отмечены признаки нефтенасыщенности в породах фундамента и олигоцена, открыты промышленные скопления нефти и газа в разных горизонтах нижнего, среднего и верхнего миоцена. Нефтегенерирующими считаются глинистые породы олигоцена и нижнего миоцена, содержащие от 0,5 до 7,9% органического вещества.

Региональные покрывки представлены толстыми глинистыми пачками плиоцена и нижнего миоцена. Они оценены хорошим качеством для экранирования углеводородов. В пределах месторождения Тхань Лонг, мощность глинистых толщ в разрезе нижнего миоцена составляет до 40 м и они находятся в стабильности развития. Локальными покрывками являются пачки мелкозернистых, глинистых, угольно-глинистых, известково-глинистых пород, алевролитов олигоцена и миоцена, которые залегают чередованно с крупнозернистыми песчанистыми пропластками. Толщина локальных покрывок варьируется в пределах от нескольких метров до сотен метров.

В пределах Южно-Коншонского бассейна обнаружено более 46 антиклинальных и полуантиклинальных структур в палеоген-миоценовых образованиях, которые считаются перспективными для нефтегазопромысловых работ. Здесь открыто около 10 месторождений нефти и газа, некоторые из них сейчас разрабатываются.

#### Литература

1. В.В.Поселов, О.А.Шнип Геологическое строение и нефтегазоносность Зондского шельфа.//Геология нефти и газа – 1997. -№8. – С.32-37.
2. Vietsovpetro и VPI Оцки перспектив нефтегазоносности блока 04-3 Южно-Коншонского бассейна (Вьетнам) //Ханой 07-2009.
3. Маслов В.В. Геологическое строение, развитие и нефтегазоносность Южно-Коншонской впадины //Дис. Канд.геол.-минерал.наук:Москва, 2005 - 120 с.

## ЗОНАЛЬНЫЙ ПРОГНОЗ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ ЛОВУШЕК, СВЯЗАННЫХ С КАНАЛАМИ ВТОРИЧНОЙ МИГРАЦИИ УГЛЕВОДОРОДОВ ВЕРОЯТНОСТНО-СТАТИСТИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ (ДЛЯ ТЕРРИТОРИИ ПЕРМСКОГО КРАЯ)

М.А. Носов<sup>1</sup>, С.Н. Кривошеков<sup>2</sup>, А.Н. Петров<sup>3</sup>

Научный руководитель профессор В.И. Галкин

<sup>1</sup>ООО «Лукойл-Пермь», г. Пермь, Россия

<sup>2</sup>Пермский государственный технический университет, г. Пермь, Россия

В последнее десятилетие наибольшее число открытых месторождений нефти в Пермском крае приурочено к восточной части Башкирского свода – район Енапаевской, Жуковской и Забродовской площадей. Однако при движении на восток и юго-восток число открываемых залежей в визейском терригенном комплексе сокращается.

Рядом исследователей это объясняется поступлением УВ из зоны генерации – депрессионной части ККСП – в терригенные пласты зарифовой зоны по каналам вторичной миграции (КВМ). Данные каналы являются частью дельтовой речной системы визейского времени, выделенной В.И. и И.В. Пахомовыми [1]. Коллективом ученых под руководством С.И. Ваксмана была разработана методика выделения данных КВМ по результатам проведенных сейсморазведочных и буровых работ. Так же ими были закартированы КВМ по трем пластам: Тл, Бб и Мл и составлена схема совмещенного палеоруслла.

В настоящее время территория юга и юго-востока Пермского края по степени освещенности геологического строения относится к хорошо изученным как геофизическими методами, так и глубоким бурением. Разрез изучаемой территории представлен вендскими, девонскими, каменноугольными, пермскими и четвертичными отложениями. В разрезе прослеживаются все отражающие горизонты характерные для Волго-Уральской провинции. В отношении накопления углеводородов разрез территории является благоприятным, так как в нем прослеживается чередование проницаемых пород и пород флюидоупоров.

Из 7 основных регионально нефтеносных комплексов, выделяемых в палеозойском осадочном чехле Пермского Прикамья, на изучаемой территории промышленно нефтеносны следующие комплексы: девонский терригенный, верхнедевонско-турнейский карбонатный, нижне-средневизейский терригенный, верхневизейско-башкирский карбонатный, верейский терригенно-карбонатный. Потенциально нефтеносным может быть вендский терригенный комплекс (Жуковская площадь).

Таким образом, изучаемая территория обладает хорошим потенциалом для поисков залежей нефти, но в тоже время сложное геологическое строение и небольшие размеры структур служат препятствием открытия новых месторождений, что определяет необходимость особого подхода создания модели площади, служащей основой при проектировании геологоразведочных работ.

С целью определения перспектив нефтегазоносности нами были построены геолого-статистические модели нефтеносности визейского терригенного комплекса с учетом генетических особенностей формирования залежей, выделены информативные критерии прогноза, а так же определены перспективные участки для поиска залежей УВ.

На формирование залежей в пределах изучаемой территории оказывают влияние множество показателей. Для составления модели нефтеносности изучено 99 бывших в бурении структур, из которых 58 имеют промышленную нефтеносность в визейском терригенном комплексе, а 41 не имеют. Для каждой структуры были определены следующие параметры:

- расстояния от центра структуры до ближайшей границы выделенных палеорусел (Тл, Бб, Мл, совмещенное);
- абсолютные отметки кровли и мощности тульских, бобриковских и малиновских отложений;
- параметры, отвечающие за влияние Камско-Кинельской системы прогибов: расстояние от центра структуры до середины осевой части ККСП, угол между длинной осью структуры и средней линии осевой части ККСП;
- параметры, отвечающие за влияние линейно-мобильных зон (ЛМЗ): расстояние до границы ближайшей ЛМЗ, угол между длинной осью структуры и ближайшей границей ЛМЗ;
- параметр, учитывающий влияние геохимических аномалий, выявленных структурными скважинами в нижнепермских отложениях – расстояние от центра структуры до ближайшей аномалии;
- параметр, учитывающий влияние неотектонических движений – коэффициент неотектонической активности. Данный коэффициент обоснован в работе.

Все характеристики были проанализированы с помощью t-критерия Стьюдента, показатели со значимым критерием Стьюдента были отобраны для дальнейшего исследования. При помощи последовательно дискриминантного анализа и пошагового регрессионного анализа было построено уравнение вероятности нефтеносности комплекса, а также раздельно тульских, бобриковских и малиновских отложений:

$$P_{\text{компл}} = 0,1214 - 0,0799L_{\text{тр_совм}} + 0,0061L_{\text{тха}} + 0,0579K_{\text{на}} + 0,0144L_{\text{ЛМЗ}}, R=0,81, F_p > F_T;$$

$$P_{\text{Тл}} = 0,2546 - 0,0158L_{\text{тр_Тл}} + 0,0343K_{\text{на}} + 0,0006L_{\text{тха}}, R=0,85, F_p > F_T;$$

$$P_{\text{Бб}} = 0,3109 - 0,0118L_{\text{тр_Бб}} + 0,0252K_{\text{на}} + 0,0028L_{\text{тха}}, R=0,91, F_p > F_T;$$

$$P_{\text{Мл}} = 0,204 - 0,0519L_{\text{тр_Мл}} + 0,0429K_{\text{на}}, R=0,79, F_p > F_T,$$

где:

P – вероятность нефтеносности, д.ед;

$L_{тр\ совм}$ ,  $L_{тр\ Тл}$ ,  $L_{тр\ Бб}$ ,  $L_{тр\ Мл}$  – расстояние от центра структуры до ближайшей границы соответственно совмещенного, тульского, бобриковского и малиновского палеорула, км;

$L_{Тха}$  – расстояние от центра структуры до ближайшей геохимической аномалии, км;

$K_{на}$  – коэффициент неотектонической активности, усл. ед.

$L_{ЛМЗ}$  – расстояние от центра структуры до ближайшей границы ЛМЗ, км.

Для всех уравнений среднее значение вероятности для нефтяных структур больше 0,5, для пустых – меньше 0,5.

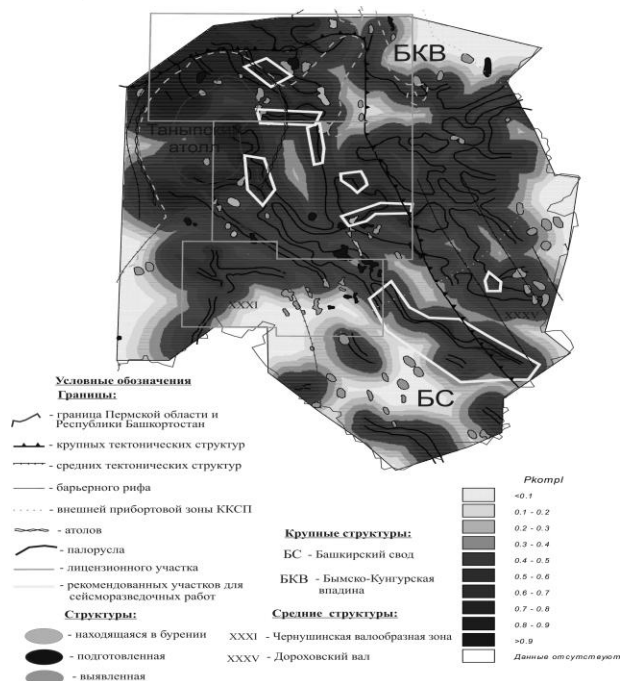


Рис. Схема распределения  $P_{компл}$

По полученным уравнениям были построены схемы распределения вероятности по изучаемой территории. Как видно из рис. 1, который представляет пример схемы распределения вероятности нефтеносности всего визейского комплекса, наибольшей вероятностью (близко к 1) характеризуется северная часть Таныпского атолла, и при движении на юго-восток вероятность снижается.

Также определяющую роль в данной модели играет граница палеорула, при удалении от которой наблюдается снижение вероятности.

Для фонда перспективных структур, входящих в пределы площади исследования были определены вероятности нефтеносности по всем построенным моделям.

Наибольшей вероятностью по комплексу характеризуются Междуреченская, Южно-Аспинская и Богомоловская структуры. Все они расположены вблизи Таныпского атолла. Для конкретно зарифовых территорий наибольшими перспективами согласно построенным моделям обладают Перспективная, Теплоложская, Теплинская, Надежная структуры. Для зарифовой зоны на наиболее перспективных участках, определенных по построенным моделям, в местах недостаточной изученности сейсморазведкой рекомендуется проведение дополнительных сейсморазведочных работ (рис.). В целом вся территория юго-восточнее Жуковского лицензионного участка практически не изучена сейсморазведкой.

По этой причине выделенные КВМ имеют фрагментарное расположение, что повлияло на оценку большей части данной территории как малоперспективной согласно полученным моделям.

Дополнительные сейсморазведочные и буровые работы на этой части территории позволят произвести довыделение КВМ и уточнить перспективы данного района.

В целом необходимо отметить, что исследования каналов вторичной миграции и разработка методики поисков связанных с ними залежей должны продолжаться, поскольку это позволит более обоснованно подходить к выбору площадей и локальных объектов для постановки сейсморазведочных и буровых работ на территории Пермского края.

#### Литература

1. Пахомов В.И., Пахомов И.В. Визейская угленосная формация западного склона Среднего Урала и Приуралья. – М.: Недра, 1980. – 152 с.

### ОБ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЛИТОФАЦИАЛЬНЫХ МОДЕЛЕЙ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ПРОМЫСЛОВО-ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ОБСТАНОВОК ОСАДКОНАКОПЛЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ ТАГУЛЬСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Н.С. Носова

Научный руководитель профессор В.П. Алексеев

Сибирский научно-исследовательский институт нефтяной промышленности,  
г. Тюмень, Россия

В нефтяной литологии широкое использование результатов ГИС, нацеленное на выделение песчаных коллекторов в терригенных толщах, нашло отражение в изучении их генезиса. Наиболее известна и широко применима методика, разработанная Муромцевым В.С. Опираясь на концептуальные модели обстановок осадконакопления, признанные в мировой литературе, он предложил детальные электрометрические модели фаций – под

таковой понимается «...отрезок кривой ПС, образованный одной или несколькими аномалиями, увязанными с граничными значениями  $\alpha_{\text{пс}}$  и отражающими изменения литофизических свойств пород, обусловленные характерной последовательностью смены палеогидродинамических уровней среды седиментации во времени» [1]. Данную методику для идентификации фациальной принадлежности используют и на месторождениях Западной Сибири. Например, одним из таких объектов является Тагульское месторождение. В административном отношении оно располагается в Туруханском районе Красноярского края. Рассматриваемая территория находится в пределах Болшехетской структурной мегатерассы, положительного незамкнутого элемента I порядка в пределах Надым-Тазовской синеклизы Западно-Сибирской плиты.

В пределах Болшехетской терассы выделяются три структуры II порядка: Долганский структурный залив, Сузунский вал, лодочный вал. Тагульская структура осложняет южное окончание Лодочного вала [2].

В статье [2] визуально проанализированы и классифицированы каротажные диаграммы ПС в масштабе 1:200 для определения фациальной принадлежности продуктивных пластов ЯК-1 – ЯК-5. По тем же самым продуктивным горизонтам был выполнен и седиментологический анализ геологами по керну. Таким образом, мы имеем возможность провести сравнение между методами ЭМФ (электрометрических моделей фаций) и непосредственным изучением керна материала.

Для примера детально рассмотрим один из продуктивных пластов. Объектом исследования может выступать продуктивный пласт ЯК-1. По данным визуального анализа кривых ПС в 8 и 9 скважинах, он относится к фации берегового вала (рис.).

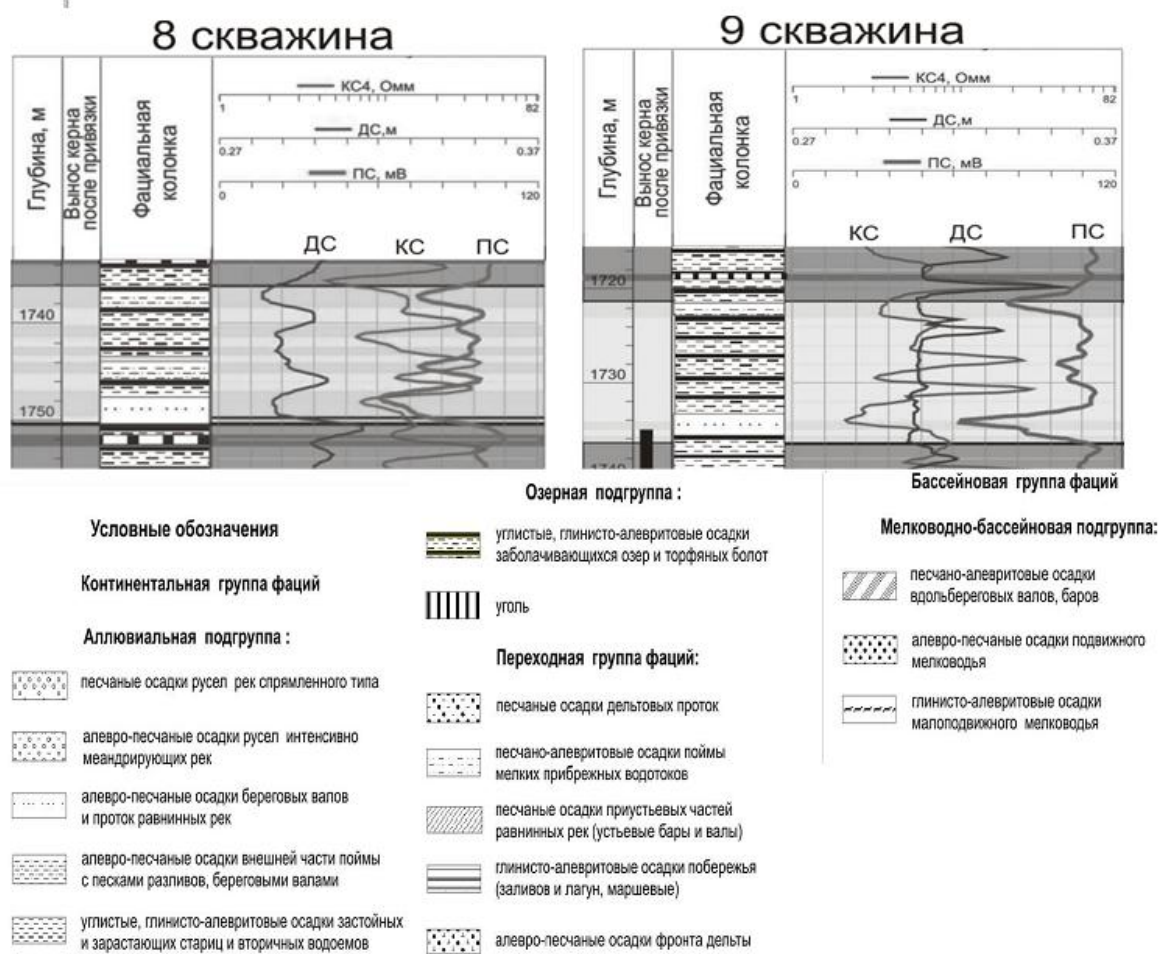


Рис. Каротажные диаграммы Тагульского месторождения 8 и 9 скважин

Береговыми валами называют насыпные гряды, сложенные песчано-алевритовыми осадками по краю пойменной равнины. В литологическом плане валы сложены мелкозернистым песчаным материалом с прослойками песчаных алевритов, содержащих значительное количество углисто-глинистого материала. Для пород береговых валов характерно разнообразие слоистых текстур, срезаемых косыми сериями, чередование тонкой косой, волнистой и горизонтальной слоистости в пределах незначительных по мощности участков, наличие косоволнистых и прерывисто-волнистых текстур с веерообразно расходящимися тонкими слоями. Часто встречаются текстуры деформаций, обусловленные мелким оползанием осадка и размывами. Характерно присутствие корневых остатков и следов жизнедеятельности земляных червей. В песчаниках наблюдается косая, мелкая, слаборитмичная, однонаправленная, иногда со сходящимися слоями, изредка косо- и пологоволнистая слоистость,



а в алевролитах и глинистых породах мелковолнистая, линзовидная и горизонтальная слоистость, подчеркнутая углистым материалом. В кровельных участках глины часто имеют комковатую текстуру, обусловленную корневой системой. Отмечаются также своеобразные включения алевролита в глине, так называемые карманы внедрения. Редко в породах присутствуют конкреции в виде мелких стяжений пирита и сидерита [4].

Электрометрическая модель берегового вала представляет собой вытянутый прямоугольный треугольник, образованный наклонной кровельной, зубчатой, или рассеченной, и прямой горизонтальной подошвенной линиями и располагающийся своим острым углом в зоне отрицательных отклонений ПС. Максимальное значение  $\alpha_{\text{пс}}$ , достигающее 0,6–0,5, приурочено к нижней части аномалии. Электрометрическая модель береговых валов наиболее сходна с моделью фаций песков разливов, морских пляжей и прибрежных валов.

Для сравнения рассмотрим седиментологический анализ, выполненный Зверевым К.В. непосредственно по керну, где визуально определяются основные диагностические свойства фаций: литолого-геохимический состав породы, остатки древних организмов и следы их жизнедеятельности, и форму залегания слоев и пр.

Осадки скважины 9 Тагульского месторождения относятся к литофации тонкослоистых и массивных аргиллитов с прослоями углей солоноватоводных маршей и приливно-отливных отмелей (рис.). Скважина 8 вскрыла осадки двух литофаций: пойменных массивных и тонкослоистых аргиллитов и массивных и косослоистых песчаников каналов и конусов выноса промоин.

Таким образом, по ГИС породы пласта относятся к речным аллювиальным отложениям и в 8, и в 9 скважине, а по данным седиментологического анализа информация по 8 скважине подтверждает ЭМФ, а по 9 скважине мы наблюдаем некоторое несоответствие.

Отложения, вскрытые этой скважиной относятся к переходной зоне от континентальных к морским, к прибереговой зоне и к надводной равнине дельтового комплекса. Такое несоответствие возможно связано с максимальным сходством образов на ПС-моделях прибрежно-морских фаций, сформированных возвратно-поступательным волновым движением (фации пляжей), а так же близких к ним фаций устьевых баров (с участием односторонне направленных агентов седиментации), где отличительной особенностью является наличие горизонтальной подошвенной линии и меньшего значения  $\alpha_{\text{пс}}$ .

Из изложенного следует вывод о том, что методика установления генезиса пород по электрокаротажным кривым должна непременно верифицироваться керновым материалом. При этом не только возможно, но и необходимо ее адаптирование к конкретным палеоландшафтным ситуациям - в противном случае возможны грубые ошибки в определении конкретных фаций.

Помимо этого следует иметь в виду затрудненность интерпретации электрокаротажных кривых для целей фациальной диагностики при изучении сложнопостроенных терригенных толщ, с частым чередованием маломощных слоев. Совершенствование методологии возможно и целесообразно при комплексировании методов ГИС, в первую очередь – с учетом использования кривой естественной радиоактивности (ГК).

#### Литература

1. Алексеев В.П. Литологические этюды. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2006. – 149 с.
2. Муромцев В.С. Электрометрическая геология песчаных тел – литологических ловушек нефти и газа. – Л.: Недра, 1984. – 260 с.
3. Чернова О.С. Седиментология резервуара. Учебное пособие по краткому курсу. – Томск: Изд-во ТПУ, 2004. – 453 с.

### **СЕКВЕНС-СТРАТИГРАФИЯ «ВРЕЗОВЫХ» ЗОН (НА ПРИМЕРЕ ВИЗЕЙСКИХ ВРЕЗОВ ВОСТОЧНОГО БОРТА МЕЛЕКЕССКОЙ ВПАДИНЫ) А.Г. Нуриев**

Научный руководитель доцент Н.Г. Нурғалиева  
*Казанский государственный университет им. В.И. Ульянова-Ленина, г. Казань, Россия*

В настоящей работе рассмотрено строение осадочного разреза в зоне визейского вреза (скважина 3 Сунчелевского месторождения) на Восточном борту Мелекесской впадины в свете секвенс-стратиграфической концепции. Изучаемый разрез нижнего карбона представлен турнейскими карбонатами и бобриковско-тульскими терригенными породами (песчаниками, глинистыми песчаниками, алевролитами), содержащими нефтенасыщенные пласты.

Известно, что секвенс-стратиграфия в скважинных разрезах [1] осуществляется на основе кривых ГИС (при условии их привязки к стратиграфическим маркерам). Методика секвенс-стратиграфического анализа скважинного разреза заключается в реализации следующих процедур:

- 1) идентификация секвенс-стратиграфических уровней;
- 2) интерпретация вертикальной структуры секвенсов.

Кривые электрокаротажа (ПС), а также радиоактивного каротажа (ГК) по терригенным разрезам в основном отражают изменения в размере зерен, слагающих породы, поэтому удобны для выполнения указанных секвенс-стратиграфических процедур. Кривые ГИС по карбонатным разрезам интерпретируются более достоверно с учетом данных по керну, так как карбонаты испытывают более значительные по сравнению с терригенными литомами постседиментационные изменения.

На первом этапе интерпретации ведется поиск доминантных стратиграфических поверхностей, к которым относятся, в первую очередь, так называемая поверхность mfs (maximum flooding surface) – поверхность максимального затопления и поверхность TS (transgressive surface) – трансгрессивная поверхность.

Обе эти поверхности устанавливаются после выявления границы секвенса (SB) как в кластогенных, так и карбонатных системах. Поверхность SB проводится по подошве грубозернистых песков, залегающих на размывтой поверхности более древних отложений тракта высокого уровня моря предыдущего секвенса. Начиная с этих песков идет заполнение эрозионных впадин, ложбин, локальных эрозионных каналов.

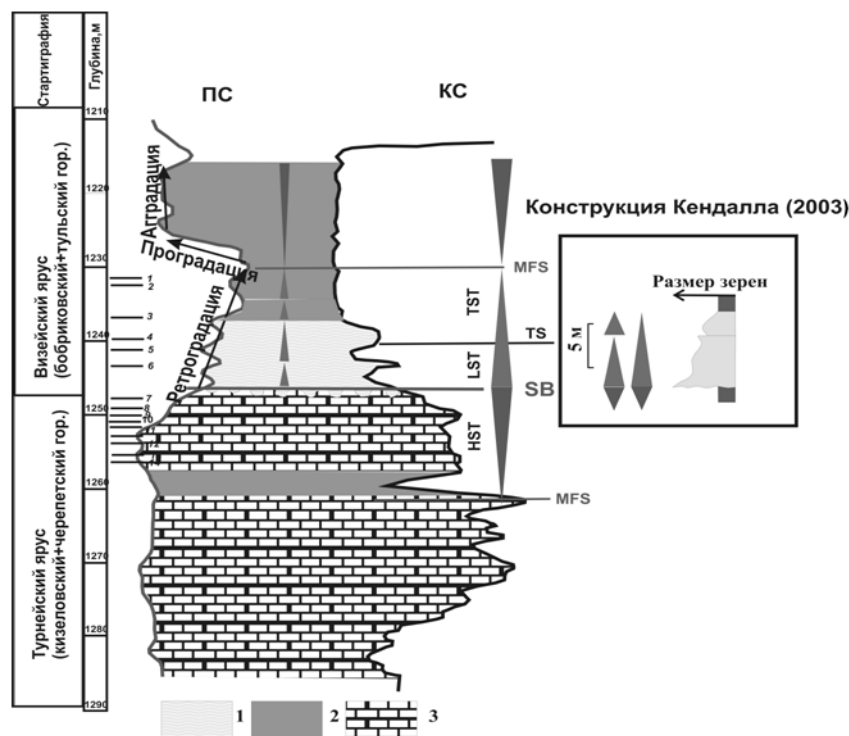
Параллельно с установлением доминантных поверхностей в обеих депозитарных системах производится выстраивание парасеквенсов по циклике размерности зерен и выявление трактов низкого уровня моря (LST), трансгрессивного тракта (TST) и тракта высокого уровня моря (HST).

Секвенс-стратиграфия скважинных разрезов используется для корреляции и анализа осадочных комплексов для более детальной реконструкции палеогеографии и создания детальных секвенс-стратиграфических моделей, позволяющих предсказать распределение фациальных тел и связанных с ними продуктивных коллекторов, покрышек и материнских пород.

На рис. представлена секвенс-стратиграфическая реконструкция разреза скважины 3. Граница секвенса (SB) устанавливается по эрозионной границе между турнейским и визейским ярусами, которая характеризуется определенными типоморфными особенностями пород на данной границе (по данным описания шлифов образцов керна и снятых по ним спектров электронного парамагнитного резонанса (ЭПР).

Наибольший интерес вызывают образцы 7 и 9, которые, собственно, и характеризуют пограничную зону между турнейским и визейским ярусами. Данные образцы представляют известняки густово-детритовые глинистые, переходящие в мергели известковистые. Отмечается высокая степень неоднородности пород. Характерны микротрещиноватость и крупные кристаллы кальцита.

Наблюдены фрагменты растительного детрита. Образец 7, опробованный в трех своих зонах по вертикальной составляющей керна, зафиксировал литолого-парамагнитный переход. Этот переход знаменует смену турнейских известняков (характерные спектры  $Mn^{2+}$  в кальците) бобриковскими терригенными образованиями (с сигналами от радикалов кварца и сульфатных радикалов).



**Рис. Секвенс-стратиграфическая реконструкция скважины «врезовой» зоны (скважина 3 Сунчелевского нефтяного месторождения, Восточный борт Мелекесской впадины). 1 – продуктивные песчаники, 2 – глинисто-песчано-алевролитовая толща, 3 – карбонатная толща**

Границы mfs устанавливаются по глинистым пикам, а граница TS по увеличению размера зерен (ПС) и увеличению значений КС. Мощность парасеквенса, ограниченного поверхностями mfs, составляет примерно 30 м. Стадии LST и TST соответствуют активному накоплению «врезовых» отложений и ретроградационная форма кривой ПС в этой части соответствует конструкции Кендалла, представляющей кластогенные депозитарные системы: флювиальные (и (или) аллювиальные) обстановки русел, дельтовых протоков, прибрежных каналов (рис.).

Следующие за ретроградацией фазы относительной быстрой проградации и более долговременной аградации соответствуют накоплению глинисто-песчано-алевролитовой толщи и стабилизации обстановок, соответствующих нулевым отметкам уровня моря (обстановки болот, торфяников, небольших озер с застойным режимом), благоприятствующим угленакоплению, характерному для бобриковско-тульских отложений рассматриваемого региона.

Полученная реконструктивная модель является первой секвенс-стратиграфической моделью «врезывающих» отложений визейского возраста для Восточного борта Мелекесской впадины и таким образом выступает отправной точкой для формирования коррелятивной базы для отложений турнейского и визейского возраста на основе секвенс-стратиграфии, которая должна быть эффективным инструментом для расчленения и корреляции отложений «врезового» типа (рис.).

#### Литература

1. Van Wagoner, J.C., Mitchum, R.M., Jr., Campion, K.M. & Rahmian, V.D. (1990) Siliciclastic Sequence Stratigraphy in Well Logs, Cores and Outcrop: Concepts for High Resolution Correlation of Time and Facies. American Association of Petroleum Geologists Methods in Exploration Series, Tulsa, 7. – 55 pp.

### ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВ НЕФТЕБИТУМОНОСНОСТИ СРЕДНЕПЕРМСКОГО ВОЗРАСТА НА СОТНИКОВСКОЙ ПЛОЩАДИ В ТАТАРСТАНЕ

А.Р. Нуруллина

Научный руководитель доцент Н.Г. Нургалиева

*Казанский государственный университет им. В.И. Ульянова-Ленина, г. Казань, Россия*

В настоящее время в связи с увеличением потребления нефтяной продукции и уменьшением нефтяных запасов, актуальной становится проблема изучения природных битумов как альтернативного источника топлива. Республика Татарстан, будучи обладателем 36% от всех запасов природных битумов России (по Гатиатуллину и др.), непременно нуждается в достоверной оценке ресурсов и запасов этого вида углеводородного сырья. Детальное исследование перспективных нефтебитумоносных земель позволит в дальнейшем качественно подойти к их возможному освоению.

Изучаемая площадь административно находится на территории Черемшанского района Республики Татарстан, тектонически приурочена к западному склону Южно-Татарского свода. В пределах данной структуры можно выделить крупную битумоносную зону, связанную с распространением дельтовых фаций песчаной пачки шешминского горизонта.

Центральная часть, так называемой «ашальчинской зоны», представленная полосой распространения наиболее емких коллекторов и ловушек, отнесена к категории высокоперспективных земель. Здесь сосредоточено большинство разведанных месторождений и залежей. Коэффициент надежности прогноза принимается равным 1,0 [1].

Сотниковская площадь расположена в краевой части ашальчинской зоны. В целом район обладает положительным набором критериев, которые позволяют судить о его перспективности. Но размеры скопления битумов все же меньше, чем в центральной части зоны. Это связано с менее благоприятными условиями осадконакопления в шешминское время на рассматриваемой территории.

Наибольший интерес с точки зрения перспектив обнаружения промышленно значимых нефтебитумоносных объектов в песчаной пачке Сотниковской площади представляют участки, расположенные вблизи скважин структурного бурения, в которых установлена средняя и интенсивная степень насыщенности песчаников углеводородами. При выделении таких участков учтена также равномерность пропитки коллекторов.

Отложения песчаной пачки распространены на самом востоке исследуемой площади и состоят из буровато-серого и серого с зеленым оттенком, мелкозернистого, участками сильно пористого песчаника, преимущественно полимиктового состава, часто имеется примесь алевролитового материала. Толщина песчаной пачки в пределах рассматриваемой территории не превышает 6–10 м, но ближе к восточным границам может достигать 15–20 м.

Пачка залегает в виде пологих линзовидных «раздувов», выклинивающихся на небольших (до 1–2 км) расстояниях, т.е. представляют положительные структуры по кровле уфимского яруса. Эти раздувы, перекрытые сверху плотными лингуловыми глинами казанского яруса, представляют собой структурные ловушки. Верхняя часть ловушки обычно интенсивно насыщена очень вязкой нефтью (в скважине № 7535 около 3 м), в нижней – содержание битума постепенно снижается до следов, появляются кальцитизированные прослои и возрастает обводненность.

Сверху песчаная пачка перекрывается «лингуловыми глинами», которые являются хорошими флюидопорами, имеют большие мощности и выдержаны по всему разрезу.

В процессе работы были выделены 18 скважин с битумопроявлениями в песчаной пачке, при чем 9 из них со слабым неравномерным насыщением, 4 с равномерным средним и интенсивным насыщением, в остальных же скважинах выявлены лишь следы битума.

Анализы показывают, что средний показатель битумонасыщенности (соотнесенной к массе породы) в скважинах колеблется от 1,5 до 8%, максимальный показатель 15,93% в скважине №7535, минимальные значения у керна, отобранного в скважине №7498. Песчаники данной пачки имеют достаточно высокие коэффициенты

открытой пористости (в среднем – 18%), низкую объемную плотность (около 2 г/см<sup>3</sup>) таким образом эти песчаники являются хорошими коллекторами. Скважина №7498 характеризуется более низкими коэффициентами пористости и битумонасыщенности образцов, так же можно отметить, что керн этой скважины обладает более высокими показателями карбонатности, это указывает на прямую связь между битумосодержанием, пористостью образцов и их карбонатностью. Например, при карбонатности в 44% коэффициент битумонасыщенности равен 0, а при карбонатности равной 3% битумонасыщенность увеличивается до 14%.

Судя по данным анализов и описания керна, наиболее перспективными считается верхняя и средняя части песчаниковой пачки, так как ниже по разрезу увеличивается кальцитизация и глинистость, прослои становятся неравномерными по пористости, меняется степень цементации.

С целью оценки перспектив нефтебитумоносности Сотниковской площади была построена карта нефтебитумоносности песчаной пачки с обозначением на ней наиболее перспективных участков. При выделении этих зон основными являлись два критерия. Это наличие «раздувов» песчаной пачки и высокая доля содержания песчаника в ней и, как было уже сказано выше, наличие в этих зонах структурных скважин с установленной интенсивной или средней равномерной нефтенасыщенностью.

Основным направлением работы по оценке перспектив на данной площади является уточнение мощностей песчаной пачки, установленных ранее (Петров Г.А., «Анализ результатов разведки и оценка ресурсов битумов Южно-Татарского свода», 1990). Результаты приведены в таблице.

*Таблица*

*Корректировка мощностей в результате переинтерпретации*

№ скв.	Мощность песчаника, м (по Петрову Г.А.)	Мощность песчаника, установленная в процессе переинтерпретации, м
C1	0	15
C2	0	11
C3	0	6
C4	4	0
C5	0	4

«Раздувы» песчаной пачки представляют собой вытянутые преимущественно в северо-западном направлении холмообразные тела, длиной не более 1 км, разделенные между собой зонами выклинивания, являются седиментационными образованиями. Одни исследователи считают, что они сложены подводными или континентальными дельтовыми образованиями (по С.С. Эллерну), другие относят их к палеобарам, сформированным вдоль берегового склона, которым являлась восточная часть приподнятого над остальной территорией Камского-Донского палеосвода (по В.И. Игнатеву) [2]. Петровым Г.А. на данной территории проводилась работа по выделению перспективных участков. Площадь обладает плотной сеткой размещения структурных скважин, достаточно хорошей геологической изученностью, что не позволяет выделить новые перспективные структуры в процессе переинтерпретации геологических данных с мощностями большими, чем были уже выделены ранее. За возможно перспективные структуры были взяты песчаные тела с мощностью более 5 м (вместо 10 м по Петрову Г.А.). Доля песчаника в этих отложениях оказалась высокой (в среднем 80–90%), остальная часть отводится алевролитовому материалу. Окончательный вывод о перспективности участка делается лишь после анализа результатов структурного бурения. Так, интенсивное или среднее равномерное нефтенасыщение отложений было установлено в 4 скважинах, пробуренных на участках повышенных мощностей песчаной пачки. Эти доказанные перспективные участки имеют мощность «продуктивных слоев» в среднем равную 2-3 м, в кровле и подошве пачки отложения пропитаны неравномерно.

В процессе выполнения этой работы были уточнены интервалы песчаной пачки шешминского горизонта в разрезе 5 скважин. В соответствии с этим уточнена карта изопакит песчаной пачки, выделены 4 перспективные структуры. Таким образом, Сотниковская площадь входит в зону распространения емких коллекторов, обладает положительным набором прогнозно-оценочных критериев, что позволяет отнести ее к категории высокоперспективных земель.

#### Литература

1. Геология и освоение залежей природных битумов Республики Татарстан / Под ред. проф., д.г.-м.н. Р.С. Хисамова – Казань: Изд-во «Фэн» Академии Наук РТ, 2007. – 295 с.
2. Нефтебитумоносность пермских отложений Южно-Татарского свода и Мелекесской впадины / Под ред. проф., д.г.-м.н. Р.С. Хисамова – Казань: Изд-во «Фэн» Академии Наук РТ, 2009. – 431 с.

**РАЗГРУЗКА ПОДЗЕМНЫХ ВОД КАК ФАКТОР ТЕКТОНИЧЕСКОГО ВЛИЯНИЯ****М.М. Петров**Научный руководитель главный научный сотрудник А.Ф. Сафронов  
*Институт проблем нефти и газа СО РАН, г. Якутск, Россия*

Повсеместное обнаружение надвиговых дислокаций в зонах сочленения горно-складчатых поясов с древними платформами явилось основанием для появления различных предположений об их механизме формирования. Проблема причин и механизмов формирования покровно-надвиговых структур рассматривалась многими исследователями, однако единого мнения по данной проблеме пока не имеется. Наиболее популярным в настоящее время остается предположение об их возникновении за счет тангенциального сжатия в рамках геосинклинальной или глобальной плитной гипотезы. В то же время, заслуживает особого внимания вопрос об обязательных геологических условиях механизма формирования крупноамплитудных надвигов для выяснения их природы. Незначительные перемещения по надвигам постоянно появляются в сложнодислоцированных толщах. Для возникновения крупноамплитудных надвигов и шарьяжей, как показывают исследования во многих регионах, обязательно существование перед фронтом горного сооружения глубокопрогнутой депрессии, компенсированной осадочными или вулканогенно-осадочными породами. Так основание (фундамент) миогеоклинальных прогибов прослеживается под надвиговым поясом в ненарушенном виде. В большинстве изученных надвиговых поясов автохтон представляет собой моноклираль, погружающуюся в сторону горно-складчатого сооружения под углом 1–5, иногда до 10. «Линейность» поверхности автохтона (фундамента) сохраняется, несмотря на активные вертикальные неотектонические движения на поверхности. В такой геологической ситуации находятся крупноамплитудные пологие надвиги и шарьяжи перед фронтом Урала, Верхоянья, Аппалачей, Скалистых гор, Кордильер, Альп и др. Следует подчеркнуть, что с другой стороны от перечисленных горных сооружений, где нет глубоких депрессий с соответствующим породным выполнением, нет и крупноамплитудных пологих надвигов и шарьяжей.

Вышеуказанное явление является, очевидно, неслучайностью. По нашему мнению, существует право на рассмотрение как один из факторов дестабилизации горных пород приводящий как вертикальному, так и латеральному их передвижению, фактор вымывания солей из осадочного чехла при циркуляции подземных вод. Известно, что в осадочных бассейнах существуют области питания и области разгрузки подземных вод по пористым пластам. В качестве полигона наших представлений рассмотрим территорию Предпатомского регионального прогиба, Нюйско-Джербинскую впадину, где были выявлены неоднократно повторяемые интервалы в стратиграфическом разрезе. Взбросо-надвиговые дислокации условно выделены на Улугурской (скв. 289–1), Борулахской (скв. 276–1) и Отраднинской (скв. 314–2, 242–0) площадях. На последней из них наличие надвигов согласовывается с результатами интерпретации данных сейсморазведки. Осадочный чехол без четвертичных отложений в пределах Нюйско-Джербинской впадины представлен рифейскими, вендскими, кембрийскими и, несущественными по толщине, ордовикскими, силурийскими и юрскими отложениями. Рифейские и вендские отложения имеют в основном терригенно-карбонатный состав. Соленосные осадки мощностью до 172 м, пока достоверно установлены, лишь в низах верхневендской толщи в составе верхнебюкской подсвиты (торсальская пачка). Предполагаемая максимальная суммарная толщина рифейских отложений в погруженных частях впадины оценивается примерно 5 км. Кембрийские отложения присутствующие всеми тремя отделами оцениваются общей толщиной в 2 км. Верхняя часть разреза сложенная ордовикскими силурийскими и юрскими отложениями колеблется в разных участках впадины от 0 до 800 м.

Так, наблюдениями Гайдук В.В. [1] установлено, что в зоне сочленения Нюйско-Джербинской впадины с Байкало-Патомской складчатой областью в тинновской и низах толбачанской свит, встречаются пласты кавернозных карбонатов с пористостью до 17%. Гайдук В.В. утверждает, что кавернозность катагенетическая, о чем свидетельствуют каемки новообразованного кристаллического доломита вокруг пор, а также отсутствие каких-либо признаков выветривания. Взаимозалегание высокопористых карбонатных отложений с соленосными пластами может обусловить осязаемое вымывание (растворение) соляных осадков в сторону разгрузки подземных вод. Например, в сторону частично ограниченной в среднепалеозойское время, Кемпендьяйской впадины, где накоплены мощные пласты верхнедевонских солей. В свою очередь, осязаемое в геологическом разрезе вымывание соляных пластов венда и нижнего кембрия могут обуславливать перераспределение структурных планов вышележащих пород в пределах Нюйско-Джербинской впадины.

Похожего мнения придерживались Замараев С.М. [2] и Салоп Л.И. [3], которые причиной образований таких «сорванных складчатостей» связывали гравитационным тектогенезом. Хотя они делали акценты на разнице плотностей и пластичных свойств соляных пластов. В пользу возможности вымывания солей пластовыми флюидами можно привести факты резкого увеличения содержания хлористых солей в нефтях Среднеботуобинского, Талаканского и Ирляхского месторождений при проведении ОПЭ в 2000–2002 гг.

Также общеизвестны факты галитизации пустотного пространства пород-коллекторов продуктивных горизонтов в пределах Непско-Ботуобинской антеклизы. Так исследованиями ОАО «Саханефтегаз» и ИПНГ СО РАН, установлено, что в отдельных образцах керна осинского горизонта Талаканского месторождения кристаллическим галитом занято до 50% объема пустотного пространства. Таким образом, при благоприятных литологических и тектонических условиях, залегающий выше соляных пластов осадочный чехол может легко ползти в сторону разгрузки подземных вод, по образуемому постепенно наклону.

## Литература

1. Гайдук В.В., Прокопьев А.В. Методы изучения складчато-надвиговых поясов. – Новосибирск: Наука, 1999. – 160 с.
2. Замараев С.М. Краевые структуры Сибирской платформы. – М.: Наука, 1967. – 269 с.
3. Салоп Л.И. Геология Байкальской горной области. – М.: Недра, 1967. – Т. II. – 698 с.
4. Старосельцев В.С. Актуальные проблемы тектоники нефтегазоперспективных регионов. – Новосибирск: Наука, 2008. – 212 с.

**ПРИРОДА ПРОИСХОЖДЕНИЯ ВАЛООБРАЗНЫХ ПОДНЯТИЙ  
В БЕРЕЗОВСКОЙ ВПАДИНЕ****М.М. Петров****Научный руководитель главный научный сотрудник А.Ф. Сафронов  
Институт проблем нефти и газа СО РАН, г. Якутск, Россия**

Березовская впадина имеет меридиональное простирание. Осадочный чехол Березовской впадины сложен отложениями среднего, верхнего рифея, венда и кембрия. На юге она центриклинально замыкается, а на севере, постепенно углубляясь и расширяясь, открывается в сторону Вилюйской синеклизы. Относительно узкое и крутое внутренне крыло впадины осложнено интенсивной складчатостью и дизъюнктивами. В центральной части впадины и на её широком приплатформенном крыле, отделенном от Алданской антеклизы зоной разломов, развиты крупные, относительно пологие, валообразные структуры. Природа данных валообразных структур настоящее время весьма спорна. Между тем, о существовании горизонтальных сдвигов, по крайней мере, в пределах южной половины Березовской впадины косвенно свидетельствуют данные каменного материала поисковой скважины №2400 на Бордонской структуре и материалы ГИС скважины 284–1 на Курдарарской структуре.

На Бордонской структуре, оконтуренной структурно-колонковым бурением (32 скважины), была пробурена поисковая скважина № 2400, забой которой (3720 м) вскрыл верхнюю часть торгинской серии верхнего рифея. В интервале глубин 2470–2476 м (успунская свита иктехской серии венда) вскрыты серые пелитоморфные доломиты с горизонтальной слоистостью. Поверхности напластования пород ориентированы под углом 50° к оси скважины. В следующем интервале отбора керна (2715–2727 м, аянская свита иктехской серии) вскрыты глинистые доломиты, неравномерно насыщенные ангидритом. Поверхности напластования пород имеют ориентировку к оси скважины под углом 40°. В нижнезалегающем интервале отбора керна (2791–2805 м, аянская свита иктехской серии) поверхности напластования глинистых доломитов также имеют наклон по обнажению к оси скважины под углом 30°. Ниже по разрезу, в интервале глубин 2816–3142 м, залегает торсальская пачка солей буюксской свиты венда. В нижнезалегающей части разреза скважины, интервалы отбора керна 3157–3163 м (телгеспитская пачка буюксской свиты), 3163–3171 м, 3216–3217 м, 3217–3218 м, 3228–3230 м, 3245–3251 м (сералахская свита венда), 3300–3308 м, 3639–3646 м (торгинская свита верхнего рифея), поверхности напластования пород перпендикулярны оси скважины. Горизонтальное залегание слоев телгеспитской пачки, сералахской и торгинской свит подторсальскими солями и наклонное залегание слоев в разрезе скважины надторсальскими солями позволяют сделать предположение о существовании складки срыва над соленосными пачками в пределах Бордонской структуры (Поисковая скважина №2400). Таким образом, нами в пределах южной части Березовской впадины зафиксирована складка срыва. Данное явление может объяснить природу валообразных поднятий субмеридианального простирания закартированных в пределах Березовской впадины. Если валообразные структуры закартированные геологической съемкой и прослеженные редкой сеткой сейсморазведочных работ были обусловлены надвиговыми дислокациями, то они в корне меняют карту перспектив нефтегазности Березовской впадины, и косвенно объясняют неудачи при поисковых работах на нефть и газ усиленно проведенных в 70–80 годах.

**ПРИМЕНЕНИЕ БИОГЕОХИМИЧЕСКОГО МЕТОДА ПОИСКОВ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НЕФТИ  
И ГАЗА В ПЕРМСКОМ КРАЕ****А.А. Попов****Научный руководитель доцент И.М. Тюрина  
Пермский государственный университет, г. Пермь, Россия**

Теоретической базой нефтегазоперспективной геомикробиологии является открытие Г.А. Могилевским глобальной экранирующей роли углеводородгазоокисляющего биоценоза природных экосистем лито- и гидросферы Земли – «бактериального фильтра», его роли в круговороте углерода, формировании безуглеводородной атмосферы Земли и биогеохимических эффектов в субвертикальных зонально-кольцеобразных зонах литосферы, обуславливающих явление парагенезиса геофизических, геохимических и биогеохимических полей в осадочном чехле земной коры [2, 5, 7]. Наибольший интерес при поисках нефтегазовых месторождений геомикробиологическим методом представляют углеводородгазообразующие и углеводородокисляющие микроорганизмы. Наиболее изучена деятельность микроорганизмов в преобразовании газов, поскольку они являются для последних необходимыми субстратами для роста и развития.

Окисление миграционных углеводородов определяет прямую поисковую информативность бактериальных показателей и, прежде всего, в отношении бактерий, окисляющих пропан и бутан. Пропан- и

бутанооксиляющие родококки – постоянные и доминирующие компоненты естественного газового ореола рассеивания над нефтегазовыми месторождениями. Они являются очень чувствительными индикаторными организмами. В последние годы появилось новое направление в нефтяной микробиологии, заключающееся в использовании данных микробиологических исследований подземных вод глубоких горизонтов для оценки перспектив нефтегазоносности территорий. В настоящее время выявление жизнедеятельных бактерий производится преимущественно качественным методом. Этот метод основан на выявлении биохимических реакций, вызываемых жизнедеятельностью различных групп бактерий. Результаты микробиологических исследований подземных вод в различных нефтегазоносных областях, в которых производилось сравнительное изучение микрофлоры из скважин, вскрывающих нефтеносные, газоносные и непродуктивные горизонты, показывают приуроченность активных процессов сульфатредукции к подземным водам, контактирующим с нефтью. В водах из газоносных и непродуктивных горизонтов очень редко обнаруживаются сульфатредуцирующие бактерии, которые наблюдаются в малоактивном состоянии. Наибольшее распространение получил метод флакон инъекций [6]. Микробиологические исследования в Пермском крае проведены на значительной территории. Исследования подземных вод в пределах Соликамской депрессии позволили выделить аномальные зоны, соответствующие участкам, перспективным на нефтегазоносность [4]. Аналогичные работы были проведены на Межевском нефтяном месторождении. В тектоническом отношении месторождение приурочено к брахиантиклинали в пределах Межевского вала Пермско-Башкирского свода. Осадочный чехол сложен терригенными и карбонатными породами палеозойского возраста. Мощность осадочного чехла составляет 2,8 км. Нефтеносными являются карбонатные отложения. Точки съемки были размещены по профилям, приуроченным к долинам водотоков и оврагам, т.е., как правило, к тектонически ослабленным участкам.

В изученном интервале распределение содержаний углеводородной составляющей по профилю водотока, пересекающего Межевское месторождение, влияние нефтяной залежи проявляется по преобладающей концентрации метана (в 1,5–2 раза) и более высокой частоте встречаемости его гомологов над внутриконтурной зоной. Над контуром нефтеносности в почвах и снежном покрове над Межевским месторождением зафиксированы повышенные (в 2–2,5 раза) значения интенсивности развития и частоты встречаемости метан- и, что особенно важно, пропанооксиляющих бактерий. Менее контрастное, но аналогичное распределение установлено и для пентанооксиляющей микрофлоры. В снежном покрове распространенность метан-, пропанооксиляющих микроорганизмов в 2–8 раз больше во внутриконтурной зоне чем в законтурной зоне залежи, что является важным подтверждением информативности газобиохимической снежной съемки и открывает широкие перспективы ее применения в комплексе прямых методов поисков залежей нефти и газа.

Таким образом, основные особенности распределения специфических микроорганизмов в приповерхностной зоне исследованного региона следующие:

- 1) грунты, почва, снежный покров и подземные воды содержат специфические бактерии, избирательно окисляющие метан, пропан, бутан и пентан;
- 2) над залежами нефти и газа установлены достаточно четкие бактериальные аномалии, преимущественно кольцевого характера.

Площади микробиологических аномалий с повсеместным распространением метанооксиляющих и пропанооксиляющих бактерий, следует рассматривать как перспективные в нефтегазоносном отношении [6].

Основным результатом, полученным в ходе изучения данных с рассмотренных участков и месторождений, является установление нефтепоисковой информативности геомикробиологических параметров. В перспективе максимальный экономический эффект нефтегазопосковок исследований может быть достигнут при комплексировании геомикробиологических методов (снегомерная, почвенно-грунтовая, водномикробиологическая съемка) с дистанционными, структурно-геоморфологическими, структурно-гидрогеологическими методами. Применяемые методы поиска залежей нефти и газа характеризуются значительной неопределённостью конечного результата исследований за счёт влияния различных причин. При геохимических поисках любые фиксируемые значения концентраций полеобразующих ингредиентов сформированы под влиянием множества факторов, осложнены различными помехами и имеют вероятностный случайный характер, следовательно, не поддаются точному прогнозу. Поэтому для уточнения степени неопределённости информации, полученной при геохимических съёмках, широко используются математические методы её обработки с целью выделения полезных сигналов, по которым возможны выявление залежей нефти и газа и подавление шумовой составляющей наблюдаемых полей [1, 3].

Наиболее эффективно для решения практических задач применять способ прогнозирования нефтегазоносности локальных объектов по вероятностно-статистической биогеохимической модели «аномалия типа залежь» (АТЗ), который включает два этапа.

1. Опытный методический этап:

- установление нефтепоисковой информативности биогеохимических параметров (углеводородные газы, углеводородоксиляющие бактерии, малые химические элементы- Mn, V, Ni, Ba, Cr и др.) на эталонных объектах.

- расчёт эмпирической вероятностно-статистической модели нефтегазоносной «аномалия типа залежь» и «пустой» структуры по комплексу информативных биогеохимических параметров для типовой геолого-тектонической и ландшафтно-геохимической зоны.

2. Поисково-разведочный этап:

- биогеохимические исследования проб пород, грунта, воды, снега на перспективных площадях и объектах, выявленных аэрокосмогеологическими методами, сейсморастворкой, структурным бурением и тд.

- прогноз нефтегазоносности локальных объектов по данным расчёта комплексных вероятностных показателей наличия (отсутствия) залежи по каждой пробе.

Комплекс опытно-методических биогеохимических исследований с целью установления нефтепоисковой информативности биогеохимических параметров (углеводородные газы, битумоиды рассеянного органического вещества, углеводородокисляющие бактерии) на эталонных объектах и разработки эмпирической вероятностно-статистической модели «аномалия типа залежь» был выполнен на Дороховском месторождении нефти в Пермском крае [6], а также на двух перспективных площадях. В результате выполненных исследований по почвенному горизонту впервые для этого региона установлена нефтепоисковая информативность биогеохимических параметров, рассчитана эмпирическая вероятностно-статистическая модель «аномалия типа залежь» и выдан вероятностный прогноз нефтегазоносности перспективных площадей. Большой интерес представляет выявление по биогеохимическим параметрам зон разрывных нарушений, а также, в перспективе, при получении более представительных данных, и возможность дифференцированного прогнозирования разновозрастных залежей. В комплексе биогеохимических параметров наибольшей нефтегазопоисковой информативностью обладают: в составе свободных, сорбированных и водорастворённых газов – пропан, бутан; метан (для газовых залежей); пропан-бутанокисляющие бактерии; метанотрофы (для газовых залежей). Оценку перспективности нефтегазоносности локальных объектов наиболее эффективно осуществлять с использованием вероятностно-статистической эмпирической модели «аномалия типа залежь» для каждой ландшафтно-геохимической зоны. В перспективе максимальный экономический эффект может быть достигнут при комплексировании биогеохимических методов с дистанционными и структурно-геоморфологическими методами.

#### Литература

1. Автоматизированные системы обработки данных геохимических поисков месторождений нефти и газа (Методические рекомендации). / Составители: А.В. Петухов, В.А. Ванюшин, В.А. Сиротюк. – М.: ВНИИЯГГ, 1979. – 60 с.
2. Карус Е.В. Физико-химические основы прямых поисков залежей нефти и газа. – М.: Недра, 1986. – 336 с.
3. Математические методы обработки данных геохимических поисков залежей нефти и газа: Методические рекомендации. / Составители: А.В. Петухов, В.А. Ванюшин, В.А. Сиротюк и др. – М.: ОНТИ ВНИИЯГГ, 1976. – 53 с.
4. Михайлов Г.К., Тюрина И.М. Микробиологический состав подземных вод как показатель нефтегазоносности палеозойских отложений Соликамской депрессии // Геология и полезные ископаемые Западного Урала. – Пермь, 2002. – С. 228–230.
5. Могилевский Г.А. Микробиологический метод поисков газовых и нефтяных залежей. – М.–Л.: Гостоптехиздат, 1953. – 56 с.
6. Оборин А.А., Стадник Е.В. Нефтегазопоисковая геомикробиология. – Екатеринбург: УрО РАН, 1996. – 408 с.
7. Петухов А.В., Старобинец И.С. Основы теории геохимических полей углеводородных скоплений. – М.: Недра, 1993. – 332 с.

### ОЦЕНКА ПРОГНОЗНЫХ РЕСУРСОВ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ГЕНЕРАЦИИ И ЭМИГРАЦИИ УГЛЕВОДОРОДОВ (НА ПРИМЕРЕ ВЕРХНЕЮРСКО-МЕЛОВОГО НЕФТЕГАЗОНОСНОГО КОМПЛЕКСА ВЕРХНЕЛЯМИНСКОГО ВАЛА)

С.А. Попов

Научный руководитель профессор В.И. Исаев

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

#### Введение

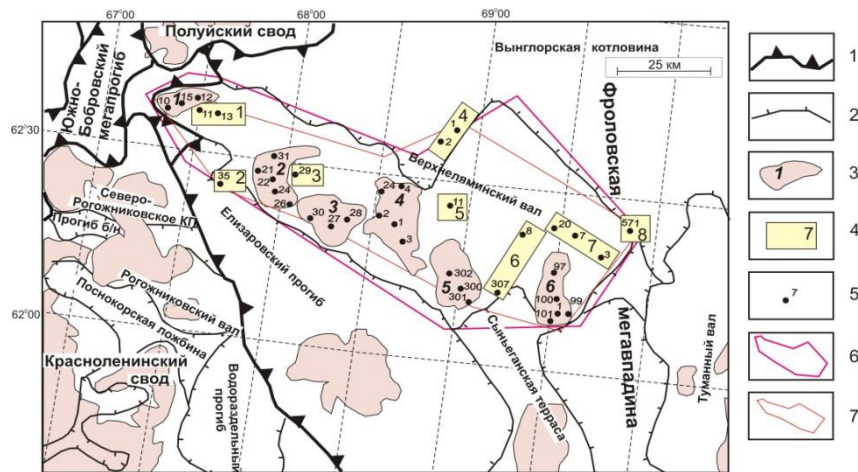
В настоящей работе производится оценка ресурсного потенциала верхнеюрского и мелового нефтегазоносных комплексов Верхнеляминского вала (центральная часть Югорского свода, Западная Сибирь) по данным моделирования процессов генерации и эмиграции. Вновь выделенный Югорский свод сопоставим по размерам с Сургутским, Красноленинским и Нижневартовским сводами – гигантскими зонами нефтегазоаккумуляции. Поэтому приводимые результаты представляют интерес для регионально-зональной оценки ресурсов нового крупного объекта Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции. Ранее по данному объекту были выполнены палеотемпературное моделирование и палеотектонические реконструкции, выделены палеоочаги генерации нефти в тутлеймской (баженовской) и шеркалинской свитах, определены палеоплощади нефтесбора и зоны аккумуляции юрских нефтей [1].

#### Выявленная нефтегазоносность

Поисково-разведочными работами в пределах Верхнеляминского вала (рис.) открыто 6 мелких нефтяных месторождений. На первых четырех ведутся в небольшом объеме промышленные работы. На 7 площадях выполнены поисковые работы. *Верхнеюрский нефтегазоносный комплекс (НГК)* – тутлеймская (баженовская) и абалакская свиты, возраст келловей-кимеридж. Залежи УВ связаны с песчаниками абалакской свиты (пласт Ю<sub>1</sub>) и трещиноватыми битуминозными аргиллитами нижнетутлеймской подсвиты (пласт Ю<sub>0</sub>). Максимальный приток нефти из пласта Ю<sub>0</sub> в скв. Тункорская-27 (дебит 45 м<sup>3</sup>/сутки). При испытании Ю<sub>0</sub> в скв. Унлорская-7 получен приток газа дебитом 2000 м<sup>3</sup>/сутки. При индивидуальном испытании пластов Ю<sub>1</sub> на Тункорской, Северо-Апрельской и Панлорской площадях получены отрицательные результаты («сухо»). *Меловой НГК* – выделяется группа региональных циклитов, сформированных за длительный трансгрессивно-регрессивный цикл осадкона-



копления. Резервуарами являются немногочисленные клиноформы неокома (группа АС). Покрышка для каждого клиноформного резервуара – пачка глин трансгрессивной части вышележащего цикла. Нефтеносность пластов АС установлена на Назымской (скв. 24), Унлорской (скв. 7) и Тортасинской (скв. 1) площадях.



**Рис. Фрагмент тектонической карты Западно-Сибирской плиты: 1 – границы элементов I порядка; 2 – границы внутреннего районирования; 3 – месторождение УВ и его номер; 4 – площадь нефтепоискового бурения и ее номер; 5 – поисково-разведочная скважина и ее номер; 6 – контур участка исследований; 7 – контур построения прогнозных карт. Месторождения УВ: 1 – Центральное; 2 – Назымское; 3 – Тункорское; 4 – Апрельское; 5 – Итьяхское; 6 – Тортасинское. Площади нефтепоискового бурения: 1 – Верхне Назымская; 2 – Восточно-Рогожниковская; 3 – Татъеганская; 4 – Панлорская; 5 – Северо-Апрельская; 6 – Западно-Унлорская; 7 – Унлорская; 8 – Северо-Санлорская.**

**Методика**

Рассеянное органическое вещество (РОВ) баженовской свиты – это наиболее вероятный источник нефти для мелового и верхнеюрского НГК. Расчеты производились для 37 поисково-разведочных скважин, вскрывших баженовскую свиту, по методике, изложенной в [2], с учетом модификаций. Свободная энергия рассчитывается через величину теплового потока за период времени на молекулярную массу РОВ с учетом переводных коэффициентов. Масса генерированных углеводородов (УВ) находится путем умножения относительных показателей генерационного потенциала на исходную массу РОВ. Константы скорости реакции и относительные показатели генерационного потенциала материнской породы рассчитываются с учетом кинетических параметров, приведенных в работе [3]. Для всей территории исходная масса реакционноспособного РОВ принята равной нормальному генерационному потенциалу сапропелевого РОВ (по данным пиролиза):  $\Gamma_0 = 5 \text{ кг/т}$  или в пересчете на плотность пород нефтегазоматеринской свиты  $\Gamma_0 = 12 \text{ кг/м}^3$ . Объем флюидационного потока, пластовой воды и суммарный объем отжатого флюида:

$$W_{\Phi} = S_{ed} m_i n_i \beta_{\Pi}; W_0 = \left( S_{ed} m_i n_i + \frac{S_{ed} m_{i-1} \Gamma_{i-1}}{\sigma_B} \right) \beta_{\Pi}; W = W_{\Phi} + W_0.$$

Текущая концентрация  $C$  и интегральное значение генерационно-эмиграционной продуктивности нефтегазоматеринской толщи (НГМТ)  $G$ :

$$C = \frac{d \Gamma}{dW} \quad (1) \quad \text{и} \quad G = m \cdot \frac{d \Gamma}{dt} \frac{m \cdot d \Gamma}{2W \cdot dt \cdot C_0} S_{ed} \quad (2),$$

где  $C_0$  – предельная концентрация, определяемая эмпирической кривой растворимости УВ в поровой воде. Первый множитель в (2) – величина, характеризующая массу УВ, генерированную за время  $t$ . Второй характеризует динамику растворения и вывода генерированных продуктов за время  $t$  в объеме  $W$ , с учетом предельной растворимости  $C_0$ . Третий множитель – единичная площадь кровли НГМТ. Преимущества модификации: учет вторичных преобразований нефти в НГМТ и адекватность реальным изменениям термодинамических параметров разреза. Недостатки алгоритма: оценка потенциальных ресурсов завышается вследствие не учета потерь на рассеяние. Прогнозные ресурсы площадей оценивались путем умножения расчетных значений нефтегазопроductивности на величину палеоплощадей нефтегазосбора по каждой поисково-разведочной площади.

**Результаты оценки прогнозных ресурсов**

В таблице 1 приведены результаты оценки прогнозных ресурсов верхнеюрского и мелового комплексов по данным моделирования процессов генерации и эмиграции УВ.

Таблица 1

Прогнозные ресурсы нефти и газа по площадям (месторождениям) Верхнеламинского вала

Площадь (месторождение)	Прогнозные ресурсы, тыс. тонн	Ранжирование по прогнозным ресурсам	Ранжирование по результатам нефтегеологического моделирования [1]
Апрельское	20447	1	1
Верхненазымская	14015	2	3
Западно-Унлорская	2602	8	5
Итьяхское	1935	9	8
Назымское	12185	3	2
Панлорская	217	10	10
Северо-Апрельская	5117	4	6
Тортасинское	2730	7	9
Тункорское	3669	6	7
Унлорская	4902	5	4

Минимальными показателями генерации и эмиграции по данным моделирования характеризуются Панлорская и Унлорская площади, максимальными – Верхненазымская, Апрельская и Центральная. Наша оценка эмигрировавшей нефти и газа ( $K_{ЭМ} \approx 0.5$ ) не согласуется с данными С.Г. Неручева ( $K_{ЭМ} = 0,605...0,804$  для глубин 1,5...3,5 км) и Ю.И. Корчагиной ( $K_{ЭМ} = 0,4...0,45$  для  $MK_1^{1-2}$ ) [3]. Вероятная причина - влияние неоген-четвертичного размыва, который способствовал снижению геостатической депрессии на НГМТ и, как следствие, усилению эмиграции. Возможно найденный коэффициент эмиграции – типичный параметр для Югорского свода.

#### Выводы и рекомендации

В основном подтверждается прогноз перспектив нефтегазности верхнеюрского комплекса для Назымской, Апрельской, Итьяхской, Тортасинской площадей и мелового комплекса для Назымской, Тункорской, Тортасинской площадей, выполненный ранее на основе нефтегеологического моделирования [1]. Локализация прогнозных ресурсов баженновской нефти Верхнеламинского вала с учетом результатов моделирования процессов генерации и эмиграции позволяет повысить достоверность, оценить количественно и уточнить ранжирование по степени перспективности разведочных и поисковых площади следующим образом. Рациональная очередность доразведки месторождений на меловой и верхнеюрский НГК: 1 – Апрельское; 2 – Назымское; 3 – Тункорское; 4 – Тортасинское; 5 – Итьяхское. Рациональная очередность детализации поисковых площадей на меловой и верхнеюрский НГК: 1 – Верхненазымская; 2 – Северо-Апрельская; 3 – Унлорская; 4 – Западно-Унлорская; 5 – Панлорская.

#### Литература

- Исаев В.И., Попов С.А., Хашитова А.Б. Очаги генерации и зоны аккумуляции баженновских нефтей центральной части Югорского свода // Известия Томского политехнического университета, 2009. – Т. 315. – №1. – С. 56–64.
- Попов С.А. Оценка генерационного и эмиграционного потенциала баженновской свиты Югорского свода // Проблемы геологии и освоения недр: Труды XIII Международного симпозиума студ., аспирантов и молодых ученых. – Томск, 2009. – Т.1. – С. 389–392.
- Серебрянникова О.В. Геохимические методы при поиске и разведке месторождений нефти и газа. – Томск: Изд-во ТПУ, 2004. – 144 с.

### ИСТОРИЯ ТЕКТОНИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ВЕРХ-ТАРСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПО МАТЕРИАЛАМ СЕЙСМОРАЗВЕДКИ

А.Н. Прахов

Научный руководитель доцент М.О. Захрямина

Новосибирский государственный университет, г. Новосибирск, Россия

Верх-Тарское месторождение нефти расположено в северном районе Новосибирской области, в 340 км к северо-западу от г. Новосибирска и в 120 км к северу от г. Барабинска (рис. 1).

Согласно схеме нефтегазогеологического районирования Верх-Тарское месторождение входит в состав Межовского нефтегазоносного района Васюганской нефтегазоносной области. В геологическом строении территории исследования принимают участие отложения юрского, мелового, палеогенового, неогенового и четвертичного возрастов, залегающие с несогласием на отложениях палеозоя.

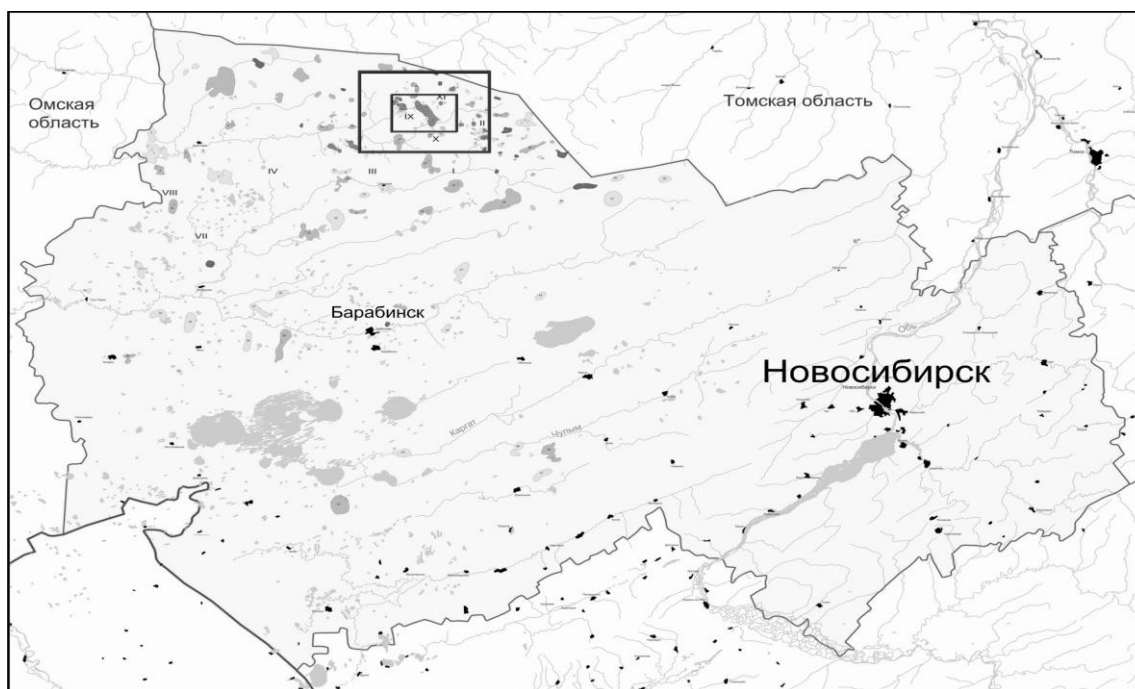


Рис. 1. Обзорная карта Новосибирской области

В тектоническом отношении месторождение расположено в южной части Западно-Сибирской плиты и приурочено к Верх-Тарской антиклинальной структуре III порядка, осложняющей одноименный структурный мыс, который к юго-востоку переходит в Калгачский выступ.

Верх-Тарская структура представляет собой относительно пологую брахиантиклинальную складку, осложненную тремя поднятиями – малым на севере, основным в центре и южным; к двум последним приурочено одноименное месторождение.

Одним из основных объектов разведки и разработки на изучаемой территории является песчаный продуктивный горизонт Ю<sub>1</sub> васюганской свиты, сложенный разнотекстурированными песчаниками, часто глинистыми и плотными песчаниками полевошпатово-кварцевого состава.

Толщина свиты колеблется от 59 до 73 м [1].

Несомненно, что тектонические процессы, происходившие на данной территории, имели непосредственное влияние на формирование залежей в продуктивных отложениях.

Для анализа истории тектонического развития Верх-Тарского поднятия были использованы материалы 3D сейсморазведки.

В качестве основных объектов исследований выделяются сейсмогеологические мегакомплексы [2]. Для более детального исследования каждый из мегакомплексов региональными и зональными флюидоупорами разделен на серию сейсмокомплексов (СК) (рис. 2).

Границами СК могут являться как выдержанные по толщине глинистые пачки, так и угольные пласты, которые наиболее энергетически выражены на временных разрезах. К этим границам приурочены сейсмические отражающие горизонты (ОГ). Так, юрский мегакомплекс угольным пластом У<sub>2</sub> (ОГ Г<sup>0</sup>) разделен на нижне-среднеюрский и келловей-волжский СК, а ранний мел-туронский мегакомплекс – на раннемеловой-аптский и поздний мел-туронский глинистыми пачками алымской свиты (ОГ III).

На временных сейсмических разрезах нижне-среднеюрский СК ограничен ОГ Ф<sub>2</sub> в подошве и Г<sup>6</sup> в кровле. ОГ Ф<sub>2</sub> (подошва юры) является границей между доюрским основанием и мезозойско-кайнозойскими платформенными отложениями. Отражающий горизонт Г<sup>6</sup> приурочен к кровле тюменской свиты. Келловей-волжский СК сверху ограничен ОГ Б (кровля баженовской свиты). ОГ II<sup>a</sup> на территории Новосибирской области связан с кровлей васюганской свиты.

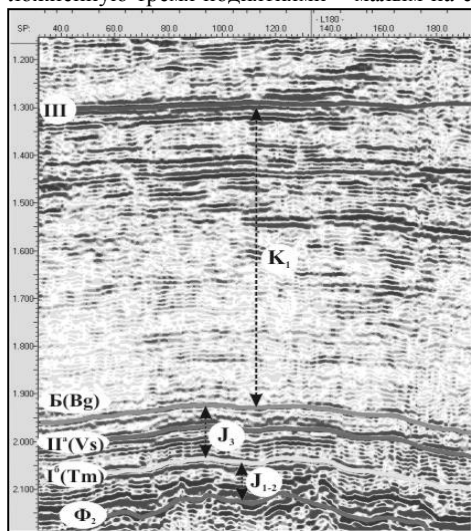
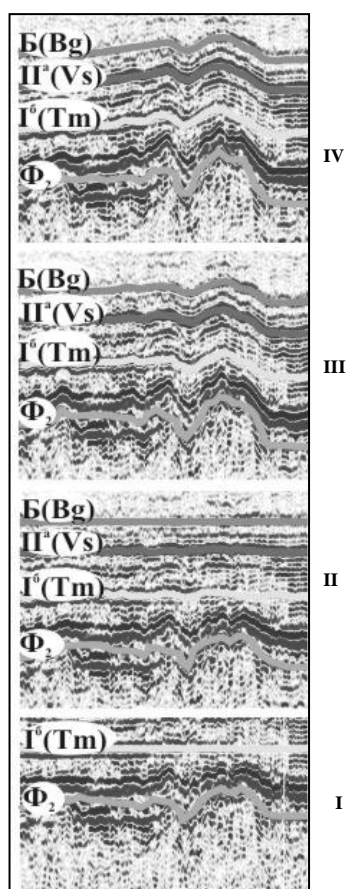


Рис. 2. Временной разрез по профилю



**Рис. 3. Этапы тектонического развития Верх-Тарского поднятия: I – нижне-среднеюрский; II – келловей-волжский; III – ранний мел-аптский; IV – современный**

Нижне-среднеюрский комплекс пород включает отложения урманской, тогурской, салатской и тюменской свит. Подошвой служит доюрской основание, в кровле залегают угольный пласт  $У_2$ , который является и кровлей тюменской свиты. Литологически комплекс представлен песчаниками, алевролитами и аргиллитами с прослоями углей и углистых аргиллитов.

В состав келловей-волжского комплекса входят отложения васюганской, георгиевской и баженовской свит. В отличие от нижне-среднеюрских отложений, сформировавшихся в континентальных условиях, келловей-волжский комплекс пород накапливался в различных обстановках морского осадконакопления.

Юрский этап развития завершился региональной трансгрессией, в эпоху которой сформировалась баженовская свита. Ранний мел-аптский комплекс пород представлен отложениями куломзинской, тарской и киялинской свит, сформировавшихся на фоне региональной регрессии. Завершается этот этап развития аптской трансгрессией, при которой накапливаются глины кошайской пачки.

В истории развития Западно-Сибирского бассейна в мезозое и кайнозое выделено три этапа тектонической активизации [2]: юрский, раннемеловой и позднемеловой-неогеновый. В районе Верх-Тарского поднятия можно выделить два крупных этапа (рис. 3): юрский и раннемеловой.

Анализ временных разрезов показывает, что Верх-Тарское поднятие было сформировано в раннесреднеюрское время, и на момент формирования баженовской свиты территория исследования не претерпевала никаких изменений (рис. 3, I и II этапы). На этом этапе были образованы разломы.

Однако, сопоставление палеорельефа доюрского основания, сформировавшегося к концу волжского века, с современным строением района работ свидетельствует о том, что именно в юрский этап развития были заложены основные тенденции развития структуры. В конце юры – начале мела наблюдается активизация тектонической жизни.

Начинается интенсивное воздымание Верх-Тарского поднятия и относительное погружение его периферийных областей. На конец формирования кошайской пачки Верх-Тарская структура принимает современные очертания (рис. 3, III и IV этапы). Таким образом, анализ истории тектонического развития Верх-Тарского месторождения показывает, что наиболее интенсивный процесс образования поднятия происходил в берриас-аптское время.

На протяжении всей истории развития Верх-Тарское поднятие испытывало тенденцию к росту. Современный облик структуры сформировался к концу апта и до настоящего времени практически не испытывал структурных потрясений.

#### Литература

1. Залазаева Л.В., Запывалов Н.П. Породы-коллекторы продуктивного пласта  $Ю_1$  Верх-Тарского месторождения нефти // Литология и геохимия мезозойских отложений Сибири. – Новосибирск. – Вып. 149. – 1972. – С.42–47.
2. Конторович В.А. Тектоника и нефтегазоносность мезозойско-кайнозойских отложений юго-восточных районов Западной Сибири. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, филиал «ГЕО», 2002. – 253 с.

### ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ И НЕФТЕНОСНОСТЬ БАЖЕНОВСКОЙ СВИТЫ В НАЗЫМСКОЙ ЗОНЕ ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ НЕФТЕГАЗОНОСНОЙ ПРОВИНЦИИ

**М.С. Пушкарев**

Научный руководитель доцент В.А. Казаненков

*Новосибирский государственный университет, г. Новосибирск, Россия*

Назымская зона нефтенакопления расположена в Ханты-Мансийском автономном округе в 100 км северо-западнее г. Ханты-Мансийска. В тектоническом плане изучаемая территория расположена во внутреннем поясе Западно-Сибирской геосинеклизы в пределах Среднеобской региональной ступени и приурочена к северо-восточной части Красноленинской мегамоноклизы. С северо-востока Назымская нефтеносная зона граничит с Южно-Надымской мегамоноклизой, с юго-востока – с Мансийской синеклизой [5].

На территории исследования в 80-х годах прошлого столетия были открыты Средненазымское (1980) и Галыновское (1982) месторождения. При испытании интервалов баженовской свиты в ряде скважин были получены промышленные притоки нефти. Нефтеносность этой части разреза Назымской зоны была предсказана в

середине 1970-х годов рядом исследователей на основе существовавших представлениях о строении коллектора и критериях прогноза [1, 2, 4, 6–8].

В число основных прогнозных критериев были отнесены: высокая концентрация органического углерода (не менее 6% масс.), аномальные пластовые температуры (выше 95–100 °С), аномально высокие электрические сопротивления и высокая естественная радиоактивность. Позднее была обнаружена приуроченность залежей баженовской свиты к кислым плутонам [6]. Однако, несмотря на соответствие всем критериям нефтеносности Назымской зоны, нефтепроявления из баженовской свиты крайне неравномерны – они не выдержаны по площади и разрезу и не контролируются структурным планом. Эти факты свидетельствуют в пользу линзовидного распространения залежей и указывают на наличие в баженовской свите прослоев, при определенных условиях способных формировать коллекторы [4]. Все существующие на сегодняшний день представления о способе формирования коллектора толщи можно свести к двум основным точкам зрения.

Первая была сформулирована Ф.Г. Гурари и И.Ф. Гурари в начале семидесятых годов прошлого века. В ее основу был положен механизм флюидоразрыва материнских отложений, вызванного процессами генерации углеводородов и выделением межслоевой воды при перекристаллизации монтмориллонита [2].

Вторая точка зрения была предложена приблизительно в то же время К.И. Микуленко и заключалась в предположении, что в отложениях баженовской свиты в результате тектонических движений формируется коллектор трещинного типа [7].

Тектоническая модель формирования коллекторов в баженовской свите первоначально не учитывала особенности состава пород и условия, необходимые для формирования трещинного коллектора. Позднее было показано, что трещинные коллекторы не могут формироваться во всей толще, а возникают лишь в совершенно определенных литологических типах пород, обладающих специфическими механическими свойствами. Они должны быть достаточно прочными, чтобы противостоять литостатическому давлению, и в то же время хрупкими, способными дробиться при приложении к ним тектонических напряжений. К таким типам пород относятся кремнистые и карбонатные разновидности. М.Ю. Зубков с коллегами предложил прослои этих пород называть потенциально продуктивными пластами (ППП) [3].

Таким образом, на сегодняшний момент сформулированы необходимые и достаточные условия-критерии для возникновения нефтяных залежей в баженовской свите. Необходимыми условиями являются: гидродинамическая изолированность системы, главная фаза нефтеобразования и наличие плотных, механически хрупких, способных к трещинообразованию прослоев ППП. Достаточными условиями формирования залежей нефти является наличие эффективной, трещинно-кавернозной емкости, образованной в кремнисто-карбонатных литотипах пород вследствие различных геологических процессов.

Исходя из перечисленных критериев, прогноз перспективных на нефть участков в баженовской свите Назымской зоны сводится исключительно к поиску коллекторов в ней. В свою очередь поиск коллекторов заключается в решении двух основных задач: 1) выделение потенциально проницаемых пропластков, определение их толщины; 2) прогноз расположения зон тектонического дробления, с которыми связано образование вторичных трещинных и трещинно-кавернозных коллекторов площадного распространения.

Первая задача решается с помощью данных ГИС. Потенциально проницаемые пласты в разрезе баженовской свиты выделяются по относительному минимуму значений гамма-каротажа, максимума по нейтронному каротажу и максимума скорости распространения упругих колебаний ( $\min \Delta T$ ) [3]. Основными критериями «коллекторского потенциала» баженовской свиты Назымской зоны являются: число ППП в разрезе и их толщины.

Для решения второй задачи используется анализ отражения, сформированного баженовской свитой (отражающий горизонт Б). В процессе исследования были обработаны данные ГИС по 37 скважинам, выполнена корреляция баженовской свиты, построена структурная карта ее кровли, карта изопакит, карта максимальных значений естественной радиоактивности и карта распространения потенциальных коллекторов по площади.

Также выполнена корреляция баженовской толщи на стандартных временных разрезах, анализ волновой картины отражающего горизонта Б и анализ результатов испытаний баженовской свиты Назымской зоны. Структурный план кровли баженовской свиты погружен на север, абсолютные отметки глубин колеблются в пределах от -2740 до -2490 м. В пределах Галяновского месторождения фиксируются два локальных поднятия: Галяновское (амплитуда 55 м) и Северо-Галяновское (15 м). В пределах Средненазымской площади в структурном плане кровли баженовской свиты выделяется серия малоамплитудных локальных поднятий неизометричной формы.

Мощность баженовской свиты на территории исследования варьирует от 20 до 34 м; минимальные толщины отмечены в северо-восточной части зоны, отвечая Средненазымскому палеоподнятию. Число потенциально проницаемых пластов в разрезе баженовской свиты в пределах Назымской зоны нефтенакопления меняется от 0 до 6, при этом большая их концентрация отмечается на Галяновской площади. В среднем, в разрезе свиты количество потенциальных коллекторов составляет 2–3, их мощность достигает 2,4 м. Баженовская свита на территории исследования была испытана в 25 скважинах, при этом 7 оказались «сухими», в 8 скважинах получены притоки от 2,5 до 37 м<sup>3</sup>/сутки, остальные дали незначительные притоки нефти.

Промышленные притоки связаны со скважинами, вскрывшими 2–4 ППП, суммарной мощностью коллектора от 0,5 до 3,5 м. Таким образом, общая мощность потенциальных коллекторов не влияет на продуктивность. Некоторые скважины, находящиеся на перспективных площадях по числу и мощности ППП, в результате испытаний притока из баженовской свиты не дали. Испытания других интервалов тех же скважин выявили лишь воду с признаками нефти в тюменской свите и породах доюрского основания.

Таким образом, скважины, не давшие притока из баженовской толщи, являются непродуктивными на нефть по всему разрезу. Возможно, это связано с активизацией тектонических процессов, приведших к рассеиванию углеводородов.

Существующая корреляционная связь между концентрацией органического вещества в материнской породе и ее естественной радиоактивностью, позволяет использовать данные радиоактивного каротажа для оценки нефтематеринского потенциала баженовской свиты. Предполагая автохтонный характер залежей нефти можно использовать повышенные значения гамма-каротажа в качестве критерия нефтеносности баженовской свиты исследуемой площади [1, 8, 9]. Анализ данных испытаний указывает на отсутствие какой-либо связи между радиоактивностью и продуктивностью баженовской свиты.

Таким образом, нельзя исключить латеральную миграцию углеводородов баженовской свиты, приведшую к формированию аллохтонных залежей.

Несмотря на отсутствие полного структурного контроля над залежами, высокопродуктивные скважины приурочены к вершинам и склонам локальных поднятий. Предположительно, это связано с повышенными механическими напряжениями этих зон, что в свою очередь приводит к хрупким деформациям потенциальных коллекторов и возникновению пустотной емкости. Действительно, отражение, сформированное баженовской свитой рядом со скв. №219 (давней приток 20,2 м<sup>3</sup>/сутки), характеризуется повышенной сейсмической мутностью, приуроченной к склоновой части локального поднятия.

Сейсмическая мутность обусловлена рассеиванием проходящих волн в гетерогенной (неоднородной) части разреза [10]. В данном случае этот эффект вызван дифракцией в трещиноватых коллекторах баженовской свиты. Анализ характера отражения горизонта Б всех высокопродуктивных скважин Назымской зоны выявил наличие сейсмически мутных зон.

Напротив, «сухие» скважины в структурном плане приурочены к подошвенным частям поднятий или депрессионным зонам. Анализ волновых картин этих участков не выявил зон повышенного рассеивания волн.

На основании полученных результатов можно сделать вывод, что литогенетический и тектонический факторы являются детерминирующими в образовании нефтяных залежей баженовской свиты. Наличие в разрезе карбонатных и кремнистых пластов, способных к растрескиванию и дроблению обуславливает коллекторский потенциал баженовской толщи.

Однако, тектоническая активность контролирует его реализацию. Анализ структурного плана и сейсмических данных показал, что зоны повышенных тектонических напряжений баженовской свиты Назымской зоны тяготеют к вершинам и склонам локальных структур.

#### Литература

1. Гурари Ф.Г. Глинистые битуминозные толщи – новый тип коллекторов нефти и газа. Коллекторы нефти и газа и флюидоупоры. – Новосибирск: Наука, 1983. – С. 10–18.
2. Гурари Ф.Г., Гурари И.Ф. Формирование залежей в аргиллитах баженовской свиты Западной Сибири // Геология нефти и газа, 1974. – №5. – С. 36–40.
3. Зубков М.Ю., Каган М.В., Вокин Р.Д. и др. Прогноз продуктивных зон в отложениях баженовской и абалакской свит Средне Назымского лицензионного участка // Пути реализации нефтегазового потенциала ХМАО / Материалы XI научно-практической конференции. – Ханты-Мансийск, 2008. – С. 64–81.
4. Коллекторы нефти баженовской свиты Западной Сибири. /Под ред. Т.В. Дорофеевой. – Л: Недра, 1983. – 131 с.
5. Конторович В.А., Беляев С.Ю., Конторович А.Э. и др. Тектоническое строение и история развития Западно-Сибирской геосинеклизы в мезозое и кайнозое // Геология и геофизика, 2001. – Т. 42. – №11–12. – С. 1832–1845.
6. Краснов С.Г., Хуторской М.Д. О влиянии интрузий в фундаменте Западно-Сибирской плиты на нефтеносность баженовской свиты // Доклады АН СССР, 1978. – Т. 243. – №4. – С. 995–997.
7. Микуленко К.И. Перспективы нефтегазоносности отложений баженовской свиты центральных и южных районов Западно-Сибирской плиты // Тр. СНИИГГиМС, 1974. – Вып. 194. – С. 37–41.
8. Нестеров И.И. Нефтегазоносность битуминозных глин баженовской свиты западной Сибири // Советская геология, 1980. – №11. – С. 3–10.
9. Нестеров И.И. Новый тип коллектора нефти и газа // Геология нефти и газа, 1979. – №10. – С. 26–29.
10. Николаев А.В. Сейсмика неоднородных и мутных сред. – М.: Наука, 1972. – 174 с.
11. Рослов Ю.В., Ефимова Н.Н., Кремлев А.Н., Павленкин А.Д. Сейсмические признаки флюидопотока и связанных с ним залежей // Геофизика, 2009. – №2. – С. 26–30.

### НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ СРЕДНЕПАЛЕОЗОЙСКИХ ГЛИНИСТО-КАРБОНАТНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ВАГАЙ-ИШИМСКОГО ПРОГИБА (ЮГО-ЗАПАД ЗАПАДНОЙ СИБИРИ)

**С.А. Сапурин**

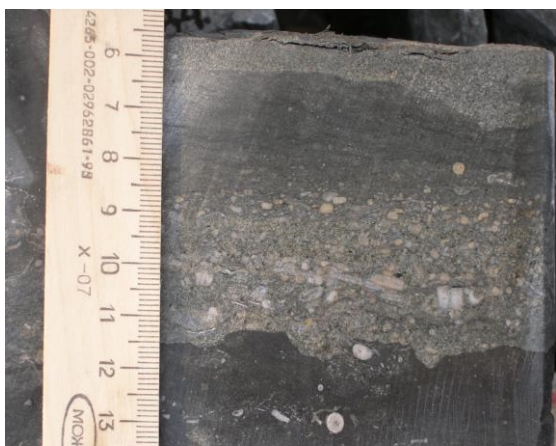
Научный руководитель профессор Г.А. Мизенс

*Уральский государственный горный университет, г. Екатеринбург, Россия*

Во многих разрезах верхнего девона и нижнего карбона Вагай-Ишимского прогиба развиты своеобразные карбонатные толщи с большим количеством неравномерно распределенного глинистого материала. Они сложены, в том числе, смешанными глинисто-карбонатными породами, структурные особенности которых плохо укладываются в рамки существующих классификаций. В шлифах эти особенности лучше всего заметны. В целом, описываемый материал – это буроватая крипнокристаллическая глинистая порода, переполненная тонкими неправильными выделениями коррозионного кристаллического кальцита. В глинистую массу, как в матрикс,

погружены разнообразные биокласты, среди которых больше всего члеников криноидей и их обломков. Распространены также обломки (иногда целые раковины) брахиопод, фрагменты мшанок, водоросли (красные, зеленые и сине-зеленые), остракоды, местами многочисленные спикулы кремневых губок, встречаются кораллы (одиночные и колониальные), трилобиты, гастроподы. Органические остатки распределены неравномерно (рассеяны в породе или образуют скопления – гнезда, линзы), они часто несортированы, со следами окатанности. Размеры биокластов от 0,1–0,2 мм до 5–10 мм и больше. Полости в раковинах, поры мшанок, каналы в члениках криноидей заполнены криптокристаллическим глинистым веществом, открытых пор практически нет. В местах (линзах), где биокласты сгружены, они сцементированы кристаллическим кальцитом. Кроме перечисленных биокластов в глинистой массе содержатся перекристаллизованные спикулы известковых губок, но они обычно хорошо сортированы и равномерно сгружены. При растворении такой породы устанавливается, что карбонатная составляющая в ней от нескольких до 70–80 процентов. Наряду с глинистым и карбонатным веществом порода нередко содержит силикатные обломочные зерна (кварц, полевые шпаты, обломки вулканических пород), а также глауконит, который иногда встречается и в порах скелетных остатков.

Формально, по относительно общепринятой [4] трёхкомпонентной классификации карбонатно-глинистых пород, рассматриваемые образования должны быть отнесены к глинистым известнякам, мергелям и глинистым мергелям (соответственно 10–25, 25–50 и 50–75 % глинистых частиц). В то же время, упомянутая классификация (как и другие сходные), основана на равномерном распределении глинистых и карбонатных частиц с образованием однородной массы, которая формируется в результате одновременного осаждения глинистого и карбонатного ила. Структуры таких пород определяются по классификациям Р. Фолка и Р. Данхема исходя из наличия и типа форменных элементов (карбонатных зёрен – аллохем) и их взаимоотношений с матриком (микрозернистым карбонатным и глинисто-карбонатным материалом) и цементом (кристаллическим карбонатом) [2]. В нашем же случае, глинистая и карбонатная составляющие образовались в разных местах и, возможно, с некоторой разницей во времени. Глинистая масса существовала до того, как туда попали несортированные обломки разнообразных скелетных остатков. Возможно, только спикулы известковых губок, приуроченные к глинистой породе, имеют с ней своего рода генетическую связь.



**Рис. Градационная сортировка скелетных остатков**

Изучение текстурных особенностей рассматриваемых пород на макроуровне позволяет оценить их фациальную природу. В целом для этих образований характерно неправильно линзовидное переслаивание пород с различным соотношением глинистого вещества и биокластов.

Линзы и линзовидные пласты плохо сортированных пород имеют мощности от нескольких сантиметров до нескольких десятков сантиметров. Они, как правило, интенсивно биотурбированы – присутствуют ходы илюедов различных размеров, ориентированных как субгоризонтально, так и вертикально. Поверхности напластования часто неровные, со следами взмучивания и карманами, видимой глубиной до 10 см. В некоторых случаях пласты (линзы) имеют относительно однородное строение – с биокластами, рассеянными равномерно в глинистом матриксе, чаще, однако, наблюдаются тела с расплывчато-линзовидным внутренним строением или с градационной сортировкой скелетных остатков (рис.).

В последнем случае в основании пласта залегают плотно сгруженные, относительно крупные биокласты (в основном членики криноидей и их обломки), закономерно сменяющиеся более тонкими обломками, рассеянными в глинистой массе. Такой пласт нередко заканчивается относительно чистыми аргиллитами, иногда с неотчетливой тонкой слоистостью. Характерной особенностью существенно глинистых пластов с массивными или расплывчато-линзовидными текстурами является присутствие (наряду с биокластами) многочисленных хорошо сохранившихся протяженных сеточек мшанок.

Описанные линзовидные пласты со сложными текстурами нередко разделены маломощными (от нескольких миллиметров до нескольких сантиметров) прослоями чистых тонко- и микрослоистых глинистых пород, иногда с примесью комочков глауконита. Но эта слоистость не всегда сохраняется, во многих случаях она нарушена ходами илюедов.

Таким образом, в составе изучаемых пород просматриваются две составляющие: фоновая и наложенная. Фоновая представлена глинистым веществом, часто содержащим ориентированные спикулы известковых губок и другой тонкий раковинный детрит (шлам), реже микрозернистым комковатым и стустковым карбонатом с остатками тонкостенных раковин, водорослей. Вероятнее всего, к этой составляющей относятся и комочки глауконита, хотя они часто бывают переотложены. Вторая компонента – разнообразные биокласты, крупные и мелкие, часто несортированные и со следами окатанности, а также терригенные силикатные зерна.

#### ***Пласт карбонатно-глинистой породы с градационной сортировкой биокластов***

При этом характерно, что все скелетные остатки фактически являются сингенетичными (имеют одинаковый возраст). Обломки более древних известняков (интракласты), в том числе с более древними органическими остатками, не встречаются. Отсюда можно предположить, что фоновое осадконакопление происходило в пределах глау-

бокой части открытого шельфа, глубже уровня, затронутого обычным волнением. Там формировались глинистые, реже карбонатные илы с известковыми губками, тонкостенными брахиоподами, остракодами, а в карбонатах и водорослями. Штормовым волнением, в эту зону с органогенных построек сбрасывались остатки разнообразных мелководных организмов, главным образом криноидей. При этом они волнами дробились и слегка окатывались. Течениями, вызванными штормами, и собственно штормовыми волнами, обломочный материал перемешивался с фоновым, образовались разнообразные промоины, которые заполнялись биокластами. Пласты таких отложений формировались «геологически мгновенно». Придонные воды были богаты кислородом, о чем свидетельствует также обильная биотурбация. По Дж. Уилсону [3], описанные признаки указывают на обстановку открытого шельфа ниже базиса волнения, для которого характерны глубины от десятков до 100-150 метров, насыщенность воды кислородом и нормальная солёность. В этой зоне, согласно Дж. Уилсону, формируются своеобразные карбонатные купола – типичные формы аккумуляции карбонатов в условиях спокойных вод. Они обнаруживают вертикальную последовательность фаций. Снизу вверх: 1 – микрозернистый осадок с большим количеством биокластов (членики иглокожих с обломками раковин брахиопод), 2 – ядро – микрокристаллическая основная масса (микрит), в которую включены остатки организмов, способных сохранять тонкий илистый осадок (для раннего карбона это мшанки), 3 – вершина – может быть выше базиса действия волн – каркасно-связанный рифогенный известняк, 4 – фланкирующие слои, одевающие склоны купола, сложены органогенным детритом. Сходная последовательность характерна для описанных нами отложений.

Для этой зоны шельфа обычно очень характерны штормовые режимы седиментации, формирование темпеститов (штормовых отложений) [5], текстурные особенности которых идентичны описанным выше. Наблюдаемые темпеститы есть реализованный «вариант сноса обломочного материала с мелководья» за счёт придонных течений, генерируемых штормом, и перемешивания его с более глубоководным тонкозернистым осадком [1]. По мнению А.В. Дронова, такое распределение глинистого вещества и размерности частиц отвечает дистальным (наиболее отдалённым от берега) темпеститам. В разрезе исследуемой территории по керну скважин выделяются целые серии темпеститов – последствия наиболее крупных штормов.

В совокупности биокласты и глинистый матрикс образуют особые глинисто-карбонатные породы – глинистые известняки и известковые аргиллиты, которые, скорее, могут служить флюидоупором (покрышкой), чем коллектором для углеводородов, так как пористость у них резко сокращена по сравнению с обычными известняками, в том числе и вследствие закупоривания внутризерновых пор глинистой массой.

#### Литература

1. Дронов А.В. Штормовая седиментация в нижнеордовикских карбонатно-терригенных отложениях окрестностей Санкт-Петербурга // Бюллетень МОИП. Отд. Геологии, 1998. – Т.73. – Вып.2. – С. 43 – 51.
2. Кузнецов В.Г. Осадочные горные породы и их изучение. – М.: Недра, 1973. – 511 с.
3. Уилсон Дж. Л. Карбонатные фации в геологической истории / Перевод с англ. М.: Недра, 1980. – 464 с.
4. Систематика и классификация осадочных пород и их аналогов. С-Пб: Недра, 1998. – 351 с.
5. Циклическая и событийная стратиграфия / Под ред. Г. Эйзеле и А. Зейлахера / Перевод с англ. М.: Мир, 1985. – 504 с.

#### ГЕОЛОГО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ. ДИАГРАММЫ ПИКСЛЕРА

**Н.В. Свиридов**

Научный руководитель ассистент А.А. Коновалова

*Самарский государственный технический университет, г. Самара, Россия*

Как известно, геолого-технологические исследования (ГТИ) являются неотъемлемой частью геофизических работ, проводимых при строительстве нефтяных и газовых скважин [1].

Газовый каротаж является одним из методов ГТИ, а точнее, методом, который трудно причислить к разряду технологических или геологических методов ГТИ, потому что и те и другие исследования опираются на данные, полученные путем изучения количества и состава газа, попавшего в буровой раствор из разбуриваемых или вскрытых скважиной пластов, содержащих углеводородные газы.

Специалистам службы ГТИ хорошо известно, что методики, применяемые для интерпретации газового каротажа в реальных ситуациях при проведении ГТИ на скважине, из-за большого количества осложняющих и неучтенных факторов, как правило, не работают из-за того, что на практике не получается идеализированных условий, на которые чаще всего опираются исследователи-теоретики.

В частности, методы определения по составу газа насыщения пройденного или разбуриваемого пласта долгое время не давали желаемых результатов. Проблема, как видится, в том, что, во-первых, в процессе проведения исследований на скважине не выдерживается постоянный режим работы хроматографа; во-вторых, в том, что газ, поднимаясь от устья скважины к забою, меняет свои характеристики; а в-третьих, также в недостатке самих методов, которые подразумевают накопление и анализ большого фактического материала по той или иной площади работ для того, чтобы привести все данные к единому знаменателю.

Реальный газ, который приходится анализировать контрольно-интерпретационной службе, далек от газа, характеризующего характер насыщения разбуриваемой породы, в том числе и от газа перспективных пластов, вскрываемых скважиной. Используя полевой материал можно вывести лишь ряд закономерностей, которые проявляются совершенно отчетливо при вскрытии перспективных пластов, но они решают проблему на уровне оп-



ределения наличия нефти или газа в пласте, но не претендуют на точное определение состава пластового флюида.

Способ количественной интерпретации данных газового каротажа, оценки продуктивности пластов по данным газового каротажа с использованием методики Пикслера (расчет значений по реальным данным со скважины) в настоящее время опробуется на материалах, взятых со скважин, но уже полученные результаты весьма вдохновляют. Подход к проблеме автора методики принципиально отличает его от предшественников, поскольку им при определении потенциальной продуктивности пласта используется не фактическая величина газопоказаний, а изменение значений и состава газа относительно фоновых показаний, взятых по интерпретируемой скважине. Расчеты Пикслера позволяют увидеть относительную картину поведения газовых кривых, что, как видится исследователям, целесообразно в условиях полевой обработки материала.

Часто упоминаемые диаграммы Пикслера (по имени В.О. Pixler), позволяют получить следующую информацию:

- тип флюида: газ, нефть или газоконденсат;
- тяжесть нефти и влажность газа;
- продуктивность пласта;
- проницаемость пласта;
- наличие пластовой воды.

График показывает соотношение абсолютного количества каждого углеводорода (этан, пропан, бутан, пентан) к количеству метана в газовой пробе.

На действующих скважинах были проведены серии опытов по вычислению отношений метана к тяжелым газам. В результате на графиках выявлены возможные области продуктивных (нефтяных, газовых) и непродуктивных зон.

Местоположение кривой определит вероятный нефтепродукт, по графикам также можно оценить водонасыщенность и проницаемость области.

Очевидное преимущество такого экспресс-анализа данных состоит в том, что оценка продуктивности зоны возможна с задержкой всего лишь на время отставания выхода газа.

Коротко технологию интерпретации газа по Пикслеру можно охарактеризовать следующим образом:

Точка соотношения C1/C2 определяет состав пластового флюида. Пластовый флюид может быть представлен легким непродуктивным газом, сухим или жирным газом, легкой, средней или тяжелой подвижной нефтью или связанной (неподвижной) непродуктивной нефтью.

Наклон линий, соединяющих точки соотношения остальных газов, определяют характер насыщения пласта: углеводороды или углеводороды + вода, и дают информацию о его проницаемости:

1. положительные наклоны линий обозначают продуктивные углеводороды;
2. отрицательный наклон линии, хотя бы на отдельном отрезке обозначает обводненность;
3. наклон линии, близкий к наклону базовых линий (красных), обозначает хорошую проницаемость;
4. чем круче наклон линии, тем хуже проницаемость; очень крутой наклон может обозначать совершенно непроницаемые породы;
5. если точка C1/C2 расположена высоко в области продуктивного газа или низко в области продуктивной нефти, это может означать и непродуктивные углеводороды [2].

Представляется целесообразным демонстрацией нескольких рабочих ситуаций, позволяющих увидеть реальные результаты вышеописанной методики интерпретации газа по Пикслеру. Полевой материал любезно предоставлен ООО «Геоконтроль», г. Самара, взят (геолог Селиванов Ю.А.) с реальной скважины

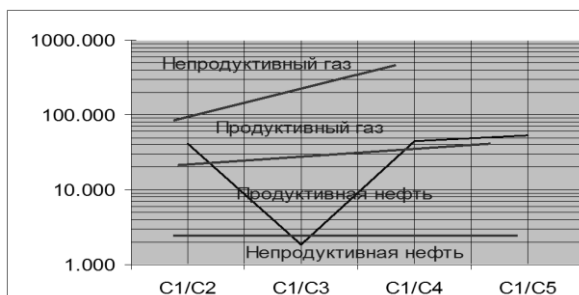


Рис. 1. Аномалия А1, глубина 407 м

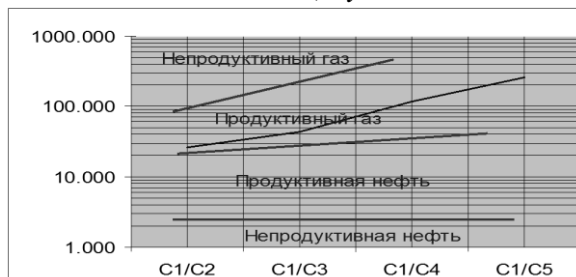


Рис. 2. Аномалия А2, глубина 958 м

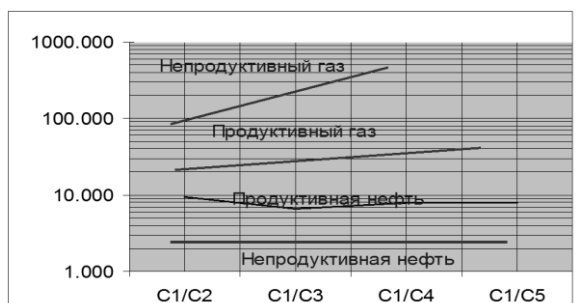


Рис. 3. Аномалия А3, глубина 1131 м

(Казахстан)

Аномалия А1 (рис. 1) образована повышением уровня газов напротив пласта алевролитов толщиной 5 м. Соотношение углеводородных газов свидетельствуют о том, что пласт, вероятно, насыщен продуктивным

газом. Вмещающие породы характеризуются плохой проницаемостью и обводненностью. Вследствие низких ФЕС и обводненности данный горизонт, скорее всего, не представляет интереса для разработки.

Аномалия А2 (рис. 2) образована напротив пласта гравийников полимиктовых толщиной 3 м. Соотношения углеводородных газов свидетельствуют о насыщении данного горизонта жирным газом или газоконденсатом. Вмещающие породы характеризуются хорошей проницаемостью и отсутствием воды. Возможно, объект представляет интерес для промышленной разработки.

Аномалия А3 (рис. 3) отмечается напротив пласта алевролитов, гравелитов и песчаников толщиной 5 м. Соотношения углеводородных газов свидетельствует о насыщении данного слоя продуктивной нефтью средней плотности. Вмещающие породы характеризуются хорошей проницаемостью и обводненностью. Объект может представлять интерес для разработки и рекомендуется к испытаниям.

Полевые результаты, полученные при использовании методики интерпретации газа по Пикслеру, показали полный успех данной методики при применении ее к фактическим данным газового каротажа станции ГТИ. Безусловным плюсом описываемой методики является тот факт, что достоверные результаты были получены интерпретаторами материала даже в условиях анализа недостаточно корректного фактического материала, поскольку относительная картина показаний газоаналитической аппаратуры сохраняется и в этом случае. Однако методика, безусловно, требует доработки и дальнейших исследований.

Хотя графики соотношений показали себя как довольно точный индикатор продуктивных зон на примере одной скважины, не стоит брать его как абсолют для любого месторождения. Если имеется возможность, эти значения можно подстроить под конкретный регион. Эта задача и стоит перед исследователями: в дальнейшем планируется построение диаграмм Пикслера для западной Сибири, Самарского региона, Казахстана.

## ГАЗОГИДРАТНЫЕ ЗАЛЕЖИ ШЕЛЬФА КАСПИЙСКОГО МОРЯ

**А.В. Синченко, А.С. Корниенко**

Научный руководитель профессор А.Е. Воробьев

*Российский университет дружбы народов, г. Москва, Россия*

В настоящее время скопления газогидратов, расположенные ниже дна морей и океанов, вызывают повышенный интерес. Связано это с тем фактом, что в долгосрочной перспективе они могут стать неисчерпаемым источником природного газа благодаря их огромным запасам, неглубокому залеганию и концентрированному состоянию. Газогидраты являются главным открытием геологии XX века.

Гидраты газов представляют собой твердые соединения (клатраты), в которых молекулы газа при определенных давлении и температуре заполняют структурные пустоты кристаллической решетки, образованной молекулами воды с помощью водородной связи (слабой связи).

Условия образования гидратов определяются составом газа, состоянием воды, внешними давлением и температурой и выражаются диаграммой гетерогенного состояния.

Плотность гидратов природных газов составляет от 0,9 до 1,1 г/см<sup>3</sup>.

Большая часть гидратов сосредоточена на материковых окраинах, где глубина вод составляет примерно 500 м. В этих зонах вода выносит органический материал и содержит питательные вещества для бактерий, в результате жизнедеятельности которых выделяется метан (рис. 1).

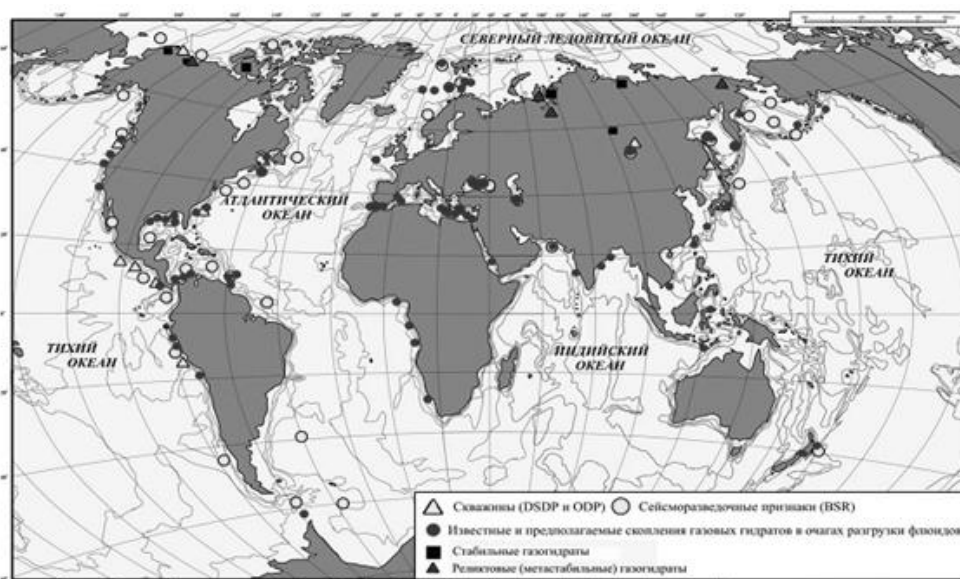


Рис. 1. Континентальные и субаквальные гидратопоявления

Рассмотрим скопления газогидратов на примере шельфа Каспийского моря. В 1979 г. в Южном Каспии определены и описаны газогидраты. На станции (глубина моря 480 м) в районе действия грязевого вулкана, дночерпателем был поднят газонасыщенный, интенсивно пузырящийся осадок песчано-известковисто-глинистого состава, с пиритом и дендритоподобными глинисто-карбонатными включениями, содержащий мелкие и крупные (до 5 см в поперечнике) обломки газогидратов. Содержание газогидратов в осадке визуальное оценивается в 5–10% от объема грунта. Температура вмещающего осадка 9 °С; рН=9.

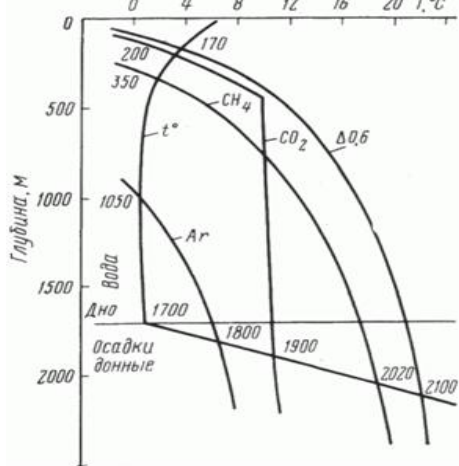


Рис. 2. График зависимости глубины зоны гидратообразования в акватории морей и океанов

В углеводородных газах биохимического происхождения преобладает метан, примесь его гомологов и их производных составляет тысячные и десятитысячные доли процента, редко увеличиваясь до десятых и сотых долей процента, причем в основном за счет этана. Кроме того, в современных осадках почти всегда обнаруживается ничтожная примесь непредельных углеводородов, в первую очередь этилена и нередко пропилена. В газовой смеси газогидратов из южнокаспийского грязевого вулкана отмечается весьма высокое содержание гомологов метана и их производных (до 17%), значительное количество (до 12 компонентов) углеводородов выше С6 (до 4,6 об. % суммы объемов всех газов), которые в биохимических газах современных осадков не были обнаружены. В газах газогидратов грязевого вулкана не обнаружены непредельные углеводороды, характерные для газов биохимической природы.

Гидраты метана могут находиться в осадочной толще до тех пор, пока она не опустится ниже границы их стабильности, обусловленной ростом температур за счет геотермического градиента, равного в среднем 3,5°С/100 м [1–3]. Мощность зоны гидратообразования зависит от глубины бассейна и температуры его придонных вод и колеблется от 100 м в Южном Каспии до 150 м в глубоководной области Черного моря и до 300–350 м в северных морях на глубинах около 1000 м.

Снизу к зонам гидратообразования могут подступать миграционные газы, которые будут скапливаться под покрывкой седиментационных газогидратов. Разрушение седиментационных газогидратов при погружении осадочной толщи ниже нижней границы их стабильности приведет к возникновению скоплений свободного газа. При разрушении газогидратов объем газа увеличится в 160–180 раз.

Чем меньше глубина бассейна и чем выше температура придонных вод, тем меньше мощность зоны гидратообразования (рис. 2).

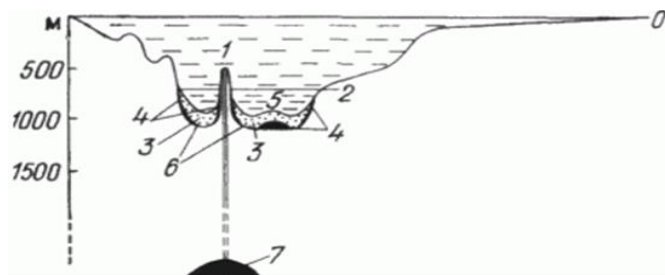


Рис. 3. Схема образования газогидратов из миграционных и седиментационных газов (на примере Южного Каспия)

В Южном Каспии представляется целесообразным проведение акустических исследований в районах многочисленных локальных поднятий внутри глубоководной котловины. Вершины этих поднятий расположены на глубинах около 700 м, подошвы — на глубинах около 900 м. Как было сказано выше, мощность зоны гидратообразования здесь не превышает 100 м. Следовательно, чтобы достигнуть газовых скоплений под подошвой зоны гидратообразования суммарная длина бурильного инструмента должна быть равной 800–900 м (рис. 3).

1. Реальные газогидраты, образовавшиеся за счет адиабатических процессов из миграционных углеводородных газов в жерле грязевого вулкана на поднятии Шатского;
2. Теоретически рассчитанная верхняя граница стабильности газогидратов по условиям Р и Т;
3. Теоретически возможная зона образования седиментационных газогидратов (ЗГО);
4. Теоретические возможные залежи свободного газа в областях подъема нижней границы ЗГО;
5. Локальное поднятие;
6. Теоретически вычисленная нижняя граница стабильности газогидратов, с которой совпадает отражающий горизонт БСР;
7. Газонефтяная залежь или зона АВПД в породах осадочного чехла под поднятием Шатского.

Литература

1. Васильев В.Г., Макогон Ю.Ф., Требин Ф.А. и др. // Свойство природных газов находиться в земной коре в твердом состоянии и образовывать газогидратные залежи / В кн.: Открытия СССР. 1968–1969. – М., 1970. – С. 5.
2. Ефремова А.Г., Гритчина Н.Д., Кулакова Л.С. и др. // Об обнаружении газогидратов в Южном Каспии / Экспресс-информация. – М.: ВНИИЭГазпром, 1979. – № 21. – С. 12–13.
3. Макогон Ю.Ф. Гидраты природных газов. – М.: Недра, 1974.

**ОПЫТ ДОБЫЧИ НЕФТИ ЗАВОДНЕНИЕМ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН:  
ДОСТИЖЕНИЯ И ПРОБЛЕМЫ**

**Р.Р. Ситдиков, И.Ф. Шарифьянов**

Научный руководитель профессор С.К. Мустафин  
*Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия*

Заводнение широко используется как вторичный метод добычи нефти. Начало эффективной реализации заводнения положено в США при добыче УВ из терригенных коллекторов месторождений Аллегани (1920 г.), Брэдфорд (1921 г.) [10]. Успех метода определяют знания о состоянии подземных вод объекта разработки [9].

В отечественной практике нефтедобычи заводнение впервые было использовано в Республике Башкортостан (РБ) при разработке пластов Д<sub>II</sub> и Д<sub>I</sub>, приуроченного к Южно-Татарскому своду, Туймазинского месторождения – одного из крупнейших объектов нефтедобычи Волго-Уральской нефтегазоносной провинции. ОАО «Башнефть» имеет богатый опыт эффективного использования заводнения. Закачка воды динамично росла с 0,2 млн. м<sup>3</sup> в 1948 г. при добыче 3,77 млн. т нефти до своего максимального значения – 301 млн. м<sup>3</sup> обеспечившего в 1988 г. добычу 30,51 млн. т нефти Пик нефтедобычи 47,85 млн. т, достигнутый в 1967 году, обеспечивался закачкой 115,9 млн. м<sup>3</sup> воды (табл.) [1].

*Таблица*

*Динамика изменения показателей разработки месторождений нефти Республики Башкортостан с использованием заводнения (по материалам [1])*

Год	Добыча, млн. т		Действующий фонд скважин, ед.		Закачка воды, млн. м <sup>3</sup>	Обводнённость, % вес.
	нефти	жидкости	добывающих	нагнетательных		
1948	3,77	4,11	688	13	0,2	8,1
1952	8,70	9,14	1118	70	11,9	4,8
1964	41,32	57,65	4364	382	76,0	28,3
1967	47,85	91,35	5946	812	115,9	47,6
1968	46,75	102,59	6447	950	127,8	54,4
1976	40,16	159,95	11092	1796	157,5	74,9
1988	30,51	330,92	18554	3683	301,2	90,8
1992	23,78	289,44	18479	3615	258,4	91,8
1995	17,74	208,16	15602	3076	180,7	91,5

Заводнение на Туймазинском месторождении реализуется с 1948 г., согласно «Рациональной разработке месторождения девонской нефти в Туймазах», где при характеристике «Основных особенностей разработки девонских горизонтов» описаны: условия прекращения фонтанирования скважин; условия сохранения однофазности нефти; прогноз темпа падения пластового давления; поддержание пластового давления. Гидродинамическими расчётами обоснованы: размещение рядов скважин и расчётные варианты; сроки разработки и средние дебиты; законтурное заводнение пласта [5].

Эффективность применения заводнения на Туймазинском месторождении подтверждается тем, что из девонских пластов с использованием этого метода отобрано нефти в два раза больше, чем удалось бы извлечь без закачки воды. На поздней и заключительной стадиях разработки проявился и ряд проблем, вызванных заводнением. Это ухудшение структуры остаточных извлекаемых запасов за счёт опережающего отбора нефти из участков с лучшими коллекторскими свойствами, резкого снижения эффективности заводнения из-за прорыва закачиваемой воды по высокопроницаемым пластам и прослоям, появления больших заводнённых зон с высокой степенью промывки.

Это и возрастающая роль регулирования отборов жидкости и закачки воды для предотвращения непроизводительных затрат энергии закачиваемой воды; стабилизация, а иногда и снижение обводнённости добываемой продукции, в основном в результате интенсивной иногда необоснованной остановки высоко обводнённых скважин. При отключении последних следует предусмотреть возможности перехода на циклическую закачку и отбор при снижении объёмов закачки воды в нагнетательные скважины и осуществление мониторинга за характеристиками вытеснения [3]. Примером эффективного использования заводнения при нефтедобыче может служить разработка западной залежи Воядинского нефтяного месторождения (Верхнекамская впадина), коллектором нефти которой служат отложения терригенной толщи нижнего карбона (ТТНК). В 1996 г. действующий фонд скважин на объекте включал 59 единиц, нагнетательных – 16. Добыча составляла 171 т/сут., добыча жидкости – 2254 м<sup>3</sup>/сут., компенсация отбора закачкой – 78,2%. Накопленная добыча нефти составляла 4294 тыс. т, что составляет 98,4% от начальных извлекаемых запасов; накопленная добыча жидкости – 18293 тыс. м<sup>3</sup>; накопленная закачка воды – 18725 тыс. м<sup>3</sup>, компенсация с начала разработки – 102,4%. Для снижения темпов обводнённо-

сти и увеличения добычи нефти была разработана и реализована в 1996 году программа смены направлений фильтрационных потоков жидкости. Восемь добывающих скважин были переведены под закачку, а в 7 нагнетательных скважинах закачка была прекращена.

Дополнительная добыча к началу 2002 года составила 35,6 тыс. т., при сокращении попутно добываемой воды на 98 тыс. м<sup>3</sup>. Нестационарное заводнение для регулирования выработки литологически неоднородных пластов ТТНК позволило повысить текущие отборы нефти за счёт снижения текущей обводнённости, улучшить технико-экономические показатели разработки, повысить нефтеотдачу, а для нефтей повышенной вязкости увеличить продолжительность рентабельной работы скважин [6].

Оптимизации заводнения и регулирования интенсивности отбора нефти помогут карты температурных полей, отражающие размещение охлаждённых зон влияния скважин. Такая карта составлена для Абдрахмановской площади Ромашкинского нефтяного месторождения (Татарстан) – крупнейшего объекта Волго-Уральской нефтегазоносной провинции. Программа позволяет на основе промысловых данных по закачке воды за время эксплуатации участка (площади, объекта, горизонта, залежи, месторождения) составить карту температурных полей нефтеносного пласта. Выпадение парафина на объекте начинается при охлаждении пластов до 18–22 °С [8].

Карты температурных полей зон активного заводнения этого месторождения показали, что наибольшее охлаждение пласта происходит в зонах интенсивной работы нагнетательных скважин и на участках с наибольшей проницаемостью коллектора. Форсирование отборов жидкости и закачки воды приводит к большему охлаждению пласта. Карты температурных полей различных стадий разработки позволяют выявить зоны с пониженной температурой пласта, дать рекомендации по её повышению [2].

Анализ результатов опыта ОАО «Татнефть» по применению заводнения на нефтяных месторождениях Татарии, относящихся, как и объекты РБ, к Волго-Уральскому нефтегазодонному бассейну, показал высокую эффективность метода и выявил ряд недостатков его использования. Не обеспечивается полнота охвата заводнением пластов неоднородных расчленённых объектов, что исключает из разработки значительные объёмы трудноизвлекаемых запасов вследствие разноскоростной выработки пластов.

Ухудшается добыча оставшихся извлекаемых запасов из не вырабатываемых или слабо вырабатываемых менее проницаемых, смежных с заводняемыми, пластов из-за выпадения парафина и переохлаждения пласта при закачке холодных вод и ухудшения свойств нефти (повышение вязкости, утяжеление, осернение) [7].

Разработка месторождений РБ, вступивших в позднюю и заключительную стадии эксплуатации, с применением заводнения сопровождается значительными объёмами добычи и закачки пластовых вод. Остаточные извлекаемые запасы высокообводнены (95%) и в значительной степени выработаны. Средний коэффициент извлечения нефти сейчас составляет 34,7% при проектном значении 41,8%, средняя степень выработки начальных извлекаемых запасов равна 82,8%. Сегодня актуальная проблема повышения эффективности доработки заводнением длительно эксплуатируемых объектов, содержащих более половины остаточных запасов нефти [8].

На месторождениях РБ реализованы все известные вторичные методы увеличения нефтеотдачи, и сегодня растущими темпами осваиваются третичные методы. Основные объёмы дополнительной добычи обеспечивают гидродинамические методы. Апробированы: закачка растворов ПАВ, внутрипластовое горение, закачка горячей воды, пара, дыма, раствора полиакриламида, мощные взрывы, закачка в газовую шапку рифовых месторождений газоконденсата и газа, микробиологические методы и др. И в настоящее время гидродинамические методы, по сравнению с термическими, микробиологическими, физико-химическими методами повышения нефтеотдачи, на месторождениях РБ используются наиболее эффективно [8].

Метод заводнения широко применяется нефтяными компаниями РФ и останется основным при разработке многих месторождений. Заводнение на поздних и завершающих стадиях разработки объектов старых регионов добычи УВ требует совершенствования оценки воздействия на окружающую среду [4].

#### Литература

1. Баймухаметов К.С., Викторов П.Ф., Гайнуллин К.Х. и др. Геологическое строение и разработка нефтяных и газовых месторождений Башкортостана. – Уфа: РИЦ «Башнефть», 1997. – 424 с.
3. Владимиров И.В., Казакова Т.Г., Булгаков Р.Р. и др. Опыт построения карт температурных полей в зонах активного заводнения Ромашкинского нефтяного месторождения // Науч. труды секции В VI конгресса нефтегазопромышленников России. – Уфа: изд-во «Монография», 2005. – С. 75–79.
4. Габитов Г.Х. «Оптимизация процессов выработки остаточных запасов нефти и обеспечение безопасности нефтегазового комплекса Республик Башкортостан». – Автореф. дисс. канд. тех. наук. – Уфа, 2005. – 23 с.
5. Габитов Г.Х., Мустафин С.К. Техногенная трансформация геологической среды регионов добычи нефти и пути снижения её интенсивности // Нефтяное хозяйство, 2003. – №7. – С. 137–140.
6. Глоговский М.М., Крылов А.П., Мирчинк М.Ф. и др. Рациональная разработка месторождения девонской нефти в Туймазах / В кн.: Научные основы разработки нефтяных месторождений. – Москва-Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2004. – С. 372–403.
7. Лукьянов Ю.В., Имамов Р.З., Габитов Г.Х. Изменение направления фильтрационных потоков на западной залежи Воядинского нефтяного месторождения НГДУ «Краснохолмскнефть». / В сб.: Минерально-сырьевая база Республики Башкортостан: реальность и перспективы. Материалы научно-практич. конф. – Уфа: Изд-во «Тау», 2002. – С. 326–331.
8. Муслимов Р.Х. Пути повышения нефтеотдачи на техногенно изменённых в процессе длительного внутриконтурного заводнения нефтяных месторождениях // Мат-лы междунар. конф. «Фундаментальные проблемы разра-

- ботки месторождений нефтегазовых месторождений, добычи и транспортировки углеводородного сырья». ИПНГ РАН. – М.: Геос, 2004. – С. 20–22.
9. Сафонов Е.Н., Исхаков И.А., Гайнуллин К.Х. и др. Эффективные методы увеличения нефтеотдачи на месторождениях Башкортостана // Нефтяное хозяйство. – №11. – 2001. – С. 18–19.
  10. Карцев А.А. Гидрогеология нефтяных и газовых месторождений. – М.: Недра, 1972. – С. 280.
  11. Маскет М. Физические основы технологии добычи нефти. – Москва-Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2004. – С. 608.

## ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НЕФТИ И ГАЗА НЕПСКО-БОТУОБИНСКОЙ АНТЕКЛИЗЫ (Восточная Сибирь)

Д.А. Скотникова

Научный руководитель доцент В.А. Топешко

*Новосибирский государственный университет, г. Новосибирск, Россия*

Непско-Ботубинская антеклиз (НБА) расположена в юго-восточной части Сибирской платформы, вытнута от верховьев р. Нижняя Тунгуска в северо-восточном направлении. Её площадь - около 210 тыс. км<sup>2</sup>. В административном отношении она относится к территории Якутии (Республика Саха) и Иркутской области [1].

Геологические исследования этой территории начались еще во второй половине XIX столетия. Наиболее интенсивное изучение нефтегазоносности началось после открытия в 1962 г Марковского месторождения.

В настоящее время эти исследования интенсифицировались. Необходимость открытия здесь новых месторождений и доразведки ранее открытых связана со строительством нефтепровода «Восточная Сибирь – Тихий океан».

Осадочный чехол НБА сложен отложениями рифея, венда, кембрия, ордовика, силура, карбона, перми, триаса и юры, разделенными региональными перерывами. Большую часть осадочного чехла составляют отложения венда и кембрия. Главным объектом геологоразведочных работ на нефть и газ являются отложения венда и нижнего кембрия. Они представлены вилочанским, непским, тирским, даниловским и усольским региональными горизонтами, которые залегают на породах архей-нижнепротерозойского фундамента или талаканской свиты венд-рифейского возраста. Перекрывают их галогенно-карбонатные и глинисто-карбонатные отложения солевого и подсолевого комплексов нижнего и среднего кембрия.

В современном структурном плане НБА имеет асимметричное строение. Ось проходит существенно ближе к юго-восточной границе, чем к северо-западной. На этой территории выделяют следующие структуры первого порядка: Непский свод и Мирнинский выступ.

Непский свод является самой крупной структурой, которая охватывает вершину антеклизы, имеет изометричные очертания и асимметричное строение, аналогичное строению антеклизы в целом. Мирнинский выступ осложняет северо-восточную часть антеклизы.

Непский свод, в свою очередь, осложнен двумя куполовидными поднятиями – Пеледуйским и Верхнечонским. Для них характерна относительно изометричная неправильная форма. Также к структурам второго порядка относятся Усть-Кутский и Тэтэрский валы. Они расположены соответственно в юго-западной и северо-западной частях антеклизы. Для НБА характерно преобладание неантиклинальных залежей, которые контролируются литологическим, стратиграфическим и тектоническим факторами.

Литологический фактор – ведущий в формировании ловушек УВ. В зависимости от форм его проявления в рассматриваемом регионе выделяются два их вида: литологически ограниченные и литологически замкнутые. Наиболее распространено литологическое ограничение, которое характерно для всех крупных залежей в вендском терригенном комплексе иркутской части Непско-Ботубинской антеклизы. Литологически замкнутые ловушки фиксируются на участках "мозаичного" строения коллекторов, связанного с изменением фильтрационно-емкостных свойств.

Стратиграфический фактор как нефтегазоконтролирующий менее значим в данном регионе, чем литологический. Он проявился в форме регионального и локального срезания снизу (прилегания) и регионального срезания сверху. Положительная роль дизъюнктивов заключается в тектоническом экранировании залежей или блоков. Разломы способствуют также созданию зон трещиноватости, которые значительно увеличивают проницаемость коллектора.

На территории НБА открыто около 30 месторождений нефти и газа. Им свойственно наличие залежей на разных стратиграфических уровнях, комбинированный тип ловушки и смешанный тип флюида. Среди месторождений можно выделить несколько типовых (по геологическому строению).

Марковское нефтегазоконденсатное месторождение было открыто первым (в 1962 г.). Оно расположено в южной части Непско-Ботубинской антеклизы Залежи нефти и газа связаны с осинским (B<sub>1</sub>), парфеновским (B<sub>5</sub>) и марковским (B<sub>10</sub>) продуктивными горизонтами. Для них характерен литологический контроль залежи. Пласт B<sub>1</sub> осложнен разрывным нарушением, поэтому коллектор трещинного типа, во всех остальных случаях коллектор имеет поровый тип. Верхнечонское газонефтяное месторождение является крупным месторождением на этой территории. Приурочено к крупному куполовидному поднятию, разделенному Могинско-Ленским разломом на два блока. Месторождение сильно раздроблено дизъюнктивными нарушениями.

Промышленная нефтегазоносность здесь связана с песчаниками непской свиты (пласты B<sub>10</sub> и B<sub>13</sub>) и карбонатами преображенского (B<sub>12</sub>) и осинского (B<sub>1</sub>) горизонтов. В отдельных скважинах притоки УВ получены из усть-кутского (B<sub>3,4</sub>) пласта. Залежи неантиклинальные, пластовые, блоковые, литологически экранированные. Также в залежах B<sub>13</sub> и B<sub>12</sub> присутствует стратиграфический и тектонический экраны соответственно.

Талаканское нефтегазовое месторождение представляет собой крупную положительную структуру, осложненную разрывными нарушениями, которые делят ее на три блока. Продуктивными являются горизонты  $B_1$  и  $B_{10}$ . Залежь пласта  $B_1$  (антиклинальная) и пласта  $B_{10}$  (неантиклинальная) – пластовые, тектонически и литологически экранированные. Самое крупное – это Чаяндинское месторождение. Оно расположено в 140 км северо-западнее г. Ленска и приурочено к восточному склону Непского свода. Продуктивными горизонтами являются  $B_5$ ,  $B_{10}$ ,  $B_{13}$ . Месторождение – газонефтяное, сложное по строению, многозалежное, с литологическим и тектоническим типами ограничения отдельных залежей. Залежи нефти и газа приурочены к гигантской неантиклинальной ловушке.

Примером однозалежного месторождения является Дулисьминское нефтегазоконденсатное месторождение. Оно расположено в Катанском районе Иркутской области. Залежь приурочена к пластам песчаников  $B_{10}$  и  $B_{13}$ . Залежь – литолого-стратиграфическая, блоковая.

Крупное Среднеботуобинское нефтегазовое месторождение расположено в 140 км северо-западнее г. Ленска. Промышленные притоки УВ получены из карбонатного осинского горизонта нижнего кембрия ( $B_1$ ), ботуобинского ( $B_5$ ) и улаханского ( $B_{12}$ ) горизонтов нижнего венда. Залежи  $B_1$  и  $B_5$  пластовые сводовые, блоковые, литологически и тектонически ограниченные соответственно. Залежь  $B_{12}$  – сводовая, массивная, литологически и тектонически экранированная. Месторождение характеризуется аномально низкими пластовыми давлениями и низкими температурами, и в прошлом являлось полигоном для отработки технологий для подобных условий. Из перечисленных выше особенностей видно, что на НБА распространены месторождения с различными типами ловушек и со значительной дизъюнктивной нарушенностью. Также для месторождений, приуроченных к локальным поднятиям, характерна небольшая, соизмеримая с точностью сейсморазведки, амплитуда поднятия структур. Все эти особенности осложняют поиски нефти и газа на этой территории. Из-за специфических термобарических условий на многих месторождениях осложняется вскрытие и испытание продуктивных пластов.

Учитывая эти особенности, необходимо было разработать специальную методику поисков и разведки месторождений [2]. Первый этап поисково-разведочных работ – построение прогнозной геологической модели. Она включает графические построения (структурные и палеоструктурные карты, разрезы, схемы корреляции) и описание строения месторождения, в котором определяются уровни продуктивности.

Используя эти данные, определяют строение и состав залежи, контуры распространения коллектора, предполагаемые уровни газожидкостных контактов (ГЖК) и расположение разломов.

На основании модели составляется схема расположения поисковых и разведочных скважин, а также комплекс исследовательских работ, включающий программу опробования и испытания скважин, геофизические исследования скважин (ГИС), литологические исследования пород.

#### Литература

1. Непско-Ботуобинская антеклизация – новая перспективная область добычи нефти и газа на Востоке СССР / А.С. Анциферов, В.Е. Бакин, В.Н. Воробьев и др. – Новосибирск: Наука, 1986. – 245 с.
2. Топешко В.А. Типы залежей нефти и газа в центральных районах Непско-Ботуобинской антеклизации в связи с оптимизацией их поисков и оценки. / Автореферат дис. на соискание степени канд. геол.-мин. наук., Новосибирск, 1991. – 178 с.

### **ФАЦИАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ НЕФТЕГАЗОВЫХ КОМПЛЕКСОВ НИЖНЕСРЕДНЕЮРСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ЮГО-ВОСТОКА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ, ТОМСКАЯ ОБЛАСТЬ**

**К.Ю. Смирнова, С.В. Зимина, О.Д. Елисеева**

Научный руководитель заведующий лабораторией Л.И. Камынина

*Сибирский научно-исследовательский институт геологии, геофизики и минерального сырья, г. Томск, Россия*

#### **Введение**

Накопление осадков, в которых возможно возникновение углеводородов, происходит в определенных физико-географических условиях. Особенности распространения осадочных пород во времени и пространстве в значительной мере определяют размеры и форму природных резервуаров нефти и газа, а, следовательно, и запасы этих полезных ископаемых. В связи с этим, знание общих и частных закономерностей образования осадочных толщ имеет существенное практическое значение.

Закономерное чередование комплексов пород позволяет судить о периодической смене условий осадконакопления и общем направлении изменения этих условий в различные периоды.

Нижнесреднеюрские отложения большей части Западно-Сибирской плиты являются базальными образованиями чехла, поэтому конфигурация фациальных подразделений, исходя из принципов районирования, достаточно сложна и повторяет очертания древних выступов и депрессий.

В нижне-среднеюрском седиментационном бассейне Западной Сибири выделяются следующие фациальные области, примерно соответствующие основным структурно-тектоническим единицам: морские (Ямало-Гыданская), переходные (Обь-Тазовская) и континентальные (Обь-Иртышская).

Территория работ располагается в переходной Обь-Тазовской и субконтинентальной Обь-Иртышской фациальных областях. Морская Ямало-Гыданская область ограничивает северные районы Западно-Сибирской

плиты. Каждая из областей разделяется на фациальные зоны. Ориентировка фациальных зон преимущественно меридиональная.

*Обь-Тазовская* переходная область двумя зонами (Нюрольской и Тымской) вдается далеко на юг и приурочена, соответственно, к Колтогорско-Уренгойскому и Тымскому надрифтовым желобам. Они характеризуются развитием чередующихся пачек глинистых и грубообломочных пород, фрагментарным развитием нижних горизонтов системы и мощностью отложений до 560 м. Снизу вверх по разрезу здесь выделяются: урманская свита с тремя подсвитами, соответствующими зимнему, левинскому и шараповскому стратиграфическим горизонтам; тогурская свита (китербютский горизонт); тюменская свита с тремя подсвитами (надояхский, лайдинский, вымский, леонтьевский и мальшевский горизонты) [1].

*Обь-Иртышская* континентальная область делится на восемь фациальных зон. Все зоны, приуроченные к полосе выклинивания нижнесреднеюрских отложений, характеризуются развитием преимущественно грубообломочных пород, разрезами нижней и средней юры с максимальной мощностью до 600–800 м, а на отдельных площадях здесь отсутствует вся нижне-среднеюрская толща. В пределах Томской области выделяются Колпашевский, Ажарминская, Чулымо-Енисейская и Нижнечулымская фациальные районы [2].

#### **Нефтегазоносные комплексы нижнесреднеюрских отложений**

В разрезе нижней–средней юры выделяются определенные нефтегазоносные комплексы (НГК).

Каждый комплекс состоит из толщи проницаемых пород и регионального экрана. Проницаемая часть может быть отделена зональными или локальными экранами, а в ряде случаев иметь гидродинамическую общность пластов между собой. В связи с этим проницаемую часть комплекса принято обозначать как резервуар.

В пределах Западной Сибири в разрезе нижней–средней юры выделяются пять нефтегазоносных комплексов (сверху вниз): мальшевский, вымский, надояхский, шараповский, зимний. Последние два в пределах Томской области развиты ограниченно.

Проницаемые комплексы (резервуары) разделены между собой региональными глинистыми флюидоупорами. Глинистые покрывки, экранирующие проницаемые комплексы, вниз по разрезу нижеследующие: нижнеавасюганские алевролиты и глины над мальшевским резервуаром; леонтьевский экран над вымским резервуаром, лайдинский – над надояхским резервуаром, китербютский – над шараповским резервуаром, левинский – над зимним резервуаром.

***Шараповский + зимний НГК (урманская, тогурская свиты), геттанг, синемюр, плинсбах, нижний тоар***

Объединенный шараповский + зимний НГК включает в себя урманскую и перекрывающую ее тогурскую свиты. Отложения урманской свиты формировались в континентальной обстановке осадконакопления, и в условиях расчлененного палеорельефа они заполняли палеодепрессии и прибортовые зоны.

Накопления осадков урманской свиты осуществлялось в переходной обстановке (море–суша) осадконакопления и континентальных условиях в пределах озерно–аллювиальных равнин. Отложения представлены образованиями дельтовых (Д), аллювиальных (А), аллювиально–озерных (АО), озерных (О) и озерно–болотных (ОБ) фаций, сложенных песчаниками мелко-, средне- и крупнозернистыми, массивными, участками заглинизированными, горизонтально–волнисто–слоистыми за счет намыва углистого материала.

Аргиллиты темно–серые, плотные, крепкие, прослоями опесчаненные, с обильными включениями обломочного материала псаммитовой размерности, на контакте с песчаниками косолинзовидностойкие за счет намыва песчаного материала, с включениями обугленных растительных остатков.

Образования тогурской свиты (китербютский горизонт) являются литолого–геофизическим, стратиграфическим, а также сейсмическим репером, они довольно резко отличаются от вмещающих отложений тонким глинистым, часто битуминозным составом и представляют собой региональный флюидоупор, экранирующий объединенный шараповский + зимний резервуар.

Породы тогурской свиты образовывались преимущественно в мелководно–морских фациальных обстановках, и лишь окраины исследуемой территории – в лагунных. В породах установлены прослои морских глин, обнаружены остатки мелких раковин конхостраков, остракод (скв. Восток–3).

#### ***Надояхский НГК (нижнетюменская подсвита), поздний тоар – ранний аален***

Надояхский НГК включает регрессивные образования надояхского горизонта, вмещающих песчаные пласты–коллекторы, и трансгрессивные – лайдинского, которые должны играть роль экрана. Как информировалось выше, территория исследования относится к области развития континентальных и переходных фаций осадконакопления, поэтому не отмечается резко выраженной глинистости отложений лайдинского горизонта.

Процесс трансгрессии, конечно, привел к повышению базиса эрозии, что могло сопровождаться изменением характера русел рек, выражающегося в их меандрировании, заболачивании поймы и продвижении дельтовых отложений в сторону материка, но не до такой степени, чтобы формировались только глинисто–углистые отложения.

Отложения представлены образованиями дельтовых (Д), аллювиальных (А), озерных (О) аллювиально–озерно–болотных (АОБ) фаций, сложенных серыми, светло–серыми разномзернистыми песчаниками от мелко – до грубозернистых с прослоями и линзами гравелито–конгломератов; серых, темно–серых и черных аргиллитов; алевролитов, с линзами углей и углефицированного растительного детрита.

#### ***Вымский НГК (нижнесреднетюменская подсвита) поздний аален–байос***

Вымский НГК включает образования вымского горизонта, вмещающего песчаные пласты–резервуары Ю<sub>12</sub>, Ю<sub>11</sub>, Ю<sub>10</sub>, и леонтьевского, которые должны играть роль покрывки, но реально на исследуемой площади не отмечается резко выраженной глинистости отложений леонтьевского горизонта.



В восточном и юго-восточном направлениях широкое развитие получила аллювиальная равнина, где в речных долинах разнообразного типа накапливались русловой и пойменный аллювий. В центральной части этой равнины развиты речные долины, имеющие спрямленный тип русел, которые сохранялись на протяжении всего вымского времени. В южной части на склонах долин и останцов доюрского фундамента, наряду с отложениями руслового аллювия, накапливались делювиально-пролювиальные образования, представленные конусами выноса пластов Ю<sub>12</sub>, Ю<sub>11</sub>.

На восток от центральной части формировались речные долины, в которых песчаные пласты Ю<sub>12</sub>, Ю<sub>11</sub> сформированы в спрямленных типах русел, а пласт Ю<sub>10</sub> – в русле меандрирующих рек, что выражается в уменьшении зернистости вверх по разрезу; на западе широкое развитие получили речные долины интенсивно меандрирующих рек на протяжении всего вымского времени.

Отложения леонтьевского горизонта приурочены к среднетюменской подсвите (интервал разреза У<sub>9</sub>-У<sub>7</sub>), вмещают песчаные пласты Ю<sub>9</sub>, Ю<sub>8</sub>, толщина которых изменяется соответственно от 0 до 16 м, от 0 до 10 м. Зачастую интервал одного или другого пласта заглинизирован, чаще всего Ю<sub>9</sub>. В северо-восточной части площади оба пласта замещены алевролитоглинистыми образованиями.

Образование отложений в юго-восточной и восточной частях территории происходило в обстановке аллювиально-озерно-болотной равнины; в северо-восточной части – в условиях прибрежно-морской равнины в зоне с неустойчивым положением береговой линии.

#### **Мальшевский НГК (средне-верхнетюменская подсвита), поздний байос-бат-ранний келловей**

Мальшевский НГК включает в себя отложения мальшевского горизонта, вмещающего песчаные пласты-резервуары Ю<sub>7</sub>, Ю<sub>6</sub>, Ю<sub>5</sub> и образования верхнетюменской подсвиты келловея. Осадконакопление отложений мальшевского горизонта происходило в континентальных и переходных условиях.

В центральной и северо-восточной частях территории преобладали переходно-дельтовые условия осадкообразования, далее на восток и юго-запад располагалась аллювиальная равнина, переходящая в западном и южном направлениях в озерно-болотную.

Отложения горизонта выполнены образованиями дельтовых (Д), аллювиальных (А), аллювиально-озерно-болотных (АОБ), и озерно-болотных (ОБ) фаций.

#### **Заключение**

В результате восстановления обстановки осадконакопления ниже-среднеюрских отложений появляется возможность прогноза объектов, благоприятных для скопления углеводородов.

#### **Литература**

1. Гогоненков Г., Михайлов Ю., Эльманович С. Уточнение геологических моделей нефтепродуктивных комплексов методами сейсмостратиграфии / Сотрудничество стран-членов СЭВ в области нефтяной сейсмостратиграфии. – М.: Сборник докладов, 1990. – С. 7–52.
2. Гурари Ф.Г., Девятков В.П., Демин В.И. и др. Геологическое строение и нефтегазоносность нижней-средней юры Западно-Сибирской провинции. – Новосибирск: Наука, 2005. – 156 с.

### **ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ ЗАПАСОВ НЕФТИ В ПЛАСТЕ ЮС<sub>1</sub><sup>1</sup> НА ТЕРРИТОРИИ ОСНОВНОЙ ЗАЛЕЖИ ФАИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ЛИТОЛОГО-ФАЦИАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ ФОРМИРОВАНИЯ КОЛЛЕКТОРОВ**

**А.Н. Стариков**

Научный руководитель доцент И.А. Козлова

*Пермский государственный технический университет, г. Пермь, Россия*

Фаинское нефтяное месторождение открыто в 1981 году разведочной скважиной 1р, введено в разработку в 1986 году, расположено в зоне сочленения Сургутского и Нижневартовского нефтегазоносных районов, которые являются составной частью Средне-Обской нефтегазоносной области. Месторождение является крупным по величине извлекаемых запасов и сложным по геологическому строению, обусловленному непостоянством литологических характеристик, как по площади, так и по его разрезу.

В разрезе месторождения промышленно нефтеносными являются келловей-оксфордский и берриас-валанжинский нефтегазоносные комплексы: пласт ЮС<sub>1</sub><sup>1</sup> и Ачим<sub>1</sub> соответственно. Основным объектом эксплуатации является Основная залежь пласта ЮС<sub>1</sub><sup>1</sup> на которую приходится 99,98 % всей добычи по месторождению и 92,9 % от начальных извлекаемых запасов промышленных категорий.

Пласт ЮС<sub>1</sub><sup>1</sup> – сложнопостроенный неоднородный объект, фильтрационно-емкостные свойства которого оказываются распределенными крайне неравномерно, что обусловлено пестротой развития фациальных зон на площади месторождения. На момент формирования пласта ЮС<sub>1</sub><sup>1</sup> для васюганских циклитов набором сред осадконакопления являлся прибрежный пояс, включающий как морское мелководье, так и примыкающую к нему слабодельтовую, континентальную равнину, пересекаемую потоками меандрирующих рек, доставлявшими терригенный материал на мелководье. Наиболее приподнятая часть располагалась в северо-западной области месторождения, откуда и осуществлялся снос осадков в сторону моря, находящегося в юго-восточной части площади. Это свидетельствует о значительном перераспределении обстановок осадконакопления как во времени, так и в пространстве. Таким образом, для анализа выделено 5 палеофациальных зон: русловые и пойменные образования, баровые образования, образования переходного типа, образования сублиторальной области и образования палеолагунов и застойных зон (рис.)



Рис. Схема расположения палеофациальных зон в пределах контура нефтеносности пласта ЮС<sub>1</sub><sup>1</sup> на территории Основной залежи Фаинского месторождения

Фильтрационно-емкостные свойства (коэффициент открытой пористости  $k_{оп}$ , коэффициент проницаемости  $k_{пр}$ , коэффициент нефтенасыщенности  $k_n$ ), показатели неоднородности (коэффициент песчаности  $k_{пс}$ , коэффициент расчлененности  $k_r$ , эффективная нефтенасыщенная толщина  $h_{эф.н}$ ) коллекторов и площади распространения выделенных палеофациальных зон приведены в таблице. Из выделенных субфаций лучшими фильтрационно-емкостными свойствами обладают русловые (пойменные) и баровые образования; средними – переходные и сублиторальные; худшими – образования лагун и застойных зон. В целом коллектора пласта ЮС<sub>1</sub><sup>1</sup> относятся к низкопроницаемым (менее 0,05 мкм<sup>2</sup>) с пористостью менее 18%. В этом отношении они не выделяются среди верхнеюрских коллекторов Среднего Приобья, характеризуясь типичными для этих образований фильтрационно-емкостными свойствами. При изучении «Анализа разработки Фаинского нефтяного месторождения» от 2005 года установлено, что пласт ЮС<sub>1</sub><sup>1</sup> характеризуется значительной литолого-фациальной неоднородностью, выражающейся как в значительной расчлененности, так и в частом замещении отдельных проницаемых прослоев непроницаемыми разностями. Все это определяет наличие многочисленных локальных литологических экранов, способствующих образованию в процессе разработки тупиковых и слабодренлируемых зон, в меньшей степени затронутых процессом разработки.

Около половины (47,1 %) начальных геологических запасов приходится на сублиторальные образования. Удельная площадь нефтеносности, приходящаяся на одну пробуренную скважину, составляет 44,9 га/скв., плотность сетки в разбуренной зоне – 23,6 га/скв, при проектной 25 га/скв. Соответственно, коэффициент размещения скважин по площади составляет 0,53, что говорит о том, что имеются значительные резервы для бурения, но в то же время текущий коэффициент извлечения нефти (КИН) низкий – 0,143, вследствие низких фильтрационно-емкостных свойств (ФЕС) и неоднородности коллекторов. Коэффициент охвата всего 0,285. Охват в разбуренной зоне – 0,357 (КИН равен 0,179), то есть 64 % подвижных запасов нефти в разбуренной зоне остаются неизвлеченными. Более высокие коллекторские свойства и значение текущего КИН характерны для руслово-пойменных и переходных образований, которые содержат 23,4 и 21,6 % начальных геологических запасов соответственно. Для руслово-пойменных образований текущий КИН – 0,292, коэффициент охвата при этом составляет 0,582, т.е. около половины подвижных запасов нефти все еще остается в пласте. Удельная площадь нефтеносности, приходящаяся на одну пробуренную скважину, составляет 18,9 га/скв., плотность сетки в разбуренной зоне – 15,2 га/скв. Соответственно, коэффициент размещения скважин по площади составляет 0,8.

Удельная площадь нефтеносности, приходящаяся на одну пробуренную скважину в переходной зоне, составляет 31,3 га/скв., плотность сетки в разбуренной зоне – 20,5 га/скв. Соответственно, коэффициент размещения скважин по площади составляет 0,66. Текущий КИН – 0,231, при этом коэффициент охвата низкий – 0,46, т.е. около 54% подвижных запасов нефти все еще остается в пласте.

Таблица

**Фильтрационно-емкостные свойства, показатели неоднородности коллекторов и площади распространения выделенных палеофациальных зон**

Параметр	Тип образований				
	Русловые и пойменные	Баровые	Переходные	Сублиторальные	Лагуны и застойные зоны
Коэффициент открытой пористости $k_{оп}$ , д.ед.	0,164	0,162	0,161	0,159	0,146
Коэффициент проницаемости $k_{пр}$ , мкм <sup>2</sup>	0,044	0,038	0,04	0,037	0,012
Коэффициент нефтенасыщенности $k_n$ , д.ед.	0,582	0,563	0,518	0,494	0,452
Коэффициент песчанистости $k_{пс}$ , д.ед.	0,58	0,58	0,46	0,46	0,31
Коэффициент расчлененности $k_{р}$ , д.ед.	3,7	3,8	4,1	4,4	3,3
Эффективная нефтенасыщенная толщина $h_{эф.н.}$ , м	13,1	9,1	8,5	8,2	4,2
Площадь нефтеносности $F$ , %	13,5	3,3	19,4	56,2	7,7

Баровые и лагунные образования распространены ограниченно и содержат всего 4,7 и 3,2% начальных геологических запасов соответственно, при этом баровые занимают всего 3,3% площади нефтеносности, а лагунные характеризуются крайне низкими коллекторскими свойствами. Подводя итоги, можно сказать, что наиболее благоприятными с точки зрения разработки, достижения максимальной добычи и конечного КИН являются руслово-пойменные образования, характеризующиеся лучшими коллекторскими свойствами, относительно других палеофациальных зон, а также наличием значительных резервов для расстановки проектного фонда скважин (20% площади не охвачено бурением). Основой рационального подхода при разработке зон сублиторальных и переходных образований, которые содержат большую часть начальных геологических запасов нефти (47,1% и 21,6% соответственно) может служить технология гидроразрыва пласта (ГРП), хорошо зарекомендовавшая себя для высоко неоднородных коллекторов с низкими фильтрационно-емкостными свойствами.

### НЕКОТОРЫЕ ПЕТРОГЕНЕТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ НИЖНЕМЕЛОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ БОЛЬШЕХЕТСКОЙ ВПАДИНЫ (НА ПРИМЕРЕ СКВ. 2020P ПЯКЯХИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ)

Ю.В. Титов

Научный руководитель профессор Г.А. Мизенс

*Уральский государственный горный университет, г. Екатеринбург, Россия*

Пякяхинское газоконденсатное месторождение расположено в западной части Сидоровского нефтегазоносного района Пур-Тазовской нефтегазоносной области и приурочено к центральной части Большехетской впадины. В геологическом строении месторождения принимают участие породы фундамента, представленные допалеозойскими и палеозойскими метаморфическими породами и отложениями платформенного чехла, сложенными полифациальными терригенными песчано-глино-алевролитовыми породами палеозойского и мезозойско-кайнозойского возрастов.

Пробуренная в 2006 году скважина 2020p полностью вскрыла разрез меловых отложений, которые, в том числе были опробованы для изучения геохимических особенностей пород. Анализы были выполнены рентгеноспектральным методом в центре исследования керна и пластовых флюидов г. Когалым, что позволило определить содержание ряда пороодообразующих и редких элементов: F, Na, Mg, Al, Si, P, S, Cl, K, Ca, Sc, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, As, Rb, Sr, Y, Zr, Ag, Sn, Nb, Ba, Au, Pb, La, Ce, U, Th. Особенности распределения указанной выборки элементов, а также их корреляционные связи в пределах заполярной свиты Пякяхинского месторождения, разбуренной скважиной 2020p, были изучены с использованием компьютерной программы «Statistika-6.1».

В целом содержание перечисленных элементов в отложениях Большехетской впадины близко к кларковому в песчаниках (табл.) или несколько выше. Как видно из приведенных данных, концентрации Rb, K, Ti, V, Fe, Mg, P, Y, F, Ce, Au, Sn, Ag, чаще всего, довольно близки к кларку.

Ниже кларковой концентрации Zr, F. Лишь некоторые элементы: Sc, Ba, Na, Cu, Zn, Ni, содержатся в количествах, превышающих кларк в песчаниках, иногда до 3 - 7 раз. В большей степени, это связано с подвижностью элементов, способных легко переходить в раствор, также их концентрация может оказаться вторичной.

Статистическая обработка данных корреляционного анализа показала, что в для пород заполярной свиты могут быть обособлены 3 группы элементов с сильными взаимными связями.

Таблица

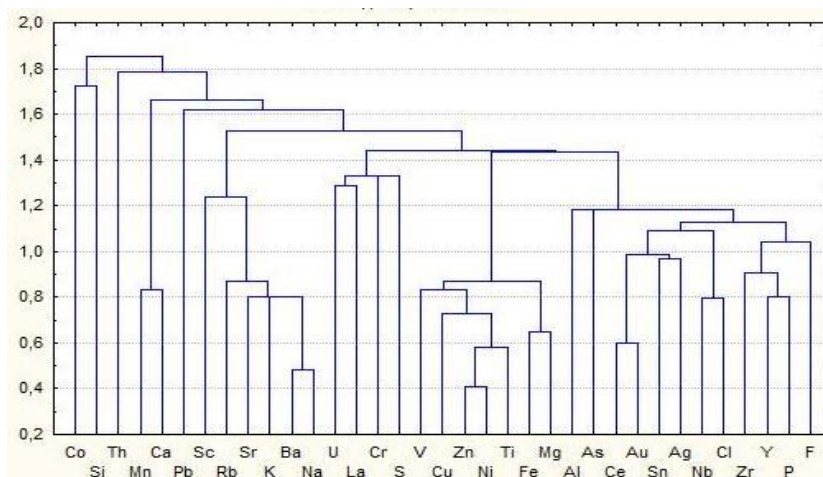
**Средние содержания некоторых породообразующих и малых элементов нижнемеловых песчаников  
Большехетской впадины и сопоставление их с кларковыми концентрациями (мас. %)**

Элементы	Кларк*	Меловые песчаники	Элементы	Кларк*	Меловые песчаники	Элементы	Кларк*	Меловые песчани-
Sc	0,0001	0,00241	Zn	0,00021	0,007	P	0,025	0,03
Rb	0,0055	0,009	Ti	0,2	0,57	Y	0,004	0,002
Sr	0,002	0,045	Ni	0,0002	0,004	F	0,024	0,01
K	1,15	2,39	V	0,002	0,001	Ce	0,0092	0,005
Na	0,53	2,17	Fe	1,59	5,67	Au	n 10 <sup>-7</sup>	0,002
Ba	0,018	0,093	Mg	0,7	1,35	Sn	n 10 <sup>-5</sup>	0,0002
Cu	0,0001	0,003	Zr	0,22	0,035	Ag	n 10 <sup>-6</sup>	0,0002

Примечание: Кларк\* – кларковая концентрация в песчаниках

В первую группу входят такие элементы как Sc, Rb, Sr, K, Na, Ba; во вторую – Cu, Zn, Ti, Ni, V, Fe, Mg; в третью – Zr, P, Y, F, Ce, Au, Sn, Ag. Для первой группы элементов характерно достаточно большое число значимых связей. Коэффициенты корреляции Na-Ba, K-Ba, Na-K, Rb-Ba Sr-Ba, Na-Sr высокие (соответственно 0,87; 0,84; 0,80; 0,80; 0,70; 0,68). В то же время между Sr и K, Na и Rb корреляция довольно слабая (0,62, 0,56) а связь Na-Sc находится на грани значимости. Интерпретация этих данных непростая, поскольку здесь участвуют элементы, которые вместе обычно не встречаются, не образуют общие минералы, как, например, K, Na, Ba. Если концентраторами K и Na (отчасти также Rb и Sr) могут быть глинистые минералы, например, смешано-слоистые, состоящие из слоев гидрослюда и монтмориллонита [3], то для Ba место в них найти сложно. Известно, правда, что барий иногда замещает калий в K-полевых шпатах [5], однако в изученных песчаниках наблюдается также сильная корреляция Na-Ba. Можно предположить, что минералами-носителями указанных элементов являются цеолиты типа клиноптилолита, особенности структуры которых позволяют объединить в одном минерале элементы с такими разными ионными размерами [3]. Это бы объяснило также отсутствие корреляции K и Na с таким характерным для глинистых минералов элементом как титан.

Для элементов второй группы (Cu, Zn, Ti, Ni, V, Fe, Mg), также как и для первой, характерно большое число значимых взаимных связей. Высокие коэффициенты корреляции имеются у пар Zn-Ni, Mg-Fe, Ti-Zn; V-Mg, Zn-Cu, Cu-V, Cu-Ni, V-Ni (0,86; 0,84; 0,76; 0,75; 0,73; 0,73; 0,70; 0,70). Слабее связи Cu-Fe и Cu-Mg (0,56; 0,56), а корреляция Ti-Fe и Zn-Fe находится на грани значимости. Минералами-носителями Fe, Mg, Ti, V могут быть хлориты или пироксены [2], однако, эти минералы вряд ли будут содержать существенное количество халькофильных элементов. Сильная корреляционная связь между Zn и Cu отчасти Fe может свидетельствовать о группе сульфидов. Корреляция серы (хотя и слабая) с Cu и Fe указывает, что минералами-носителями могли быть халькопирит, пирит и возможно сфалерит. Скорее всего, эти сульфиды были обогащены такими элементами как Ti, Ni, V, Mg.



**Рис. Дендрограмма (по евклидовым расстояниям) основных породообразующих и малых элементов нижнемеловых отложений Большехетской впадины (Корреляционная дендрограмма)**

Элементы третьей группы (Zr, P, Y, F, Ce, Au, Sn, Ag) имеют небольшое число значимых связей. Наиболее сильная связь между Ce-Au, Ce-Sn, Zr-Y (0,88; 0,64; 0,63), более слабой корреляцией обладают Y-P, Zr-P (0,58; 0,53), а также Ti-Zr и Ti-Y. Для циркония характерна хорошая корреляция с иттрием, фосфором, золотом,

церием, которая предполагает наличие общего минерала-носителя. Можно предположить, что основными концентраторами этих элементов мог быть циркон или некоторые другие акцессорные минералы, в том числе апатит [2].

Небольшая группа элементов, которая характеризуется отсутствием заметных связей с другими компонентами (Si, Pb, Al, Co и др), вероятно, свидетельствует об их подвижности в процессах литогенеза, а также об образовании собственных минералов. Отрицательные корреляции между рассмотренными группами указывает на их разную генетическую природу. Одни имели терригенный характер, другие, возможно, поступали из гидротермальных источников.

В результате анализа концентрации и корреляционных параметров малых элементов, содержащихся в меловых песчаниках Пяяхинского газоконденсатного месторождения, выявлены возможные минералы-носители, среди которых устанавливаются как глинистые минералы, так и новообразованные (цеолиты, сульфиды) и акцессорные (циркон, апатит). Причем, в составе сульфидов, возможно, присутствует гидротермальное вещество.

На это указывает их сложный состав. Особый интерес представляют цеолиты (клиноптилолиты), как вероятные концентраторы связки Na-Ba-K. Такие элементы как Si, Al, Mn, Ni могут быть отнесены к подвижным. Они не обладают высокими устойчивыми связями, их содержание изменчиво, они часто образуют собственные минералы. В то же время слабые связи Ti, Sc, V можно объяснить большим числом минералов-носителей.

#### Литература

1. Боровиков В.П. Популярное введение в программу Statistica. – М.: КомпьютерПресс, 1998. – 267 с.
2. Интерпретация геохимических данных / Е.В. Складов и др. – М.: Интермет Инжиниринг, 2001. – 288 с.
3. Мизенс Г.А., Ронкин Ю.Л., Лепихина О.П., Попова О.Ю. Редкие и редкоземельные элементы в девонских обломочных комплексах Магнитогорской мегазоны Южного Урала // Геохимия, 2006. – №3. – С. 1–21.
4. Юдович Я.Э., Кетрис М.П. Минеральные индикаторы литогенеза. – Сыктывкар: Гео-принт, 2008. – 564 с.
5. Юдович Я.Э., Кетрис М.П. Элементы-примеси в черных сланцах. – Екатеринбург: УИФ Наука, 1994. – 304 с.

### К ВОПРОСУ ОБ УСЛОВИЯХ ОБРАЗОВАНИЯ НЕОКОМСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ШИРОТНОГО ПРИОБЬЯ

**Е.О. Толмачев**

Научный руководитель профессор В.П. Алексеев

*Уральский государственный горный университет, г. Екатеринбург, Россия*

Объектом изучения являются неокомские отложения Широкого Приобья Западно-Сибирского осадочного мегабассейна, имеющие в разрезе клиноформное строение, которое хорошо наблюдается на сейсмических профилях. С этими отложениями связаны значительные запасы углеводородов на данной территории.

Цель работы – изучить условия формирования отложений по характерным признакам, принадлежащим породе, акцентируя внимание на динамике среды, в которой происходило накопление осадка, то есть дать определение фаций. Для этого нами был изучен керновый материал (17 образцов), выполнено его макроописание, а также построена геолого-геофизическая колонка одной из скважин Северо-Покачевского месторождения (рис.), которое расположено в центральной части Среднеобской нефтегазоносной области.

При выделении фаций мы руководствовались методикой, разработанной в работе [1]. В нашем понимании фация – это условия осадконакопления, о вещественные в породе. Определение фации производили по комплексу признаков. К ведущим признакам относятся: структура, соотношение различных фракций, текстура, которая детально описана в работе [2], количество растительных остатков, их сохранность и др.

В верхней части представленного фрагмента разреза по геофизическим данным хорошо прослеживается однородный слой значительной мощности (28 м). Из него были отобраны и описаны пять образцов (1–5). Все они однотипные и представлены мелкозернистым алевролитом, иногда тонкопереслаивающимся с крупнозернистым алевролитом, толщина слоев которого составляет от 1 до 5 мм. Сортированность хорошая, слоистость горизонтальная, растительные остатки отсутствуют (рис.). Данные признаки свидетельствуют о спокойных условиях осадконакопления, происшедшего из взвеси за счет гравитационного осаждения тонкодисперсного материала. Отложения формировались в шельфовых условиях при довольно значительной глубине бассейна.

Ниже по данным ГИС выделяется слой песчаников мощностью 11 м (2671,6–2682,6), в котором выход керна составляет 5,5 м. В этом интервале описаны три образца (6–8). Обр. 6 представлен мелкозернистым песчаником с хорошей сортировкой и массивной текстурой. Он состоит из трех серий слоев примерно одинаковой мощности (4–5 см). Граница каждой серии подчеркивается небольшим количеством аттрита, отмечена текстура типа «фьямме». Обр. 7 (см. рис.) представлен мелко-тонкозернистым песчаником с хорошей сортировкой. В верхней части образца наблюдается слоистость течения (косая, косоволнистая), подчеркнутая органическими остатками. В нижней части образца массивная текстура, органика отсутствует. Обр. 8 – массивный мелкозернистый песчаник, сортированность до хорошей. В нижней части образца наблюдается текстура взмучивания на границе со слоем, обогащенным небольшим количеством аттрита.

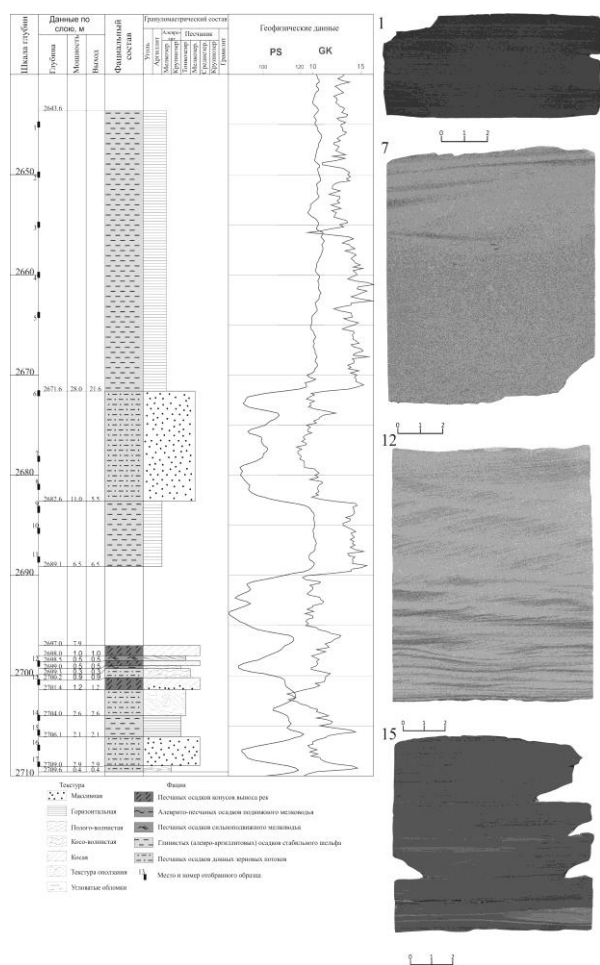


Рис. Геолого-геофизическая колонка

олита, хорошо сортированного с параллельной слабоволнистой слоистостью. В нижней части образца наблюдается одиночный прослой тонкозернистого песчаника с косоволнистой (s-образной) слоистостью. Органические остатки отсутствуют. Эти признаки свидетельствуют, что данные отложения накапливались в условиях спокойной седиментации на значительных глубинах с редким привносом песчаного материала.

В результате выполненного описания можно судить о достаточно существенных различиях в формировании верхнего и нижнего интервалов, что подтверждается и характером ГИС. Для нижнего характерна более дифференцированная обстановка, со сменой относительно глубоководных (морских) условий прибреговыми активно-мелководными. Отложения верхнего интервала (2643,6–2689,1), по присущим им признакам, накапливались в условиях относительно глубокого моря. К этому интервалу приурочен мощный слой (11 м) песчаника, хорошо сортированного с массивной текстурой, с редкими элементами течениями слоистости. Данные отложения, и формировались в условиях подводных морских течений [2]. Источником материала для них служили прорывные русла, которые образовывались в основании крупных дельт и сносили материал на бровку шельфа, где в дальнейшем распределялись вдоль нее контурными течениями. Данные отложения мы относим к зерновым потокам. Такой механизм образования опосредованно подтверждает дельтовую концепцию формирования клиноформ, в частности, изложенную в работе [3].

#### Литература

1. Алексеев В.П. Атлас фаций юрских терригенных отложений (угленосные толщи Северной Евразии). – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2007. – 209 с.
2. Ботвинкина Л.Н. Слоистость осадочных пород. – М.: Изд-во АН СССР, 1962. – 542 с.
3. Гурари Ф.Г. Строение и условия образования клиноформ Западно-Сибирской плиты (история становления представлений). – Новосибирск: СНИИГИМС, 2003. – 141 с.

Таким образом, данный слой представлен в основном мелкозернистым хорошо сортированным песчаником с массивной текстурой. Иногда встречаются слоистость течения и следы нагрузки. Весь материал характеризуется малым количеством органических остатков. Интерпретация генезиса приведена ниже.

Ниже по разрезу четко выделяется слой мощностью 6,5 м. В нем было отобрано и описано три образца керна (9–11 м). Образцы однотипные, представлены алевроаргиллитом, хорошо сортированным, иногда с прослоями крупнозернистого алевролита с горизонтальной слоистостью. В 11 образце мощность таких прослоев увеличивается с 1–2 до 3–4 мм. Условия формирования данных отложений такие же, как у самого верхнего описанного слоя.

В интервале глубин 2689,1–2697,0 керновый материал отсутствует.

Нижний интервал сложен отложениями, сформировавшимися в различных обстановках. Не перечисляя их, укажем, что обр. 12 представлен тонкозернистым песчаником с хорошей сортировкой. В верхней и средней частях образца хорошо выделяются две серии слоев с восходящими знаками ряби, где нижний слой отличается от верхнего меньшей высотой волны и более пологим углом взбегания. В нижней части образца (3 см) наблюдается волнистая, местами пологоволнистая слабосрезанная слоистость, которая подчеркивается небольшим количеством аттрита. По сочетанию такого комплекса признаков определим, что данные отложения накапливались в условиях открытого активного мелководья довольно крупного бассейна.

Обр. 15 (см. рис.) представлен тонким чередованием мелко- и крупнозернистого алевролита, хорошо сортированного с параллельной слабоволнистой слоистостью.

## ПОИСКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ УГЛЕВОДОРОДОВ В ПОДНАДВИГОВЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ БАШКИРСКОГО МЕГАНТИКЛИНОРИЯ ЮЖНОГО УРАЛА

И.М. Фархутдинов

Научный руководитель профессор И.А. Хайретдинов  
Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

За период с 1932 по 2009 г. в Республике Башкортостан открыто 191 месторождение углеводородов, добыто около 1,5 млрд. т нефти. Месторождения расположены в пределах платформенного Башкортостана – восточного склона Русской плиты. Поиски нефти и газа в горно-складчатом Урале геологами-нефтяниками почти не велись, из-за представлений о его неперспективности на нефть. Вместе с тем известны крупные месторождения углеводородов в других горно-складчатых областях мира, таких как Скалистые горы и Аппалачи в США, горы Загрос в Иране и в других.

В последние годы установлено, что Урал имеет не вертикально-блоковое, а шарьяжно-надвиговое строение, где в автохтоне под более древними породами залегают платформенные отложения палеозоя, прослеживающиеся сюда с запада из Предуральяского прогиба, где они характеризуются богатой нефтегазоносностью.

Открытие шарьяжно-надвигового строения Урала коренным образом изменило существовавшие ранее представления о геологии, происхождении и истории развития всего Уральского хребта. Впервые существование шарьяжей на Урале было отмечено в работах Г.Н. Фредерикса, А.Д. Архангельского и других исследователей еще в конце 20-х и в 30-х годах XX столетия.

Однако новые в то время представления были признаны фантастическими, не согласующимися с фактическими данными. Лишь в 60-х годах, когда на Урале были начаты детальные геологические съемки, сопровождавшиеся бурением скважин, произошло второе открытие аллохтонных дислокаций. Исследования М.А. Камалетдинова, Ю.В. и Т.Т. Казанцевых впервые доказали, что шарьяжи и надвиги пользуются здесь широким распространением и, по существу, весь Урал представляет собой сложный пакет аллохтонных пластин, перемещенных на многие десятки километров с востока и надвинутых друг на друга с многократным повторением в разрезе разновозрастных образований [1].

Новая шарьяжная модель строения Урала расширила перспективы нефтегазоносности этого региона. Выяснилось, что обширные площади, сложенные на поверхности допалеозойскими интенсивно дислоцированными и метаморфизованными породами, не содержащие нефть и газ, представляют собой аллохтонные (бескорневые) пластины, тектонически перекрывающие более молодые потенциально нефтегазовые отложения платформенного палеозоя.

Одной из крупных структур северной части Башкирского мегантиклинория является Тараташская аллохтонная антиклиналь. Она прослеживается в междуречье Большой Арши, Сураяма и верхнего течения р. Уфы на 45 км в юго-западном направлении. Максимальная ширина ее выхода, составляющая около 15 км, приурочена к центральной части структуры.

Глубоко метаморфизованные архейнижнепротерозойские породы с небольшими телами гранитов, габбро и габбро-диабазов слагают центральную часть Тараташского массива, по краям несогласно перекрытого образованиями айской свиты бурзянской серии нижнего рифея. В основании айской свиты отмечается галька пород тараташского облика (рис.).

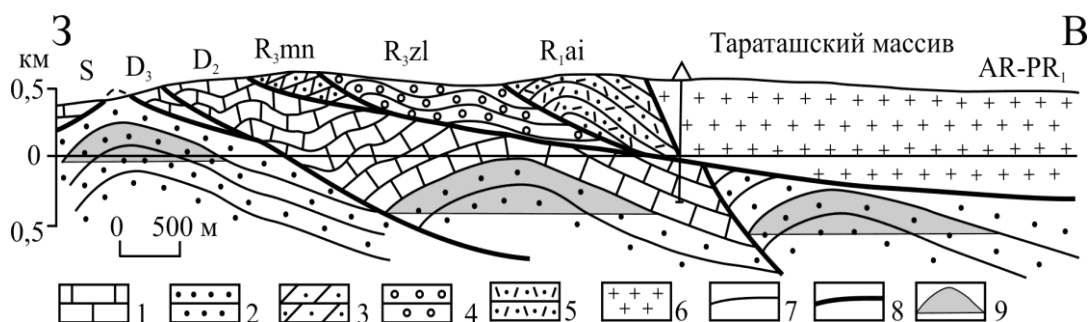


Рис. Геологический разрез через Тараташский массив (по данным Ф.А. Пискунова и др., с дополнениями автора).

1–2 – палеозойские отложения: 1 – известняки, 2 – песчаники; 3–5 – отложения свит рифея: 3 – миньярской, 4 – зильмердакской; 5 – айской; 6 – мигматиты; 7 – стратиграфические границы; 8 – надвиги; 9 – предполагаемые месторождения нефти и газа.

На западном крыле Тараташской антиклинали была пройдена скважина 281. Сверху до глубины 593,4 м скважина вскрыла полосчатые мигматиты тараташского комплекса, под которыми вошла в палеозойские карбонатные отложения [3]. Наиболее интенсивно дислоцированы породы в основании аллохтона, вблизи тектонического контакта с палеозойскими черными кремнистыми известняками. Последние, судя по керну скважины, осложнены микроскладчатостью, сильно раздроблены и трещиноваты. Кремнистые известняки на глубине 645 м

сменились серыми коралловыми известняками живецко-нижнефранского возраста. Ниже, в интервале 719–892,9 м (забой) вновь обнаружены черные кремнистые известняки, участками доломитизированные и переполненные кониконхиями кобленцкого яруса нижнего девона. Слоистость пород ориентирована под углами 60–70.

Палеозойские известняки повсеместно несут следы тектонического дробления, породы местами приобретают вид брекчий с беспорядочно спаянными крупными и мелкими обломками. В целом весь интервал (593,4–892,9 м) вскрытых карбонатных пород, очевидно, представляет собой мощную тектоническую зону, в которой оказались сгруженными мелкие обломки и крупные глыбы девонских отложений, захваченных во время надвигания Тараташского аллохтона. Наклон поверхности смещения на восток составляет 7. Тараташский шарьяж вытянут в меридиональном направлении почти на 60 км при ширине 20 км [2].

Близким аналогом Тараташского надвига может служить надвиг докембрийских пород хребта Уинд-Ривер в западной части США в форланде Надвигового пояса скалистых гор [4]. Докембрий этого хребта сложен преимущественно гнейсами кислого состава высоких ступеней метаморфизма. На тектонических контактах с палеозойскими и мезозойскими породами вдоль южной и западной границ докембрийского комплекса породы докембрия надвинуты на фанерозойские осадочные толщи, залегающие в виде слабо наклоненных слоев, образующих восточное крыло нефтеносного бассейна Уинд-Ривер. Двумя скважинами выявлена нефтегазоносность осадков, перекрытых надвигами фундамента. Сегодня нефтегазопроисковые работы на Башкирском антиклинории Южного Урала не ведутся. Одной из причин этого является традиционно негативное отношение геологов-нефтяников к надвиговым дислокациям, как к разрушающим залежи нефти и газа. Но мировая практика нефтепоисковых работ показала, что широкое развитие надвигов не является отрицательным фактором, снижающим нефтегазовый потенциал областей с покровной тектоникой. Пояс Надвигов Скалистых гор в США американские геологи также считали бесперспективным на поиски углеводородов. С 1924 по 1975 г. здесь было пробурено более 500 «сухих» скважин и не сделано ни одного открытия. Лишь в 1975 г. на северо-востоке штата Юта в песчаниках и известняках юрского возраста было открыто месторождение Пайнвью с начальными извлекаемыми запасами нефти до 31 млн. т и газа 2,8 млрд. м<sup>3</sup>. Это и другие открытия послужили причиной активизации здесь разведочных работ, и после 5 лет интенсивных поисков, к 1980 г., в Надвиговом поясе было открыто уже 12 крупных месторождений нефти и газа, приуроченных к мезозойским и палеозойским отложениям.

Подсчеты запасов нефти показали, что они составляют 5 млрд. тонн. Открытия в Надвиговом поясе Скалистых гор стимулировали поиски нефти в Аппалачском поясе надвигов. Одним из первых в 1979 г. было открыто месторождение в штате Западная Виргиния, в центральной части пояса надвигов, с дебитом газа 275 тыс. м<sup>3</sup>/сут. из ордовикских отложений (глубина 2592–2594 м). Геологические структуры Надвигового пояса Скалистых гор и Аппалачского надвигового пояса обнаруживают большое сходство с таковыми Предуральского краевого прогиба и западного склона Урала. В Аппалачской складчатой области, также как и на Урале, наблюдается погружение древнего, допалеозойского фундамента в сторону складчатой области, наращивание в этом направлении разреза палеозойских и докембрийских образований, сопровождающиеся возрастанием интенсивности дислоцированности и степени метаморфизма пород, а также удревнением возраста дислокаций.

Как и на Урале, в Аппалачах все структурно-формационные зоны надвинуты одна на другую в виде серии крупных шарьяжей, перемещенных к западу [1]. Геологическое сходство Надвигового пояса Скалистых гор и Аппалачского пояса надвигов, богатых скоплениями нефти и газа, с Предуральем и Уралом еще раз подчеркивает настоятельную необходимость проведения здесь активных нефтепоисковых работ, что должно привести к открытию в этом регионе новых месторождений углеводородного сырья.

#### Литература

1. Камалетдинов М.А. Покровные структуры Урала. – М.: Наука, 1974. – 230 с.
2. Камалетдинов М.А., Казанцев Ю.В., Казанцев Т.Т., Козлов В.И., Постников Д.В. Геология и перспективы нефтегазоносности Урала. – М.: Наука, 1988. – 240 с.
3. Малахова Н.П., Панков Ю.Д., Чебыкин Н.Я., Петров В.И. Новые данные о возрасте надвига вдоль западной границы Тараташского комплекса // Ежегодник, 1977: Информационные материалы. – Свердловск: УНЦ АН СССР, 1978. – С. 25–26.
4. Allmendinger R., Brewer J., Brown L. et al. COCORP profiling across the Rocky Mountains front in Southern Wyoming//Bull. Geol. Soc. Amer. 1982. – Vol. 93 – № 12. – P. 1253–1263.

### РОЛЬ ЛИТОЛОГИЧЕСКИХ ФЛЮИДОУПОРОВ В ФОРМИРОВАНИИ НЕФТЯНЫХ ЗАЛЕЖЕЙ КАЙМЫСОВСКОГО СВОДА

**А.Ю. Хромовских**

Научный руководитель к.г.-м.н. Г.М. Волощук  
ОАО «ТомскНИПИнефть», г. Томск, Россия

Известно, что для большинства меловых и юрских залежей углеводородов Западной Сибири нефтегазоматеринскими отложениями являются битуминозные аргиллиты баженовской свиты. В процессе накопления осадочной толщи пород и их погружении происходило периодическое уплотнение пластов, содержащих органический материал, которое сопровождалось генерацией углеводородов. Интенсивная генерация начинается при погружении пород до глубин 2–2,5 км и нагреве их до 80–90<sup>0</sup>С [9]. При этом считается, что максимальная степень генерации достигается в наиболее опущенных участках территории - впадинах и на погружении крыльевых зон положительных структур.



Образовавшиеся в нефтегазоматеринской толще углеводородные флюиды находятся в гомогенной смеси с молекулами поровой воды без разделения на фазы. По мере накопления углеводородов до 20-30% порового пространства [4] происходит их первичная миграция из нефтематеринской породы. Источниками формирования потока являются повышение в процессе генерации внутривисочного давления и отжатие флюидов и поровой воды за счет уплотнения пород, а направлением движения потока является зона разгрузки давления (пористая или трещиноватая среда). Общепринято считать, что в дальнейшем, в процессе вторичной миграции, движение нефти и газа по пласту-проводнику и породам-коллекторам, а также последующее формирование залежей контролируются тремя силовыми факторами. К этим факторам относятся: плавучесть нефти и газа в водонасыщенных пористых породах, капиллярное давление и гидродинамический напор флюидов.

При этом миграция в основном осуществляется в двух направлениях: по латерали и в направлении снизу вверх. Дальность латеральной миграции отдельными исследователями оценивается от десятков до сотен километров и более [3, 4], а скорость перемещения – 25 мм/год. Однако, значения этих силовых факторов, полученные как расчетным, так и экспериментальным путем, оказываются недостаточными для осуществления движения дисперсной фазы углеводородов, особенно нефти в абсолютном большинстве пород-коллекторов типичных для природных резервуаров. У. Рассел [7], А. Леворсен [5] утверждают, что для миграции изолированных капель нефти требуются силы «...в несколько тысяч раз больше, чем силы, образуемые нормальными гидродинамическими градиентами». И.И. Нестеров [6] убежден, что латеральная миграция нефти по водонасыщенным коллекторам невозможна вообще. По мнению В.А.Соколова [8] миграция нефти возможна только в крупнозернистых песках и полностью исключена в средне- и мелкозернистых песчаниках.

Очевидно, что в формировании верхнеюрских нефтяных залежей Каймысовского свода, где средняя проницаемость коллекторов составляет  $15-25 \text{ мкм}^2 \cdot 10^{-3}$ , исключено участие латеральной миграции нефти из погруженных зон прилегающей территории. В этих зонах коллектор, как правило, имеет проницаемость всего  $0-10 \text{ мкм}^2 \cdot 10^{-3}$ , а степень его фашиальной изменчивости по латерали очень велика. Тем не менее, нефтяные залежи в верхнеюрских песчаных коллекторах существуют, а значит и должен существовать механизм их возникновения. В общепринятой, классической схеме формирования залежей углеводородов присутствуют три основных фактора. Первый из них наличие нефтегазоматеринской толщи, генерирующей углеводороды. Вторым фактором является коллектор, аккумулирующий эти углеводороды. Третий фактор - это флюидоупор, способный остановить дальнейшую миграцию углеводородов из коллектора. Соответственно процесс формирования залежи сводится к тому, что образовавшиеся углеводороды мигрируют как вверх по разрезу, так и по латерали в пластах-проводниках и, достигнув коллектора, перекрытого флюидоупором, формируют залежь.

Уникальность верхнеюрских залежей Западной Сибири заключается в том, что в них одновременно первым и третьим фактором (нефтегазоматеринская толща и флюидоупор) являются битуминозные аргиллиты баженовской свиты. При этом в абсолютном большинстве случаев вертикальная миграция углеводородов из нефтегазоматеринских отложений вверх по разрезу исключена, так как они перекрыты мощным флюидоупором - аргиллитами куломзинской свиты нижнего мела. Единственным путём первичной миграции углеводородов является направление вниз, в песчаные коллекторы васюганской свиты. При наличии нижнего флюидоупора, отделяющего подошву нефтегазоматеринских отложений баженовской свиты от верхнеюрских коллекторов васюганской свиты, миграция углеводородов вниз исключена. Поэтому при появлении дополнительной пористости за счет формирования трещин внутри нефтегазоматеринской толщи образуются нефтяные залежи по типу Большого Салыма. По этому вопросу Ф.Г. Гурари считает [2], что «...для формирования залежи в баженовской свите необходимо соблюдение некоторых параметров, главными из которых являются мощность отложений не менее 25 м, определенная степень катагенеза органического вещества и наличие нижнего флюидоупора более 7-10 метров». По мнению А.Г. Арье [1], в случае не появления дополнительной пористости за счет трещиноватости нефтегазоматеринской толщи процесс генерации может продолжаться лишь до той поры, пока не исчерпается емкость порового пространства по отношению к углеводородному веществу. Совершенно ясно, что процесс генерации углеводородов тесно связан с первичной миграцией и во многом определяется ее интенсивностью. Такой вывод вполне объясняет отсутствие углеводородов в погруженных впадинах, где из аргиллитов баженовской свиты в большинстве случаев не возможна первичная миграция в связи с отсутствием или очень низкой проницаемостью коллекторов нижележащей васюганской свиты. Закономерность очевидна - если затруднена первичная миграция, то процесс генерации углеводородов приостанавливается.

Наглядно эта закономерность проявляется на территории Каймысовского свода, где для нефтяных залежей генерирующим источником углеводородов явились отложения баженовской свиты, залегающие не в каких-то погруженных зонах и впадинах, а расположенных на самих положительных структурах и выполняющих не только роль генерации углеводородов, но и роль непроницаемой покрышки. В северной части Каймысовского свода, на территории локальных структур Олень, Озерное, Первомайское, Катыльгинское, Западно-Катыльгинское, Лонтынь-Яхское, баженовскую свиту и нижележащие песчаные коллекторы васюганской свиты разделяет перемычка, представленная глинистыми отложениями георгиевской свиты и непроницаемыми песчано-алевритовыми отложениями барабинской пачки. Общая толщина разделительной перемычки составляет всего 0,5-2,5 м. Эти отложения в силу своей незначительной толщины не могут играть роль флюидоупора и препятствовать первичной миграции углеводородов из битуминозных аргиллитов баженовской свиты по направлению вниз. В связи с этим на вышеуказанных структурах имеют место нефтяные залежи в пластах Ю<sub>1</sub><sup>1</sup> и Ю<sub>1</sub><sup>2</sup> надугольной толщи васюганской свиты. В южной части Каймысовского свода также присутствует пачка аргиллитов и алевритов, разделяющая битуминозные аргиллиты баженовской свиты и песчаные коллекторы пласта Ю<sub>2</sub><sup>2</sup>. Толщина этой пачки незначительна и составляет 1-3 метра, в редких случаях до 4,5 м. Также как и на севере свода, в силу своей малой толщины, эта пачка не является надежным флюидоупором и углеводороды из баже-

новских аргиллитов мигрируют в нижележащий коллектор пласта Ю<sub>1</sub><sup>2</sup>, где и формируют нефтяную залежь. Однако на этом процесс миграции не заканчивается. Углеводороды продолжают мигрировать вниз через трещиноватую межугольную толщу (3-5 м), представленную углито-глинистыми отложениями. В результате, достигнув нижележащих коллекторов пласта Ю<sub>1</sub><sup>3</sup> подугольной толщи, они формируют там нефтяную залежь. Такая картина наблюдается, например, при формировании нефтяных залежей Двуреченского и Крапивинского месторождений. На отдельных участках песчаный коллектор надугольной толщи отсутствует, и миграция углеводородов осуществляется в нижележащие пласты Ю<sub>1</sub><sup>3-4</sup> подугольной толщи, формируя там залежи нефти (Карасевское, Моисеевское, Павловское, Северо-Карасевское месторождения). Совсем другая картина наблюдается в центральной части Каймысовского свода. Толщина флюидоупора, разделяющего битуминозные аргиллиты баженовской свиты и коллектора пласта Ю<sub>1</sub><sup>3</sup> васюганской свиты, составляет от 8 до 15 м (Западно-Кельватская, Кельватская, Ново-васюганская, Пограничная, Черноозерная, Шахматная площади) и флюидоупор препятствует миграции нефти вниз. В результате в этих локальных структурах отсутствуют нефтяные залежи.

Таким образом, на примере Каймысовского свода видно, что формирование нефтяных залежей в верхнеюрских коллекторах маловероятно за счет миграции углеводородов из близлежащих впадин и из погруженных крыльевых зон положительных структур. Источником поступления углеводородов служит нефтегазогенерирующая толща аргиллитов баженовской свиты, залегающая непосредственно на территории месторождения, которая одновременно является покрывшей в залежах. Формирование залежей нефти в верхнеюрских коллекторах контролируется, в основном, качеством флюидоупора, отделяющего эти коллектора от нефтегазогенерирующей толщи.

#### Литература

1. Арье А.Г. Генерация и первичная миграция углеводородов в глинистых нефтегазоматеринских толщах. – Геология нефти и газа, 1996. – № 7.
2. Гурари Ф.Г. Региональный прогноз промышленных скоплений углеводородов в доманикитах. – Геология нефти и газа, 1984. – № 2.
3. England W.A. and Mackenzie A.S. 1989. Some aspects of the organic geochemistry of petroleum fluids. *Geologische Rundschau*, 78. – P. 291–303.
4. England W.A., Mackenzie A.S., Mann D.M. and Quigley T.M. The movement and entrapment of petroleum fluids in the subsurface. *J. Geol. Soc. London*. – P. 144, 327–347.
5. Леворсен А. Геология нефти. – М.: Гостоптехиздат, 1958. – 487 с.
6. Нестеров И.И. Критерии прогнозов нефтегазоносности. – М.: Недра, 1969. – 335 с.
7. Рассел У.Л. Основы нефтяной геологии. – М.: Гостоптехиздат, 1951. – 260 с.
8. Соколов В.А. Миграция газа и нефти. – М.: Изд-во АН СССР, 1956. – 352 с.
9. Условия формирования и методика поисков залежей нефти в аргиллитах баженовской свиты/ Мин-во геол. СССР, Сиб. Науч. исслед. ин-т геологии, геофизики и минер. сырья. Сост.: Ф.Г. Гурари, Э.Я. Вайц, В.И. Москвин и др. Под ред. Ф. Г. Гурари. – М.: Недра, 1988. – С. 175.

### ГЕОЛОГИЯ НЕФТИ БАШКОРТОСТАНА: СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

**И.Ф. Шарифьянов, Р.Р. Ситдинов**

Научный руководитель профессор С.К. Мустафин  
*Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия*

Месторождения углеводородов (УВ) Республики Башкортостан (РБ), расположенной на юго-восточной окраине Восточно-Европейской платформы, относятся к Волго-Уральской нефтегазоносной провинции. Основными структурными элементами региона являются: Южно-Татарский и Башкирский своды, Бирская седловина, Верхне-Камская, Благовещенская, Бымско-Кунгурская и Салмышская впадины, а также, расположенные в пределах Предуральского краевого прогиба: Юрюзано-Сылвенская, Бельская, Мраковская депрессии и Шихано-Ишимбайская седловина. Фундамент платформы погружается в восточном направлении от 1,5 км до 8–12 км, увеличивается до 8–10 км и мощность дислоцированных отложений рифейвендского (R–V) комплекса, залегание кровли которого контролируется блоковым строением фундамента [1, 5, 6]. Выделяются семь нефтегазоносных комплексов: терригенная толща девона мощностью до 170 м, верхнедевонский-турнейский карбонатный (190–940 м), терригенная толща нижнего карбона (3–150 м и более), окско-башкирский карбонатный (200–600 м), верейский терригенно-карбонатный (27–115 м), каширо-гжельский карбонатный (355–2000 м) и нижнепермский карбонатный (190–3500 м) (табл.). В разрезе PZ выделено более 50 продуктивных пластов, в т.ч. P<sub>1</sub> – 2, C<sub>2-3</sub> – до 7, C<sub>1</sub> – до 20, в D<sub>2-3</sub> – более 20. В терригенных коллекторах заключено 58,4%, карбонатных – 41,6% оценочных перспективных ресурсов нефти отложений PZ. Ресурсы УВ R–V комплекса оценены в 5,3 млрд. т условного топлива в т.ч. 0,525 млрд. т нефти [1, 5, 6].

Система грабенообразных прогибов делит отложения D на блоки северо-восточной ориентировки. Прогибам свойственны: протяженность до 200 км, ширина до 2 км, значительные (до 100 м) амплитуды и крутые (60–90°) углы падения разрывов, а также наличие «оперяющих» разломов. Аргиллиты кыновского горизонта, заполняющие полости разломов, служат литологическим экраном для залежей нефти объектов юго-восточных бортов грабенов. В фамен-турнейское время сформировались ветви Камско-Кинельской системы некомпенсированного прогиба, которые отличают: уменьшение мощности карбонатных отложений D<sub>3</sub>, увеличение мощности турнейских отложений в бортовых зонах и заполнение осевой части терригенными и глинисто-карбонатными отложениями елхово-бобриковского возраста (C<sub>1</sub>). В C<sub>3</sub>–P<sub>1</sub> сформировался Предуральский краевой прогиб с ри-

фами у западного борта и тремя разломами вдоль Бельской впадины, контролирующими размещение антиклинальных структур, вмещающих залежи УВ. Амплитуды взбросов к югу увеличиваются от нескольких м до 1 км.

Месторождения УВ приурочены к антиклиналям, куполам, тектонически или литологически ограниченными моноклиналям и поднятиям, экранированным тектонически и литологически грабенообразными прогибами. Коллекторами УВ служат рифогенные постройки С, Р<sub>1</sub> [1, 3, 4]. Структура Предуральского краевого прогиба сопоставима с Терско-Каспийским прогибом, расположенным на сочленении Скифской плиты и складчатых сооружений Большого Кавказа, в пределах которого размещены месторождения УВ Дагестана [7].

Таблица

**Степень разведанности начальных суммарных ресурсов нефти и свободного газа по нефтегазоносным комплексам пород РБ [15]**

Нефтегазоносные комплексы (возраст)	Начальные суммарные ресурсы, %	В том числе, %			Разведанность, %
		накопленная добыча	запасы	неразведанные ресурсы	
<b>Нефть</b>					
I терригенный (D)	37,0	73,4	10,2	16,4	83,6
II карбонатный (D <sub>3</sub> -C <sub>1</sub> )	11,4	24,9	19,2	55,9	44,1
III терригенный (C <sub>1</sub> )	40,2	76,2	16,2	7,6	92,4
IV карбонатный (C <sub>1-2</sub> )	3,1	25,1	24,7	50,2	49,8
V карбонатно-терригенный (C <sub>2</sub> )	2,0	26,4	36,1	37,5	62,5
VI карбонатный (C <sub>2-3</sub> )	2,6	16,0	47,1	36,9	63,1
VII карбонатный (P <sub>1</sub> )	3,7	68,2	104	21,4	78,6
<b>Свободный газ + газ газовой шапки</b>					
IV карбонатный (C <sub>1-2</sub> )	54,5	0,1	11,9	88,0	12,0
V карбонатно-терригенный (C <sub>2</sub> )	3,2	3,6	38,2	58,2	41,8
VI карбонатный (C <sub>2-3</sub> )	34,6	-	40,5	59,5	40,5
VII карбонатный (P <sub>1</sub> )	7,7	74,4	11,1	14,5	85,5

РБ занимает в РФ 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. м<sup>3</sup> газа. Пик нефтедобычи, составивший 47,851 млн. т, был пройден в 1967 году и до 1980 года её уровень не опускался ниже 40 млн. т/год; к 2004 году она снизилась до 11,12 млн. т. Добытые к 2003 году 1,5 млрд. т нефти, составляют 84% начальных запасов; высока обводненность (92,1%), низок коэффициент извлечения нефти 35,1%. [3, 9].

Структура начальных суммарных запасов УВ региона определяется следующими параметрами: нефть – 84%, свободный газ (включая газ газовых шапок) – 12%, растворенный газ – 3%, конденсат – менее 1%. К началу 2005 года на территории РБ известно 176 месторождений УВ, из которых нефтяных месторождений – 142, газонефтяных – 15, нефтегазовых – 7, газовых – 13. В разработке находятся 160 месторождений в том числе: нефтяных – 138, нефтегазовых – 3, газонефтяных – 15, газовых – 4; в консервации – 3 нефтяных, 3 нефтегазовых и 9 газовых объекта.

На балансе ОАО «Башнефть» на территории РБ находятся 168 месторождений. Территория РБ характеризуется высоким нефтегазовым потенциалом; изученность региона составляет: глубоким бурением – 121,5 м/км<sup>2</sup>, структурным бурением – 142,4 м/км<sup>2</sup>, сейсморазведкой – 1,22 км/км<sup>2</sup>. Открываемые в регионе сегодня месторождения и залежи УВ являются в основном мелкими и приурочены к ловушкам сложного строения [3]. Концентрация микрокомпонентов в нефтях и пластовых водах месторождений УВ является важным комплексным генетическим, промышленным, экологическим параметром. При изучении процессов нефтеобразования особое значение имеют, так называемые, «биогенные» элементы V, Ni, Fe, Co, Cr, Zn, As, Pb, Вг и др., определяющие, как подобие, так и отличие распределения микроэлементов (МЭ) в глинистых породах, что рассматривается как существенный аргумент в пользу вывода о генетической связи процессов нефтеобразования с живым веществом [8]. В составе УВ объектов Волго-Уральской нефтегазоносной провинции (НГП) МЭ, в том числе металлы концентрируются относительно других НГП в более существенных количествах, но распределены по нефтегазоносным комплексам весьма неравномерно. Максимальные концентрации V и Ni свойственны нефтям терригенных комплексов D и C<sub>1</sub>, карбонатных комплексов D<sub>3</sub>-C<sub>1</sub> и P<sub>1</sub>.

Высокие содержания Вг, Sr и К отличают пластовые воды терригенных D, C<sub>1</sub> и карбонатных D<sub>3</sub>-C<sub>1</sub>, C<sub>2-3</sub> и P<sub>1</sub> комплексов [2]. В составе пластовых вод коллекторов Кушкульского, Сергеевского, Бузовьязовского, Чекамагушевского месторождений УВ установлены, превышающие уровень соответствующих минимальных промышленных концентраций, содержания следующих микрокомпонентов (мг/дм<sup>3</sup>): Li (4,8–18,4), Mg (2870–9680), Sr (331–562), Вг (1768–2209), что позволяет рассматривать их как перспективные виды гидроминеральных ресурсов нефтяных месторождений РБ [4]. Исследования, проведенные в ДОО «Геопроект» показали, что пластовые

воды месторождений УВ Западно-Сибирской НГП, по сравнению с таковыми в Волго-Уральской НГП, более пресные и на порядок уступают по уровню минерализации. Такая же тенденция установлена для катионов: кальция, натрия, калия, лития, рубидия, цезия, анионов: хлора и брома. Аномально низкие, сравнительно, концентрации сульфат-иона магния, а также гидрокарбонат-иона и йода свойственны для Западно-Сибирской НГП. Примером сочетания экономической выгоды, экологической целесообразности и социальной значимости получения МЭ из попутных, минерализованных (до 220 г/л), вод служит разработка АзГосНИПИнефтегаз для месторождений Абшеронского полуострова (Республика Азербайджан). Добыча 1 т нефти сопровождается 23–24 т пластовой воды содержащих около 1,6 т солей. Стоимость хлоридов Na, K, Ca, Mg, карбоната Ca, I, Br и Sr составляет 260 у.е., т.е. более 50% стоимости 1 т нефти [5]. Опыт азербайджанских коллег будет полезен нефтяникам Дагестана при добыче УВ в их секторе Каспия, как с геолого-экономической, так и с геоэкологической позиций. Оптимизация процессов освоения объектов старых регионов добычи, транспорта и переработки УВ, к которым относится РБ, требует реализации программ комплексного решения геологических и экологических проблем. Эти задачи ОАО «Башнефть» решает, осуществляя широкий спектр мероприятий в рамках выполнения республиканской программы «Экология и природные ресурсы Республики Башкортостан (2004–2010 гг.)».

#### Литература

1. 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. – 424 с.
2. Габитов Г.Х., Мустафин С.К. Микрокомпоненты в нефтях, отходах их добычи и переработки // *Фундаментальные проблемы разработки нефтегазовых месторождений, добычи и транспорта углеводородов.* – М.: ГЕОС, 2004. – С. 297–299.
3. Исаков И.А., Габитов Г.Х., Лозин Е.В. Геологические задачи по восполнению минерально-сырьевой базы углеводородов в условиях детальной разведанности / *Мат-лы конф. «Геология, полезные ископаемые и проблемы экологии Башкортостана».* Первые Тимергазинские чтения. – Уфа: Тау, 2004. – С. 113–124.
4. Кузнецов В.А., Колокольников В.А. Перспективы организации химических производств с использованием гидроминеральных ресурсов нефтяных месторождений Башкортостана // *Геология и перспективы расширения сырьевой базы Башкортостана и сопредельных территорий.* / *Мат-лы IV респ. геологич. конф.* – Уфа: ИГ УНЦ РАН, 2001. – Т. 2. – С. 265–271.
5. Лозин Е.В. Тектоника и нефтеносность платформенного Башкортостана. – Ч. 1 и 2. – М.: ВНИИОНГ, 1994. – С. 65 и 78.
6. Масагутов Р.Х. Рифтогенез и перспективы нефтегазоносности рифея восточной окраины Восточно-Европейской платформы. – *Георесурсы.* 2000. – №2 (3). – С. 2–12.
7. Мирзоев Д.А., Пирбудагов В.М. Тектоника и нефтегазоносность Дагестанского сектора Терско-Каспийского прогиба // *Сб.: Современные проблемы геологии нефти и газа.* – М.: Научный мир, 2001. – С. 265–270.
8. Пуанова С.А. Геохимические особенности распределения микроэлементов в нефтидах и металлоносность осадочных бассейнов СНГ // *Геохимия.* – 1998. – №9. – С. 959–972.
9. Чернов А.Л., Антонов К.В., Гуфранов Р.А. Состояние и перспективы развития минерально-сырьевой базы Республики Башкортостан / *Геология, полезные ископаемые и проблемы экологии Башкортостана / Мат-лы конф. «Первые Тимергазинские чтения».* – Уфа: Тау, 2004. – С. 27–44.

### ОСОБЕННОСТИ СОСТАВА И СТРОЕНИЯ ВЕРХНЕЮРСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ЮЖНО-ЧЕРЕМШАНСКОГО НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

М.Н. Шельхаева

Научный руководитель научный сотрудник Г.Г. Кравченко  
ОАО «ТомскНИПИнефть», г. Томск, Россия

В 2008 г. на Южно-Черемшанском месторождении ОАО «Томскнефть» ВНК был получен приток нефти из отложений Ю<sub>1</sub><sup>1-2</sup> надугольной толщи верхневасюганской свиты. Запасы нефти по пласту Ю<sub>1</sub><sup>1-2</sup> в 2009 г. были приняты на баланс. Вследствие этого стало актуальным исследование строения и литолого-петрографических характеристик пласта Ю<sub>1</sub><sup>1-2</sup>, до недавнего времени не представлявшего интерес на данном месторождении.

По реперному горизонту – подошве баженовской свиты – проведена корреляция пласта Ю<sub>1</sub><sup>1-2</sup> с использованием литологических колонок, трех скважин с привлечением геофизических данных (рис. 1).

По данным предыдущих исследований ядра Южно-Черемшанского месторождения установлено, что в целом верхнеюрские отложения Южно-Черемшанского месторождения, включающие песчаные пласты группы Ю<sub>1</sub>, относятся к комплексу мелководно- и прибрежно-морских фаций.

Песчаники, слагающие один из продуктивных на месторождении объектов пласт Ю<sub>1</sub><sup>1-2</sup>, представлены тонко-мелкозернистыми разностями и обладают весьма низкими, реже низкими коллекторскими свойствами – VI и V класс коллектора по Ханину А.А. (1965). Пористость песчаников пласта Ю<sub>1</sub><sup>1-2</sup> варьирует от 6 до 16 %, проницаемость от 0,1 до 4 мкм<sup>2</sup>·10<sup>-3</sup>. Ухудшают коллекторские свойства частые глинистые слои, отмечаемые в песчаниках, и кальцитовый цемент, имеющий полосовидное распределение.

Нефтенасыщение отмечается в виде пятен в песчаниках пласта Ю<sub>1</sub><sup>1-2</sup> трех исследуемых скважин: в скв. 1 в тонко-мелкозернистом песчанике; в скв. 2 в биотурбированном тонко-мелкозернистом песчанике; в скв. 345 в однородных прослоях песчаника тонко-мелкозернистого в переслаивании с аргиллитом углистым.

С целью выявления особенностей формирования пласта Ю<sub>1</sub><sup>1-2</sup> были проведены детальные фациальные исследования ядерного материала по стандартной методике [1–3].

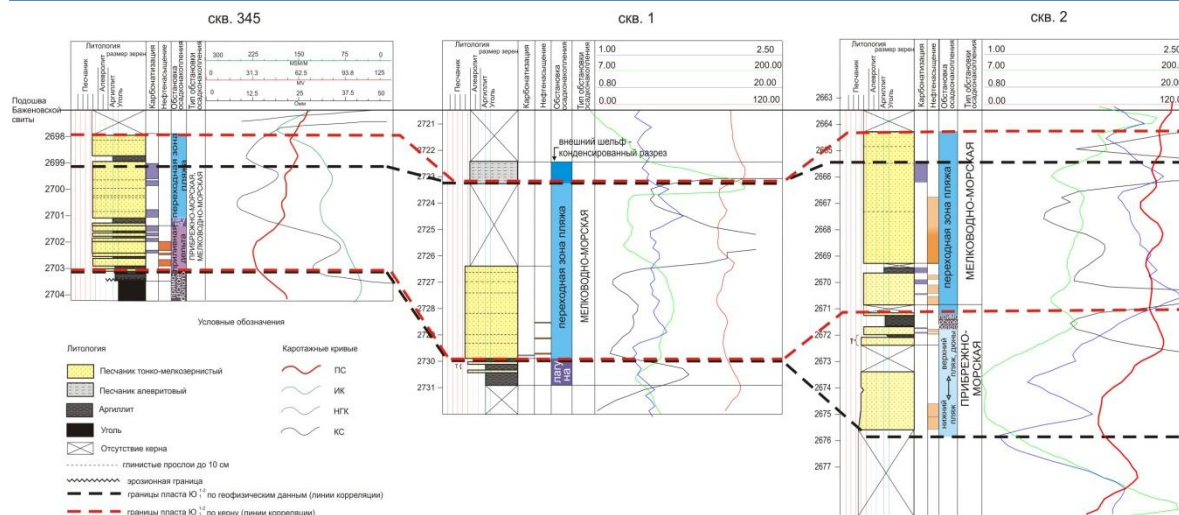


Рис.1. Корреляция однофациальных отложений скважин 345, 1 и 2 Южно-Черемшанского месторождения

Установлено, что отложения пласта Ю<sub>1</sub><sup>1-2</sup> изучаемых скважин представлены в основном мощным сильно биотурбированным тонко-мелкозернистым песчаником с частыми глинисто-алевритовыми слойками, также нарушенными биотурбацией (рис. 2).



Рис. 2. Песчаник тонко-мелкозернистый с частыми глинисто-алевритовыми слойками интенсивно биотурбированный. Фация переходной зоны пляжа. Пласт Ю<sub>1</sub><sup>1-2</sup>. а – скв. 345, гл. 2699,2 м; б – скв. 1, гл. 2727 м; в – скв. 2, гл. 2666 м

Формирование таких песчаников происходило в обстановке переходной зоны пляжа между базисом слабых и штормовых волн, т.е. в периоды спокойной погоды и в периоды штормов и волнений соответственно [2]. Для песчаных отложений, образующихся во время штормов, характерна крупномасштабная разнонаправленная косая (т.н. бугорчатая – НС) слойчатость ряби волнения [1]. Отмечается частое присутствие углефицированного растительного детрита, стяжений пирита, раковинного детрита. Присутствующие в песчаниках частые глинистые и алевритовые слойки выпадали из взвеси в затишные периоды. Из-за осадконакопления в спокойных условиях возникали благоприятные условия для развития интенсивной биотурбации осадка – ихнофафии *Cruziana*: *Planolites*, *Chondrites* и др.

В отличие от скв. 1 и 2, имеющих достаточно простое строение, в скв. 345 средняя часть пласта Ю<sub>1</sub><sup>1-2</sup> сложена тонким неравномерным переслаиванием светло-серых тонко-мелкозернистых песчаников и темно-серых аргиллитов мощностью до 0,4 м, соответствующих обстановке полуизолированных лагун. Накопление аргиллитов происходило в спокойной обстановке, прослойки и линзы песчаников отлагались лишь в периоды штормов в результате заплеска волн. По слою встречаются следы биотурбации, участками нарушающие переслаивание пород. Также встречается пиритовые и сидеритовые стяжения, свидетельствующие о восстановительной среде и застойных условиях в процессе осадконакопления, раковинный детрит, иногда намывы УРД.

В скв. 345 нижняя часть пласта Ю<sub>1</sub><sup>1-2</sup> соответствует фации приливной дельты, которая представлена песчаником тонко-мелкозернистым с прослоями аргиллита углистого. О существовании приливно-отливных течений свидетельствует специфический характер слойчатости песчаников (глинистые шлейфы, флазеры, прерывистые глинисто-алевролитовые прослойки), возникающий из-за резких изменений динамики среды – смен приливных или отливных течений затишными условиями.

На месторождении отложения надугольной толщи, включающие песчаные пласта Ю<sub>1</sub><sup>1-2</sup>, отражают трансгрессивный этап развития территории и поэтому залегают с размывом на нижележащих отложениях межугольной толщи, представленной фациями ваттов, маршей и приморских болот. Указанное обстоятельство позволяет уверенно различать по керну отложения над- и межугольных толщ, что не всегда возможно достоверно сделать по каротажу. Например, при сопоставлении границ пласта Ю<sub>1</sub><sup>1-2</sup> по геофизическим данным и по кернавому материалу, установлено, что в скв. 345 и 2 границы не совпадают (рис. 1). На основании выявленных закономерностей строения разреза и с привлечением данных по строению васюганской свиты на смежных площадях были предложены уточнённые по керну границы пласта Ю<sub>1</sub><sup>1-2</sup> (рис. 1).

Таким образом, в результате изучения разрезов скважин установлено, что строение надугольной толщи

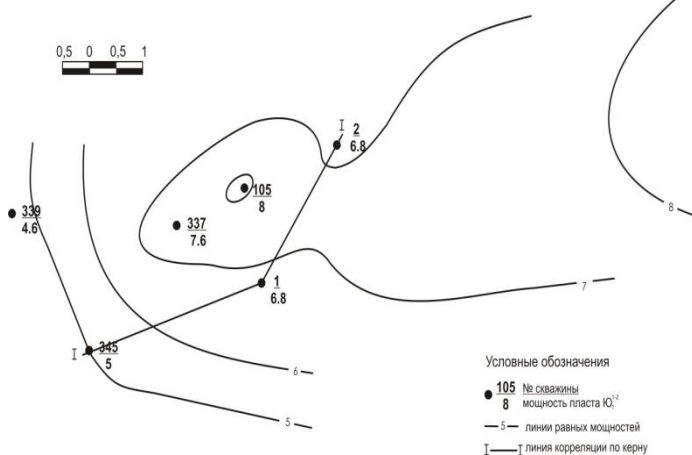


Рис. 3. Карта изопахит Ю<sub>1</sub><sup>1-2</sup> Южно-Черемшанского месторождения

качество создаваемых геологических моделей.

#### Литература

1. Ежова А.В. Геологическая интерпретация геофизических данных. Учеб. пособие. – Томск: Изд-во ТГУ, 2007. – 124 с.
2. Рейнек Г.-Э., Сингх И.Б. Обстановки терригенного осадконакопления. М.: Недра, 1981. – 439 с.
3. Фролов В.Т. Литология. Кн. 2: Учеб. пособие. – М.: Изд-во МГУ, 1993. – 432 с.

### ИСТОРИЯ ОТКРЫТИЯ НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ В ТАТАРСТАНЕ

Л.Р. Ягудина

Научный руководитель профессор И.Н. Плотникова

Казанский государственный университет имени В.И. Ульянова-Ленина, г. Казань, Россия

Определяющее значение для развития нефтяной промышленности Татарстана имели три события: открытие в 1943 году первой нефти в районе Шугурово, обнаружение девонской нефти в Бавлах в 1946 году и самое значительное – открытие в 1948 году большой девонской нефти у села Тимяшево Лениногорского района – супергигантского Ромашкинского месторождения, входящего в первую десятку крупнейших месторождений мира. Татарстан является наиболее богатым районом богатейшей Волго-Уральской нефтегазоносной провинции, занимающей обширное пространство между Уралом и Волгой.

Не менее важное значение для развития нефтяной индустрии имело освоение системы внутриконтурного заводнения на Ромашкинском месторождении, которое явилось подлинным триумфом в создании научных основ разработки нефтяных месторождений. Оно позволило коренным образом изменить системы разработки, значительно повысить технику – экономические показатели эксплуатации нефтяных месторождений и минимальными затратами перестроить топливный баланс страны. Освоение системы внутриконтурного заводнения явилось выдающимся вкладом наших ученых и производственников в отечественную и мировую нефтяную науку. За всю историю нефтяной промышленности Татарстана накоплен огромный материал по геологии и разработке нефтяных месторождений, опыт геологических исследований и использования их результатов. Добыча нефти может снижаться и повышаться, но этот материал и умение его использовать останутся в активе наших геологов. История поисков и разведки нефти на территории республики Татарстан тесно связана с развитием нефтепоисковых работ в районах Поволжья и ее можно условно разделить на 4 этапа[2].

Первый этап (1703–1929) был наиболее длительным. Для него характерны: изучение поверхностных проявлений нефти, первый опыт ее добычи на естественных обнажениях битуминозных пород и попытки найти промышленную нефть в пермских отложениях. Геологические исследования вначале носили главным образом рекогносцировочный и экспедиционный характер. В рассматриваемый период истории пермские битумы приобрели уже важное поисковое значение, но относительно их происхождения высказывались два противоположные

Южно-Черемшанского месторождения достаточно простое, песчаный пласт Ю<sub>1</sub><sup>1-2</sup> выдержан по мощности (средняя мощность 6,2 м), идентичен по составу и фациальной принадлежности на всём месторождении, в плане имеет площадное распространение.

На построенной по данным каротажа и кернавому материалу карте изопахит пласта Ю<sub>1</sub><sup>1-2</sup> (рис. 3), прослеживается постепенное увеличение мощности пласта в восточном направлении территории исследования. Мощность пласта Ю<sub>1</sub><sup>1-2</sup> варьирует от 4 м (скв. 345) до 8,4 м (скв. 336).

Применение литолого-фациального анализа позволяет существенно повысить точность и достоверность корреляции продуктивных пластов и, следовательно, улучшить

точки зрения, имеющие решающее значение в оценке глубинной нефтеносности. Исследователи, считавшие, что основные источники нефти для пермских битумов находятся на глубине, выступали за продолжение разведки с помощью глубокого бурения. Сторонники первичного происхождения поверхностных нефтепроявлений в пермских отложениях отрицали существование залежей нефти в более глубоких горизонтах и подчеркивали бесперспективность дальнейших поисков.

Систематическое изучение территории Татарстана начато в 1860 г. геологами Казанского университета. В течение 1860–1870 гг. Н.И. Головкинским и его учениками обследованы выходы пород на Волге, Каме, Вятке, Свияге, Казанке и другим рекам. В 60-е и 70-е годы прошлого века пробурено несколько мелких нефтепоисковых скважин, расположенных на востоке республики вблизи селений Нижняя Кармалка, Шугурово и Сарабикулово. Глубины скважин оказались недостаточными для достижения нефтеносных горизонтов. Неудачи поисков нефти на некоторое время охладили интерес нефтепромышленников к проведению буровых работ. Новые попытки бурения возобновлены в начале нашего столетия в связи с общим оживлением разведки нефти в разных районах России. В первом и втором десятилетиях 20 века ученые продолжали дискуссию о происхождении поверхностных нефтебитумопроявлений и перспективах разведки нефти в глубинных горизонтах палеозоя. После революции в 1918 г. в районе Сюкеево с целью оценки имеющихся там признаков нефти и изучения возможности открытия залежей промышленного значения направлялась специальная геологическая партия под руководством Н.Н. Тихоновича. В Сокско-Шешминский район в тех же целях в 1919 г. командован известный геолог К.П. Калицкий.

В 1919–1920 гг. неглубокие поисковые скважины на гудрон и нефть закладывались в районе города Чистополя на реке Шишма и у Сюкеевского взвоза на р. Волга. В Сюкеево работы велись до января 1923 г. Скважина достигла глубины 252 м, но не вскрыла в разрезе перспективных на нефть пластов. За 200 с лишним лет геологических исследований в Поволжье не были решены ни проблема обнаружения нефти в промышленных количествах на глубине, ни задача практического использования отложений битумов в пермских отложениях. Поэтому к началу 1923 г. Почти все работы по поискам нефти и разведке гудронных песчаников были прекращены.

Второй этап истории исследований (1930–1943 гг.) ознаменовался становлением в Татарстане теоретической основы методики геологоразведочных работ, поисками нефти в пермских слоях и открытием промышленной нефтеносности в каменноугольных отложениях. К этому времени уже большинство геологов связывало формирование нефтяных месторождений с наличием положительных структурных форм. На территории Татарстана исследования с нефтепоисковыми целями, ориентирующимися на изучение тектонических условий залегания перспективных слоев, начаты в 1930 г. С этого времени они не прекращались и развивались из года в год.

Третий этап геологических исследований (1944–1971 гг.) оказался исключительно плодотворным и самым успешным периодом поисково-разведочных работ. Начиная с 1944 г. После получения нефтяных фонтанов из франских песчаников в скважинах Яблонового оврага (Самарская область) и Туймазов (Башкортостан), разведка нефти в девонских отложениях занимает центральное место в комплексе поисково-разведочных работ на территории Татарстана. В качестве первого объекта для проверки нефтеносности девона избрали Шугуровское поднятие, на котором в 1944 г. начато строительство трех глубоких скважин с проектным горизонтом – кристаллический фундамент. Здесь впервые установлено структурное несоответствие между терригенным девонем и вышележащими стратиграфическими горизонтами палеозоя[1].

В 1944 г. еще до открытия девонского месторождения в Туймазах трестом «Туймазанефть» начато строительство двух скважин на Бавлинской структуре. В результате бурения скважин установлены нефтяные залежи в нижнем карбоне. После открытия девонской нефти в Туймазах эти скважины были углублены на девон, что привело к открытию высокодебитного Бавлинского месторождения.

В эти же годы «Татгеолтрест» планомерно наращивал буровые работы в районе Шугуровского и Ромашкинского поднятий. В 1946 году началось строительство первой девонской скважины 3 в своде Ромашкинского поднятия. За открытие Ромашкинского месторождения геологи А.М. Мельников, С.П. Егоров, И.А. Шпильман, М.Ф. Мирчинк, А.И. Клещев, С.Ф. Федоров и инженеры Ф.Г. Ефремов, А.В. Лукин, С.И. Маковский, Н.С. Голобоков, С.И. Агаев удостоены в 1950 г. Звания лауреата Государственной (Сталинской) премии.

Фонтан девонской нефти с суточным дебитом 120 т, полученный в скважине 3 Ромашкино, положил начало исключительно успешному периоду интенсивной разведки недр Татарстана. В год оно даёт более 15 млн. нефти, или половину объёмов, добываемых в республике. Из его недр отобрано более 2,2 млрд. тонн нефти, при этом сохраняется высокий потенциал месторождения. Широко развернутые геологоразведочные работы вскоре выдвинули республику в число наиболее богатых нефтью районов Волго-Уральской провинции.

Четвертый этап геологических исследований начался с 1972 г. и продолжается в настоящее время. Для него характерны широкий разворот поисково-разведочных работ в каменноугольных отложениях, поиски залежей в локальных нефтеносных карбонатных комплексах девона и карбона, углубленное изучение пермских битумов. Поисково-разведочные работы были сконцентрированы на перспективных площадях востока Татарстана, приуроченных в тектоническом отношении к Южно-Татарскому и Северо-Татарскому сводам и восточному борту Мелекесской впадины.

Коренной перелом в сторону повышения успешности поисково-разведочных работ в Татарстане намечился в начале 70-х годов, когда были полностью исключены из числа нефтепоисковых направлений западные малоперспективные районы республики, а основной курс взят на изучение нефтеносности карбона путем детального картирования перспективных площадей структурным бурением и ускоренную подготовку этим методом большого числа поднятий с последующим бурением в сводах структур поисковых скважин.

В 80-е годы резко усилилась роль сейсморазведки методом общей глубинной точки при поисках нефтяных месторождений в каменноугольных отложениях. К числу нетрадиционных направлений относится изучение

глубокопогруженных пород докембрийского фундамента с целью выяснения геологического строения и оценки перспектив возможного поиска и обнаружения в них скоплений углеводородов.

Особое место в истории освоения нефтяных богатств Татарстана занимает изучение битуминозности пермских отложений. Освоение природных битумов является объективной необходимостью в связи с ограниченностью запасов традиционных нефтей и высокими темпами их потребления. В недалеком будущем использование пермских битумов может заметно повысить нефтяной потенциал республики.

Приоритетной задачей нефтегазового комплекса республики является сохранение добычи углеводородного сырья на уровне 30 млн. т в год, обеспечение которых возможно благодаря выходу на промышленную добычу природных битумов. Техничко-экономические расчеты показывают, что основой для рентабельной разработки природных битумов является промышленная добыча битумов с одновременным обеспечением нетрадиционной переработки с получением бензиновых и дизельных фракций, продуктов малотоннажной химии и другой продукции.

К настоящему времени в палеозойских отложениях установлена промышленная нефтеносность 26 стратиграфических горизонтов, открыто свыше 150 нефтяных месторождений, включающих более 2800 залежей. За время разработки месторождений добыто 3 млрд.т нефти и свыше 90 млрд<sup>3</sup> попутного газа.

За многолетнюю историю нефтепоисковых работ на территории Татарстана пробурено более 8 млн.м глубоких, разведочных и 7 млн. м мелких структурно-картировочных скважин. Республика уже в 1957 году вышла на первое место в стране по уровню добычи нефти и удерживала его 17 лет[3]. Анализ истории открытий и практики геологоразведочных работ показывает, что решающее значение в создании мощной нефтяной базы на территории Татарстана принадлежит двум факторам: богатству недр и применению новой нетрадиционной методики поисков, разведки и доразведки нефтяных месторождений.

#### Литература

1. Нефтегазоносность Республики Татарстан. Геология и разработка нефтяных месторождений / Под ред. Р.Х. Муслимова – в двух томах. – Т. 1 – Казань: издательство «ФЭН» Академия наук РТ, 2007.
2. [www.tatar.ru/](http://www.tatar.ru/) [Официальный сервер Республики Татарстан](http://www.tatar.ru/Официальный_сервер_Республики_Татарстан)
3. [neft.tatcenter.ru/market/24886.htm](http://neft.tatcenter.ru/market/24886.htm) TatCenter.ru



<b>СОДЕРЖАНИЕ</b>	
<b>ПРЕДИСЛОВИЕ</b> .....	5
<b>ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ</b>	
<b>Чубик П.С.</b> Десятилетие XXI века – под знаком Национального исследовательского университета!.....	17
<b>Мазуров А.К.</b> Перспективное направление развития «Рациональное природопользование и глубокая переработка природных ресурсов» (ПНР-1).....	21
<b>Иванова Г.М.</b> Подвиг томских политехников-геологов в Великой Отечественной войне 1941-1945 гг. (к 65-летию Великой Победы).....	24
<b>Анисимов А.В.</b> Что знают студенты о Великой Отечественной войне? (по итогам социологического опроса).....	27
<b>Секция 1. ПАЛЕОНТОЛОГИЯ, СТРАТИГРАФИЯ И РЕГИОНАЛЬНАЯ ГЕОЛОГИЯ</b>	
<b>Абдуллаева Э.А., Дегтяренко Ю.А., Слепченко Д.Ю.</b> Основные результаты исследований эндогенной трещиноватости известняков Донбасса.....	34
<b>Беженцев С.А.</b> Особенности строения верхнеюрских отложений в пределах Усть-Тымской впадины (Томская область).....	34
<b>Безпалов А.Р., Гордовенко К.А., Андриянов И.К.</b> Об эндогенной трещиноватости аргиллитов угленосных отложений Донбасса.....	36
<b>Габдрахманов Р.Р.</b> Литолого-минералогический состав пород уржумских отложений казанско-чебоксарского типа разреза по данным исследований шлифов и спектров ЭПР.....	37
<b>Гноева А.В.</b> Палеофациальный анализ разреза валанжина в скв. Юхаровская-310 (север Западной Сибири) по палинологическим данным.....	39
<b>Головко Е.А., Дехтярь А.О., Стрелец О.Я.</b> Новые данные о геологическом строении участка Кодацкого порога (р. Днепр).....	40
<b>Гудым О.В., Дюбо М.Ю., Полтавец М.И.</b> Новые данные о геологическом строении территории Сурского порога (р. Днепр).....	40
<b>Дьяконова Ю.А.</b> Перспективы нефтегазоносности южной части Тургайского прогиба.....	41
<b>Зверева А.В.</b> Конодонты на рубеже башкирского и московского веков востока Русской плиты.....	43
<b>Иванькова М.Г.</b> Прогноз верхнедевонских органогенно-карбонатных построек в связи с нефтегазоносностью северо-востока Русской плиты.....	45
<b>Ильина О.Н.</b> Нижний девон Сохочульской островной возвышенности (Северная Хакасия).....	47
<b>Квачко С.К.</b> Литолого-фациальный анализ нижнемеловых отложений Ванкорского газонефтяного месторождения (Западная Сибирь).....	48
<b>Котельников А.Е., Жорж Н.В.</b> Палеовулканы Полярного Урала.....	50
<b>Кузнецова Е.А.</b> Стратиграфия угленосных пермских отложений Печорского бассейна.....	52
<b>Кученов Д.В., Ермаков В.М.</b> Копковское местонахождение палеофауны.....	54
<b>Маликов Д.Г.</b> Место нахождения среднедевонской палеофлоры у посёлка Советская Хакасия.....	54
<b>Мезенцев С.Е.</b> Первые находки фауны в породах Ольхонского кристаллического комплекса.....	56
<b>Мельник К.С.</b> Находка рогов в быскарской серии Северо-Минусинской котловины.....	57
<b>Мельник К.С.</b> Находка рогов в лугинцевской свите фундамента Западно-Сибирской плиты.....	59
<b>Меюс А.Р., Рекунович А.А., Терентьев В.А.</b> Закономерности развития эндогенных трещин в алевролитах угленосной толщи Донбасса.....	61
<b>Мишуков С.Е.</b> Литолого-фациальные особенности и битуминозность юрско – меловых отложений скважины Восточно-Лодочная-1.....	62
<b>Нестеренко А.О., Титов В.В., Шкатула Е.А.</b> Эндогенная трещиноватость песчаников Донбасса.....	64
<b>Новожилова Н.В.</b> Проблематичные мелкоракотинные организмы и биостратиграфия нижнего кембрия Лено-Алданского района Сибирской платформы.....	64
<b>Нурiev А.Г.</b> Секвенс-стратиграфия «врезовых» зон (на примере визейских врезов восточного борта Мелекесской впадины).....	66
<b>Сабия И.П.</b> К проблеме эталонирования Верхнетагильского интрузивного комплекса на восточном склоне Приполярного Урала (основные итоги первого этапа исследования).....	68
<b>Сапронова Д.А.</b> Тафономический анализ микрофаунистических ассоциаций из сарматских отложений Северного Причерноморья.....	69
<b>Старин Д.А.</b> Особенности распространения представителей рода <i>Ervalia</i> ( <i>Bivalvia</i> ) в сарматских отложениях Борисфенского залива (Южная Украина).....	71
<b>Стельмах А.Г.</b> Некоторые результаты магнитостратиграфии четвертичных отложений Узбекистана.....	73
<b>Тагариева Р.Ч.</b> Соотношение родов конодонтов в пограничном фран-фаменском интервале на примере разрезов «Аккыр» и «Барма» (Южный Урал).....	75

Труфанова М.А., Пыжов Д.С., Рябченко В.В. Основные результаты предварительных геологических исследований участков расположения Днепровских порогов.....	77
Ужегова Ю.А. Новые палеонтологические находки из отложений кривоуцкой свиты среднего ордовика Сибирской платформы.....	77
Фурсова Е.В. Строматолитовые горизонты в быскарской серии Минусинского прогиба (как индикаторы морской обстановки осадконакопления).....	79
Шелыхаева М.Н. Возможности применения метода люминесцентной микроскопии для оценки перспектив нефтегазосности территории (на примере Северного месторождения Западной Сибири).....	80
Ялов А.Е. Верхнедевонские брахиоподы Колывань-Томской структурно-фациальной зоны.....	82
<b>Секция 2. МИНЕРАЛОГИЯ, ГЕОХИМИЯ И ПЕТРОГРАФИЯ</b>	
Поцелуев А.А. Минералого-геохимические аспекты комплексной оценки полезных ископаемых.....	85
Аксенов С.Н. Вещественный состав и текстурно-структурные особенности метеорита.....	86
Акбашева А.А. Инфракрасная спектроскопия алмазов для геммологической диагностики.....	88
Аношкина Ю.В. Разработка методики определения рассеянных элементов в геологических образцах методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой.....	89
Анциферова А.А. Исследование степени кристалличности кварца и кварцитов методом инфракрасной спектроскопии.....	91
Базарова Е.П. Геохимическая характеристика гранитов Приморского комплекса.....	93
Баймуратов Н.М. Кристаллохимические особенности гранатов Урала.....	95
Белицер Д.С., Лопушняк Ю.М. Особенности минерального состава пород верхнего палеозоя в северном разрезе плато Путорана.....	96
Бельская Л.В. Изучение микроэлементного состава патогенных биоминералов методом РФА-СИ.....	98
Бельская Л.В., Солоненко А.П. Закономерности образования гидроксилпатита в присутствии ряда аминокислот.....	100
Бенедюк Ю.П. Петрографические особенности Медекского никеленосного массива.....	101
Бидный А.С., Кошенская Т.О. Новые данные о возрасте слюдитов из проявлений берилла и хризоберилла на среднем Урале, Россия.....	103
Вагина Е.А., Рудмин М.А., Петров М.В. Особенности кристалломорфологии и термоэлектрических свойств сульфидов руд месторождения «Чертово корыто» (Патомское нагорье).....	104
Вагина Е.А., Рудмин М.А. Первые данные в изучении вещественного состава руд золотого месторождения «Чертово корыто» по результатам электронной микроскопии.....	107
Варламова Е.С. Особенности формирования рудной минерализации горизонта лингуловых глин в пределах Вятско-Камской меденосной полосы.....	109
Васильченко Т.А. Геология и петрохимия Саввушинского массива Рудного Алтая.....	111
Гильманова Д.М. Терромагнитная диагностика железа и железо-никелевых сплавов в осадочных породах.....	113
Гладышев А.А. Особенности палеофациального анализа среднеюрских ачимовских отложений Демьянского лицензионного участка.....	115
Горлачева Н.В. Геохимические особенности гранитоидов Шаранурского и Хайдайского комплексов Ольхонского региона.....	116
Ескин А.А. Типоморфизм кварца Аян-Юряхской площади Магаданской области.....	118
Зелинский Д.В. Возможность применения скважиной гелиевой съемки для поисков нефти на Южно-Ягунском месторождении (г. Когалым).....	120
Иванова Н.С. Исследование процесса окаменения янтаря Приморского месторождения.....	122
Исламов А.Ф., Гайфулина Р.Р., Нурдин Е.В. Минералого-геохимические особенности пермских углей Волго-Уральского региона.....	124
Исламов А.Ф., Нуриев А.Г. Вещественный состав углей как индикатор условий визейского углеобразования в карбонатных врезках на территории Татарстана.....	126
Кабанова О.И. Условия кристаллизации магм и поперечная геохимическая зональность северной части Охотско-Чукотского вулканического пояса.....	128
Ковригин А.И. Вещественный состав золотосодержащих руд рудопроявления «Расчетное» (Сурская зеленокаменная структура, Украина).....	129
Королев Е.С. Особенности формирования цеолитового цемента в продуктивных нижнемеловых отложениях севера Западной Сибири.....	131
Кокшина Л.В. Пренит и пумпеллит как индикаторы глубокого катагенеза петрокластических граувакк (на примере среднепалеозойских отложений восточного склона Южного Урала).....	132
Куринная У. Н. Условия формирования и локализации золото-серебряного оруденения на западных флангах Балхачского рудного узла (центральная Камчатка).....	134
Леонтьев В.И., Фауст А.В. Минералогия аллювиальных отложений Восточно-Маньхамбовской площади Приполярного Урала.....	136

<b>Максимова П.П.</b> Геохимические особенности кварцит–карбонатного меланжа Ольхонского региона....	138
<b>Михайлова Е.М.</b> Типоморфные особенности пирита золото–скарнового оруденения.....	140
<b>Михайлова Е.М., Адигешова П.М.</b> Типоморфные особенности кристалломорфологии пирита Сухаринского рудного поля.....	143
<b>Москаленко А.Б., Вавриш Н.Г.</b> Новый алмазонасный кимберлитовый регион северо-западной части Анголы.....	146
<b>Николаева В.М.</b> Баритовая минерализация верхнеюрских отложений северо-восточной части Ульяновско-Саратовского прогиба: форма проявления, состав, генезис.....	147
<b>Пиндюрина Е.О.</b> Новые данные по петрографии и геохимии магматических пород Улуелгинско-Кудашмановской зоны (западный склон Южного Урала).....	149
<b>Подолька И.В., Соколов В.А.</b> Предварительные результаты изучения вещественного состава руд Татарского месторождения (Енисейский край).....	151
<b>Приходченко Д.В., Козий Е.С., Прудкий А.В.</b> О распределении ртути в пластах угля Красноармейского геолого-промышленного района Донбасса.....	152
<b>Приходченко Д.В., Ляшенко Т.Г., Орлова Т.В.</b> Некоторые особенности распределения никеля и кобальта в угольных пластах Красноармейского геолого-промышленного района Донбасса.....	154
<b>Сайчук О.Н.</b> Петрографическое и петрохимическое изучение кимберлитовых пород Дюкенского и Ары-Мастахского полей Якутской провинции.....	154
<b>Сасим С.А.</b> Петрогенезис шшонит-латитовых пород Акагуевской вулканоплутонической ассоциации (Юго-Восточное Забайкалье).....	156
<b>Свиридов Н.В.</b> Проблема нахождения арагонита в месторождениях Самарской области.....	158
<b>Семенова Ю.В.</b> Изотопный состав стронция и источники вещества метасадочных пород аккреционных комплексов Восточного Забайкалья.....	160
<b>Тимко Е.Ю.</b> Петрохимические и геохимические особенности пегматитоносных гранитов Эгиндабинского массива (Хангай, Центральная Монголия).....	162
<b>Угапьева С.С.</b> Кристалломорфология и структурная ориентировка включений минералов в алмазах.....	164
<b>Филимонова А.А.</b> Вулканы Приполярного Урала как индикаторы геодинамических режимов.....	166
<b>Фролова Е. В.</b> Характеристика гранитоидов Евьюганского купола (Полярный Урал).....	168
<b>Черкасова Т.Ю.</b> Ультрамафиты расслоенных мафит-ультрамафитовых массивов нижнедербинского комплекса (северо-запад Восточного Саяна) и их рудная минерализация.....	169
<b>Чернова А.Д.</b> Объемный метод оценки концентраций рудных компонентов в индивидуальных включениях высокотемпературных флюидов.....	172
<b>Шинкоренко А.Ю.</b> Метасоматические изменения на контакте мраморов и пироксенитов.....	173
<b>Юричев А.Н.</b> Петрохимические особенности пород Кингашского и Идарского комплексов северо-западного окончания Канской глыбы (Восточный Саян).....	175
<b>Секция 3. МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ.</b>	
<b>МЕТОДИКА ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ</b>	
<b>Ворошилов В.Г.</b> Аномальные геохимические поля и поиски гидротермальных рудных месторождений	177
<b>Аленберг К.О.</b> Вещественный состав метасоматических образований барит-флюорит-полиметаллического месторождения Кахтарма (Восточный Саян).....	179
<b>Анкушева Н.Н., Зайков В.В.</b> Физико-химические условия образования сульфидно-баритовых жил Северо-Уваряжского золото-колчеданно-полиметаллического месторождения (Башкортостан).....	181
<b>Бабкин Д.И.</b> Твердые и газообразные углеродистые вещества в грейзеновых месторождениях Алтая.....	183
<b>Бегунов А.Н.</b> О металлогенических особенностях магматических образований Приполярного Урала.....	185
<b>Белозерова А.А.</b> Минеральный состав руд участка «Крестовый» (Полярный Урал, Собь-Харбейская площадь).....	187
<b>Будяк А.Е.</b> Геохимия образований рифея Муйской структурно-формационной зоны (месторождение «Ветвистое»).....	189
<b>Вакарь Ю.В.</b> Проблемы поисков антропогенных месторождений.....	191
<b>Глазырина Е.П.</b> Геологическое строение северо-западного фланга Черногорского массива рудовмещающих пород на основе объемного моделирования в программном пакете MICROMINE.....	193
<b>Дашкевич Е.Г., Неволько П.А., Нго Тхи Фьонг</b> Минералого-геохимические особенности, возраст и соотношения Au и Sb оруденения Лангвайского рудного узла (Северный Вьетнам).....	195
<b>Журавлева А.А.</b> О формировании кристаллизационных пирометрических минерализованных зон (на примере Енисейского края).....	197
<b>Калдыров Р.И.</b> Условия формирования Сюкеевского месторождения гипса (Республика Татарстан).....	199
<b>Калько И.А.</b> Критерии типизации и прогнозной оценки аномальных геохимических полей в Чукотском сегменте Охотско-Чукотского вулканогенного пояса.....	200
<b>Мальшева Е.С.</b> Особенности формирования Балковского экзогенно-эпигенетического инфильтрационного месторождения в отложениях среднего-верхнего миоцена.....	202

<b>Мисюркеева Н.В.</b> Изменчивость параметров слюдоносных жил Больше-Северного рудничного поля...	204
<b>Михайлова Е.М., Адигешова П.М.</b> Типоморфные особенности кристалломорфологии пирита Сухаринского рудного поля.....	206
<b>Михайлова Е.М., Ахметова К.К.</b> Зональность термoeлектрических свойств пирита Сухаринского рудного поля.....	208
<b>Неволько П.А.</b> Золотое оруденение Партизанской и Рыбинской рудных зон (Енисейский кряж).....	210
<b>Овакимян С.Э.</b> Структурные условия локализации оруденения Тертерасарского золоторудного месторождения (Южная Армения).....	212
<b>Попов А.А.</b> Применение биогеохимического метода поисков месторождений нефти и газа в Пермском крае.....	214
<b>Прокопьев И.Р.</b> Минералого-геохимические особенности руд медно-никелевого месторождения Максут (Восточный Казахстан).....	216
<b>Разва О.С., Никитченко Р.В.</b> Петрографические и геохимические особенности рудовмещающих пород Синюхинского золоторудного месторождения.....	218
<b>Рязанцев С.С.</b> Результаты исследований по фактическому и перспективному освоению недр на Жирекенском молибденовом месторождении.....	220
<b>Светлицкая Т.В.</b> Сульфидное медно-никелевое оруденение массива «Донг Чанг» (Северо-Восточный Вьетнам).....	222
<b>Семин Н.В.</b> Геолого-структурные исследования на участке «Барун-Хал» (Приольхонье, Западное Прибайкалье).....	224
<b>Тимкина А.Л.</b> Изменение физико-химических параметров флюида с глубиной при формировании Васильковского золото-сульфидно-кварцевого месторождения (Казахстан) (по результатам исследования флюидных включений).....	226
<b>Хоменко М.О.</b> Геологическое строение Лендахского рудного поля (Енисейский кряж).....	228
<b>Чагина Е.С.</b> Структура рудного поля Каларского месторождения и условия локализации золото-серебряного оруденения (Кабурчакский прогиб, Горная Шория).....	229
<b>Чернышов И.Н., Зябкин В.Ф.</b> Разведка и оценка запасов титаномагнетитового месторождения «Масальское» в Казахстане.....	230
<b>Шиверских М.С., Калугин В.М.</b> Этапы формирования золоторудной минерализации в бассейне р. Энгажимо (Байкало-Патомское нагорье).....	232
<b>Шпидлер А.А.</b> Геологическое строение и золотоносность рудопроявления «Тырсеялх» (Магаданская область).....	234
<b>Шпидлер А.А.</b> Платино-медно-никелевое оруденение, генезис, структура рудных полей, модели физических полей.....	236
<b>Секция 4. ГИДРОГЕОЛОГИЯ И ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ</b>	
<b>Рассказов Н.М.</b> Исследования сотрудников кафедры гидрогеологии, инженерной геологии и гидрогеоэкологии ТПУ в бассейне р. Томи, включая Кузбасс.....	238
<b>Балобаненко А.А.</b> Качество природных вод Богучанского района (Красноярский край).....	239
<b>Балтрушайтите К. Ю.</b> Гидрогеология Советского нефтяного месторождения.....	241
<b>Белова Ю.Ю.</b> Геохимия подземных вод Нарыкско-Осташкинской площади Ерунаковского района Кемеровской области.....	243
<b>Богодухова Д. К.</b> Гидрогеологические особенности Читинского месторождения подземных вод.....	245
<b>Боровкова О.А., Белкин И.Ю.</b> Изменение гидрогеологических условий территории водозаборных участков нефтяных месторождений ТПП «Когалымнефтегаз» в результате их эксплуатации.....	247
<b>Бушманова Е.С.</b> Наледообразование и его влияние на эксплуатацию участка автодороги Чита-Забайкальск в районе пос. Песчанка.....	249
<b>Верхотуров Г.Г.</b> Динамика мерзлотно-гидрогеологических условий Забайкалья в современных условиях.....	251
<b>Винокурова А.А.</b> Характеристика Рогожниковского нефтяного месторождения и инженерно-геологические условия участка трассы газопровода.....	252
<b>Войцеховская В.В., Шевченко М.И.</b> Прогнозная оценка влияния сбросного канала на гидрогеологические условия прилегающих территорий.....	254
<b>Выстрепова В.А.</b> Прогноз оседания земной поверхности в районе х. Голубинка Белокалитвенского района при откачке подземных вод из палеоцен-олигоценового водоносного комплекса.....	256
<b>Габдрахманов Р.Р.</b> Гидрогеологические условия кристаллических докембрийских пород Южно-Татарского свода.....	258
<b>Гусихина М.В., Безуглая-Анненкова И.Н.</b> Гидрогеологические условия разработки нефтяных месторождений Западной Сибири (на примере Мортымья-Тетеревского и Кочевского месторождений нефти)..	260
<b>Дербенева Н.Н.</b> Инженерно-геологические условия торфяного месторождения «Клюквенное» (Томская область) и результаты наблюдений за промерзанием торфяной залежи.....	262
<b>Дзязько С.Р.</b> Классификация лечебных минеральных вод республики Хакасия.....	264

<b>Домрочева Е.В.</b> Изменение состава подземных вод в режимных скважинах на территории юга Кузбасса	266
<b>Дробнева Н.А.</b> Формирование химического состава подземных вод Новошахтинского района	268
<b>Жабин В.Ю.</b> Характеристика грансостава песков Центрального Приобья с целью прогноза их суффозионных свойств	270
<b>Иванова И.С.</b> Железо в пресных подземных водах Бакчарского района (Томская область)	271
<b>Ислибаева К.К.</b> Инженерно-экологические особенности г. Уфы	273
<b>Калугина Е. В.</b> Гидрогеологические особенности «Переломного» и «Южно-Шавринского» участков Всеволодо-Вильвенского месторождения известняков	275
<b>Капелюшник Е.А.</b> Геологические особенности строительства нефтегазопроводов на участках распространения вечной мерзлоты	277
<b>Карпова Н.Ю., Гагарин А.Ю.</b> Агрессивность грунтов в зоне гидротехнического подтопления в пределах Зеленодольского района Республики Татарстан	279
<b>Касьяненко А.И.</b> Расчет устойчивости склона для обоснования застройки микрорайона «Тимаковский» и выбор защитных противооползневых мероприятий	281
<b>Кирилов А.Н., Бакарас М.В., Пастушак С.М.</b> Оценка инженерно-геологических условий проходки щитовым методом при строительстве подземных сооружений в пойме рек Северский Донец и Везёлка в г. Белгороде	285
<b>Костюкова Н.О.</b> Типизация лечебных минеральных вод Иркутской области	287
<b>Кузеванов К.К.</b> Анализ геохимических особенностей подземных вод палеогеновых отложений Томской области методами ГИС-технологий	288
<b>Кулешов А.П.</b> Конструирование локальных литотехнических систем в условиях плотной застройки	289
<b>Кушман М.В.</b> Оценка влияния гидрологического режима реки Мзымта на интенсивность развития экзогенных геологических процессов в ее долине	290
<b>Лохман А.В., Боровкова О.А.</b> Изменение уровня режима подземных вод под влиянием эксплуатации водозабора города Урая	291
<b>Манучарян Л.С.</b> О качестве дренажных вод Березовского рудника на Рудном Алтае	293
<b>Олейник В.А.</b> Эколого-гидрогеологическая характеристика Албазинского месторождения	295
<b>Паздникова А.С.</b> Перспективы водоснабжения нефтепромысловых объектов Терско-Камовского лицензионного участка	297
<b>Пелинин В.А.</b> Анализ данных полученных на стационарном участке «Ново-Разводная» Иркутского водохранилища	299
<b>Покровский В.Д.</b> Особенности водоснабжения ряда крупных городов Европы	300
<b>Покровский В.Д.</b> Схематизация гидрогеологических условий микрорайона «Черемошники» для гидрогеодинамического моделирования	301
<b>Пономарева И.С.</b> Инженерно-геологические условия строительной площадки жилого здания района «Заисток» (г. Томск)	302
<b>Рахматуллаев И.Б.</b> Инженерно-геологические условия острова Игарский в связи с реконструкцией взлетно-посадочной полосы (ИВПП)	304
<b>Сидкина Е.С.</b> Особенности распространения йодо-бромных вод в центральных районах Западно-Сибирской плиты	305
<b>Сидкина Е.С.</b> Перспективы использования йодо-бромных вод Ханты-Мансийского автономного округа	307
<b>Сучкова О.Ф.</b> Особенности влияния гранулометрического состава на пластичные свойства аллювиальных грунтов территории города Томска	309
<b>Трухин И.Г.</b> Причины и факторы обводнения Уртуйского бурогоугольного разреза	312
<b>Тырина Т.С.</b> Изучение набухания глинистых грунтов оползневого тела района среднего течения р. Мзымта	313
<b>Фурсова Е.В.</b> Влияние способа подготовки проб на результаты гранулометрического анализа	315
<b>Халиуллина Ю.В.</b> Инженерно-геологический анализ флишевой толщи района г.Новороссийска как основания тяжелых сооружений цементного производства	316
<b>Чепрасова А.С.</b> Использование технологических растворов на основе синтетических поверхностно-активных веществ для ликвидации нефтяного загрязнения на территории предприятия «Туапсенефтепродукт»	318
<b>Черникова М.А.</b> Оценка устойчивости оползневого склона в техногенных условиях на участке строительства курортного комплекса «Пальмовый Берег»	319
<b>Чернышова Ю.В.</b> Микроструктура дисперсных грунтов: методы и результаты изучения (на примере ключевых участков в Прибайкалье)	321
<b>Шабанина Н.И.</b> Особенности питьевого водоснабжения юго-восточной части Томского района	323
<b>Шахмуратов Х.Ю.</b> Карстоопасность и карстомониторинг Республики Башкортостан	325
<b>Шевкунов А.И.</b> Оценка качества и подсчет строительного материала в карьере № 12 на площадке 109С Тюменской области	326
<b>Шигорина Е.Г.</b> Влияние минералогического состава, структурно-текстурных особенностей горных пород на их прочность на примере строительства плотины в городе Кютай (Австрия)	329
<b>Шмурыгина Е.В., Лукин Ал.Ан.</b> Воднобалансовая оценка технологических водоносных горизонтов на	330

полигонах подземного захоронения жидких радиоактивных отходов Сибирского химического комбината.....	
<b>Секция 5. ГИДРОГЕОХИМИЯ И ГИДРОГЕОЭКОЛОГИЯ</b>	
<b>Баранова К.Ю.</b> Миграция химических элементов в водах рек Абакан (пос. Абаза) и Енисей (район Саяно- Шушенской ГЭС) и в подземных водах этих территорий.....	333
<b>Батозская А.Ю.</b> Эколого-геохимическое состояние реки Кисловка (бассейн р. Томи).....	335
<b>Белик В.Н., Носова Л.А.</b> Комплексное изучение влияния техногенных объектов на элементы ландшафта в районе разработки железорудных месторождений.....	337
<b>Бердников А.А.</b> Гидрогеохимические условия Тамбовского промышленного района.....	339
<b>Боровская В.А.</b> Изменение состава природной воды, используемой Томским электромеханическим заводом.....	340
<b>Воробьев В.А.</b> Оценка радиационной обстановки в районе предполагаемого строительства Северной АЭС.....	341
<b>Гамза О.Е.</b> Химический состав поверхностного слоя донных осадков Белого моря.....	343
<b>Головачёва К.А.</b> Анализ качества подземных вод района Форштадт г. Новокузнецка (Кемеровская область).....	345
<b>Гусихина М.В., Семенова Т.В.</b> Оценка совместимости пластовых и закачиваемых вод.....	347
<b>Данченко С.С.</b> Химический и микробиологический состав воды поверхностного и подземного водозаборов базы отдыха «Багульник» г. Абазы (республика Хакасия).....	349
<b>Дроздова Д. В.</b> Зимний минимальный сток рек бассейна Абакана.....	351
<b>Зверев Г.В.</b> Радий и уран в подземных водах палеозойских отложений Пермского края.....	352
<b>Зибарева Н.Е.</b> Эколого-правовые аспекты водопользования на реке Селенга.....	354
<b>Игнатова А.И.</b> Летучие фенолы в воде Телецкого озера.....	356
<b>Иманбаева Д.М.</b> Глобальное загрязнение подземных вод.....	358
<b>Кабанник В. Г., Саева О.П.</b> Результаты электрохимического способа очистки дренажных вод.....	360
<b>Калентьева Д.В.</b> Многолетний режим грунтовых вод в районе Дроздзавода и п. Нижний склад (г. Томск).....	362
<b>Камнева А.А.</b> Подземный водный сток в Южнотаежной подзоне бассейна средней Оби.....	363
<b>Колпакова М.Н.</b> Химический состав озера Шадзгай-Нур (северо – западная Монголия).....	365
<b>Корнеева Т.В.</b> Система «рудный дренаж - природный водоем»: характеристика и механизм взаимодействия (на примере Блявинского месторождения, г. Медногорск).....	367
<b>Костюкова Н.О.</b> Эколого–гидрогеохимические особенности территории Братского алюминиевого завода (Иркутская область).....	369
<b>Курбатова А.А.</b> Сточные и природные воды площадки Байкал -1 Семипалатинского испытательного полигона.....	372
<b>Курлянов Н.А., Файзрахманова З.Г.</b> Возможные пути разрешения проблемы качества хозяйственно-питьевого водоснабжения крупных городов (на примере г. Казани).....	374
<b>Леушина С. К.</b> Качество вод р. Томи в районе сброса сточных вод г. Томска.....	376
<b>Лохман А.В., Безуглая-Анненкова И.Н., Боровкова О.А.</b> Изучение показателей качества подземных вод атлым-новомихайловского водоносного горизонта на территории Урайского городского водозабора.....	377
<b>Масленникова А.В.</b> Загрязнение донных отложений озер Урала при горнопромышленном техногенезе.....	379
<b>Никалина М.Ю.</b> Оценка влияния Бурштынской ТЭС (Украина) на водные объекты.....	381
<b>Новожилова Т.В.</b> Оценка геоэкологического состояния территории предприятия «Завод приборных подшипников» г. Томска.....	383
<b>Носкова Д.Л.</b> Особенности инженерной мелиорации р. Ушайка в районе с. Корнилово.....	386
<b>Пацкова Ю.Л., Белецкая В.А., Яцечко Н.Е.</b> Проблемы загрязнения объектов окружающей среды при хранении твердых отходов.....	387
<b>Пашагин А.В.</b> Исследование геохимических типов радоновых и углекислых вод родников Республики Тува.....	389
<b>Попыхина Е.В.</b> Использование водных объектов Республики Хакасия для рекреационных целей.....	390
<b>Рыжих Е.С.</b> Антропогенное воздействие нефтегазодобывающего комплекса на водные объекты и водосборные территории среднего течения р. Обь.....	391
<b>Солдатова Е.А.</b> Химический состав родников Троице-Сергиевой лавры.....	393
<b>Химченко О.В.</b> Особенности внутригодового распределения стока рек заболоченных водосборов на примере бассейна р. Васюган.....	395
<b>Нестерова М.В.</b> Основные направления изменения химического состава шахтных вод в Гуковском районе.....	397
<b>Чагина Ю.А.</b> Химические типы соленых озер Алтайского края.....	398
<b>Черникова М.А.</b> Применение многомерного G – метода для классификации шахтных содовых вод восточного Донбасса.....	400

<b>Шайхутдинова А.М.</b> Гидрохимический баланс реки Ушайки.....	402
<b>Широченко О.В.</b> Эколого-геохимическая характеристика озер бассейна Нижней Томи.....	404
<b>Шихалева Н.В.</b> Эколого-геохимическое состояние поверхностных вод района воздействия предприятия ООО «Сорский ГОК» .....	406
<b>Шиша С.А.</b> Микробиологический состав природных вод поселка Белый Яр Томской области.....	408
<b>Шульга О.В.</b> Распределение железа и марганца в природных водах на территории месторождения «Каменное» .....	409
<b>Шумакова Д.М.</b> К вопросу о влиянии изменения температуры почвы на объем подземного стока.....	412
<b>Яцечко Н.Е., Пацкова Ю.Л.</b> Влияние техногенного загрязнения на формирование микроэлементного состава подземных вод и пород Западного Донбасса .....	414
<b>Секция 6. ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ</b>	
<b>Исаев В.И.</b> Интерпретация данных гравиметрии при прогнозно-поисковой оценке нефтегазоносности объектов.....	416
<b>Абдыкенов О.Б., Сыздыков Н.Е., Ефименко С.А.</b> К вопросу о реализации функций первичной рудо-подготовки на базе ядерно-геофизических технологий опробования руд в ПО «Жезказганцветмет».....	421
<b>Адигешова П.М.</b> Контроль качества твердого топлива с помощью фильтрации вторичного излучения...	423
<b>Байболова Ш. Ж.</b> Исследование возможности оценки остаточной водонасыщенности коллекторов по результатам геофизических исследований скважин.....	425
<b>Беляшов И.В., Ефименко С.А.</b> Экспресс-анализ концентратов ТОО «Актюбинская медная компания» с помощью рентгенофлуоресцентного спектрометра РПП – 12 .....	427
<b>Вандышева К.В.</b> Гравиметрические тектонофизические исследования Тагило-Кушвинского железорудного района .....	429
<b>Гаврилов М.Н., Попов М.В.</b> Основные результаты геофизических работ в пределах Ийско-Тагульской площади (Иркутская область) .....	430
<b>Гарус П. И.</b> Геофизические особенности разрезов в связи с их нефтегазоносностью (на примере месторождения Каймысовского свода).....	432
<b>Герасимович Г.К., Ошлакова А.С.</b> Анализ данных промыслово-геофизических исследований Западно-Останинского месторождения (Западная Сибирь) .....	434
<b>Глушенко М.Н.</b> Интерпретация диаграмм высокочастотного электромагнитного каротажа и бокового каротажного зондирования на примере данных Западно-Лугинецкого месторождения Томской области..	436
<b>Дармаев Б.А.</b> Выявление и анализ петрофизических неоднородностей коллекторов месторождения Нижневартовского нефтегазоносного района.....	437
<b>Иванов Ю.С.</b> Анализ активированных долгоживущих нуклидов в донных отложениях оз. Хубсугул (Монголия) методами нейтронно-активационной гамма-спектрометрии.....	439
<b>Иванченко С.В.</b> Магнитоакустическая эмиссия природных ферромагнетиков.....	440
<b>Коровин М.О.</b> Закономерности изменения фильтрационных свойств пласта Ю1-2 месторождения Нюрольского нефтегазоносного района .....	443
<b>Коробейников А.Ю.</b> Представление результатов метода заряда в виде кажущегося сопротивления через градиент измеренного по направлению поля .....	445
<b>Костычев Е.Е., Ошлакова А.С.</b> Сопоставление фильтрационно-емкостных и эксплуатационных параметров пласта Ю <sub>1</sub> <sup>0</sup> Катыльгинского месторождения (Западная Сибирь) .....	446
<b>Кравченко А.С.</b> Построение номограммы для разделения коллекторов по характеру насыщения.....	448
<b>Курашов И.А.</b> Алгоритм быстрой миграции до суммирования для экспресс-обработки сейсмических данных .....	449
<b>Литвинов Н.А., Субботин А.А.</b> Геолого-геофизическое картирование участка Барун-Хал (Приольхонье, Западное Прибайкалье) .....	451
<b>Маслак Е. Н.</b> Результаты геофизических исследований для обоснования разработки месторождения Нижневартовского нефтегазоносного района .....	452
<b>Метелев А.Г.</b> Геофизика при прогнозной оценке перспектив нефтегазоносности шельфа Сахалина .....	454
<b>Непрыхин Г.Р.</b> Сигналы-помехи и способы их устранения с помощью программных средств, подключаемых к программе Geoscape в геолого-технологических исследованиях скважин .....	456
<b>Пеньковая О.В.</b> Тектонофизика – направление геофизики и ее применение в Охотоморском регионе Дальнего Востока .....	457
<b>Подругин Г.В., Плеханов С.Г.</b> Нефтегазоносность Доплитного комплекса Сургутского свода (по результатам геоплотностного моделирования) .....	459
<b>Попов С.А., Беспалов А.А.</b> Месторождения углеводородов гидротермального генезиса: механизм образования, поисковые критерии и методы .....	461
<b>Попов М.В., Гаврилов М.Н.</b> Основные результаты геофизических работ в пределах Кингашской площади .....	463
<b>Попова Н.С.</b> В поисках оптимального алгоритма интерпретации электроразведочных данных.....	464

<b>Райкова А.А., Парфенова Т.Ю.</b> Определение текущей нефтенасыщенности через обсадную колонну....	466
<b>Свиридов Н.В.</b> Геолого-технологические исследования. Диаграммы Пикслера .....	468
<b>Стрелкова Н.С.</b> Определение коэффициента водонасыщенности по функции Леверетта .....	470
<b>Сыздыков Н.Е., Абдыкенов О.Б., Ефименко С.А.</b> Ядерно-геофизический мониторинг руды Сатпаевской обогатительной фабрики ПО «Жезказганцветмет» .....	472
<b>Чашков А.В., Кинсфатор А.Р.</b> Анизотропия проницаемости трещинного пласта–коллектора с заданным распределением направлений трещин .....	474
<b>Шайхиев Д.Р.</b> Термометрия нагнетательных скважин: теория и практика .....	476
<b>Шархимуллин А.Ф.</b> Особенности томографической интерпретации магнитного поля Кингашского месторождения .....	478
<b>Яшков Д.С.</b> Расчет критических значений удельных электрических сопротивлений для определения характера насыщения в отложениях Томской области .....	480
<b>Секция 7. ГЕОЛОГИЯ НЕФТИ И ГАЗА</b>	
<b>Запывалов Н.П.</b> Геофлюидодинамические принципы изучения нефтегазовых месторождений.....	482
<b>Абдрашитова Д.Р.</b> Литолого-фациальный анализ песчаной битумоносной пачки Шешминского горизонта в зоне выклинивания уфимских отложений в Западном Закамье (на примере Онбийской площади).	484
<b>Акбашева А.А., Галеева Р.Р.</b> Нефтегазоносность внутрибассейновых рифов Прикаспийской впадины на примере резервуара Тенгиз .....	486
<b>Бак Е.П.</b> Строение и нефтегазоносность Боханского продуктивного горизонта терригенного комплекса венда Ангаро-Ленской ступени .....	487
<b>Белякова И.И.</b> Использование региональных сейсмических профилей для тектонического районирования северной части Западно-Сибирской геосинеклизы.....	489
<b>Благина С.С.</b> Естественные выходы горючих газов и нефти по долине Ангары в Иркутске.....	490
<b>Бузанов В.К.</b> Особенности формирования баровых отложений .....	492
<b>Галеева Р.Р.</b> Палеогеографические условия осадконакопления байос-батских отложений Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции.....	494
<b>Губаева Ф.Р.</b> Влияние процессов наложенного эпигенеза на формирование коллекторских свойств пород пласта Ю <sup>1</sup> Еты-Пуровского месторождения .....	495
<b>Дьяконова Ю.А.</b> Перспективы нефтегазоносности южной части Тургайского прогиба .....	497
<b>Единархова Н.Е.</b> Характеристика резервуаров и особенности нефтегазоносности Ангаро-Ленской ступени .....	499
<b>Жанаделова Г.Б.</b> Корреляция и строение келловей-верхнеюрских отложений Тазо-Хетского района и прилегающих территорий (север Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции).....	501
<b>Жильцова А.А.</b> Ароматические углеводороды – геохимические поисковые признаки нефтегазовых залежей .....	502
<b>Забоева А.А.</b> Методика создания концептуальной седиментационной модели на основе сейсмических данных.....	504
<b>Зверева О.А.</b> Особенности строения резервуаров Ньюско-Джербинской впадины.....	506
<b>Камалеева А.И.</b> Исследование вещественного состава и структурно-текстурных особенностей пород продуктивного пласта АВ8-2б Ватьеганского месторождения по данным керна ряда скважин .....	508
<b>Карпов И.А., Бабиков А.А.</b> Общие признаки строения и пространственного размещения месторождений-гигантов мира (на примере Западно-Сибирской и Африкано-Аравийской платформ).....	509
<b>Ковалевский А.В.</b> Влияние интрузий траппов на нефтегазоносность Южно-Тунгусской нефтегазоносной области.....	511
<b>Королев Е.С.</b> Особенности формирования цеолитового цемента в продуктивных нижнемеловых отложениях Севера-Западной Сибири.....	512
<b>Климова Е.Н.</b> Углеродистое вещество в докембрийских породах Забайкалья.....	514
<b>Лукьянова Е.О., Сорокоумова И.Е.</b> Изменение порового пространства в песчаных коллекторах в связи с становлением залежи нефти.....	515
<b>Мелкишев О.А.</b> Генетические особенности карбонатных коллекторов зоны сочленения Соликамской депрессии и передовых складок Урала.....	516
<b>Мещеряков К.А.</b> Роль изучения нефтегазоматеринских свит триасовых прогибов в формировании нефтегазоносности севера Западной Сибири.....	518
<b>Минибаяв Н.Р.</b> Особенности микроэлементного состава нефтей и битумов Татарстана.....	520
<b>Миляхметова А.Г.</b> Перспективы нефтегазоносности местоскоплений нефти и газа Бельской впадины Предуральяского прогиба.....	522
<b>Нгуен Х.Ч.</b> Оценка перспектив нефтегазоносности Южно-Коншонского бассейна (Шельф Вьетнама)...	523
<b>Носов М.А., Кривошеков С.Н., Петров А.Н.</b> Зональный прогноз нефтегазоносности ловушек, связанных с каналами вторичной миграции углеводородов вероятностно-статистическими методами (для территории Пермского края).....	526
<b>Носова Н.С.</b> Об эффективности применения литофациальных моделей по результатам промыслово-	527



геофизических исследований при изучении обстановок осадконакопления на примере Тагульского месторождения.....	
<b>Нуриев А.Г.</b> Секвенс-стратиграфия «врезовых» зон (на примере визейских врезов Восточного борта Мелекесской впадины).....	529
<b>Нуриллина А.Р.</b> Оценка перспектив нефтебитуминосности среднепермского возраста на Сотниковской площади в Татарстане.....	531
<b>Петров М.М.</b> Разгрузка подземных вод как фактор тектонического влияния .....	533
<b>Петров М.М.</b> Природа происхождения валлообразных поднятий в Березовской впадине .....	534
<b>Попов А.А.</b> Применение биогеохимического метода поисков месторождений нефти и газа в Пермском крае.....	534
<b>Попов С.А.</b> Оценка прогнозных ресурсов по результатам моделирования процессов генерации и эмиграции углеводородов (на примере верхнеюрско-мелового нефтегазоносного комплекса Верхнеяминского вала).....	536
<b>Прахов А.Н.</b> История тектонического развития Верх-Тарского месторождения по материалам сейсмо-разведки.....	538
<b>Пушкарев М.С.</b> Геологическое строение и нефтеносность баженовской свиты в Назымской зоне Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции .....	540
<b>Сапурин С.А.</b> Некоторые особенности среднепалеозойских глинисто-карбонатных отложений Вагай-Ишимского прогиба (юго-запад Западной Сибири).....	542
<b>Свиридов Н.В.</b> Геолого-технологические исследования. Диаграммы Пикслера.....	544
<b>Синченко А.В., Корниенко А.С.</b> Газогидратные залежи шельфа Каспийского моря.....	546
<b>Ситдигов Р.Р., Шарифьянов И.Ф.</b> Опыт добычи нефти заводнением республики Башкортостан: достижения и проблемы .....	548
<b>Скотникова Д.А.</b> Особенности строения месторождений нефти и газа Непско-Ботуобинской антеклизы (Восточная Сибирь).....	550
<b>Смирнова К.Ю., Зимина С.В., Елисеева О.Д.</b> Фациальный анализ нефтегазовых комплексов нижне-среднеюрских отложений юго-востока Западной Сибири, Томская область .....	551
<b>Стариков А.Н.</b> Дифференциация запасов нефти в пласте ЮС <sub>1</sub> <sup>Г</sup> на территории основной залежи Фаинского месторождения в зависимости от литолого-фациальных условий формирования коллекторов.....	553
<b>Титов Ю.В.</b> Некоторые петрогенетические особенности нижнемеловых отложений Большехетской впадины (на примере скв. 2020Р Пяяхинского месторождения).....	555
<b>Толмачев Е.О.</b> К вопросу об условиях образования неокомских отложений Широкого Приобья.....	557
<b>Фархутдинов И.М.</b> Поиски месторождений углеводородов в поднадвиговых отложениях Башкирского мегантиклинория Южного Урала.....	559
<b>Хромовских А.Ю.</b> Роль литологических флюидоупоров в формировании нефтяных залежей Каймысовского свода.....	560
<b>Шарифьянов И.Ф., Ситдигов Р.Р.</b> Геология нефти Башкортостана: современное состояние и перспективы развития.....	562
<b>Шельхаева М.Н.,</b> Особенности состава и строения верхнеюрских отложений Южно-Черемшанского нефтяного месторождения Томской области .....	564
<b>Ягудина Л.Р.</b> История открытия нефтяных месторождений в Татарстане .....	566

Научное издание

Проблемы геологии и освоения недр  
Труды XIV Международного симпозиума имени академика М.А. Усова  
студентов и молодых ученых


Издательство ТПУ  
Россия, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30  
Тел./факс (3822) 563535, 564557  
e-mail: [publish@tpu.ru](mailto:publish@tpu.ru)

Подписано к печати 00.00.2010. 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](http://www.tpu.ru)

## Центр профессиональной переподготовки специалистов нефтегазового дела ТПУ



*Вход в Центр*

сиональной 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 интегрированные знания и навыки командной работы, что является необходимым условием для ус-

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 политехнического университета при поддержке НК "ЮКОС" был открыт Центр профес-



*Лекция*

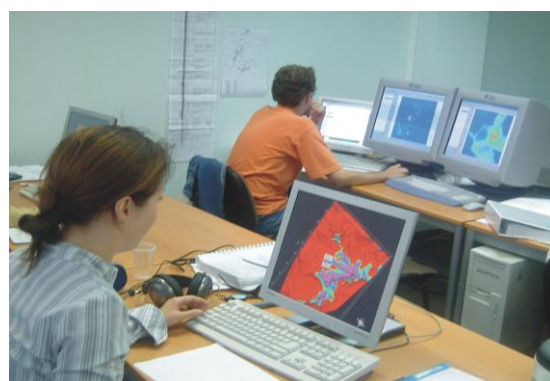
пешной карьеры в современной нефтегазовой промышленности.

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 магистерская программа состоит из 4-х семестров, во время которых слушатели посещают лекционные и практические занятия.



*Студенты в библиотеке*

Обучение ведется по основным специальным дисциплинам: нефтепромысловой геологии, геофизике, физике 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 знаний при работе с реальными промышленными данными. Студенты защищают свои групповые проекты перед экспертной комиссией. Имея все необходимое оборудование,



*В компьютерном классе*

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*



*Вручение дипломов магистрам в  
Британском посольстве*

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.

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–дисках



*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 №169068 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](mailto:ktxng@tpu.ru), [sspost@mail.ru](mailto: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:

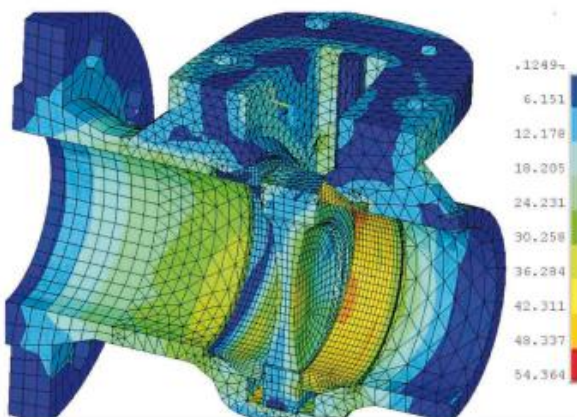
- способность проводить сложные аналитические расчеты по анализу динамических, гидравлических и термодинамических характеристик оборудования трубопроводного транспорта;
- умение пользоваться сложным современным экспериментальным оборудованием при исследовании процессов, влияющих на эксплуатационные и 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](mailto:ktxng@tpu.ru), [sspost@mail.ru](mailto:sspost@mail.ru)  
Почтовый адрес:  
634959, Россия, г. Томск,  
пр. Ленина, 30, ТПУ.



Лицензия на право образовательной деятельности  
Серия А №169068 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: [ctxng@tpu.ru](mailto:ctxng@tpu.ru), [sspost@mail.ru](mailto:sspost@mail.ru)**

**Почтовый адрес:  
г. Томск, пр. Ленина, 30,  
ТПУ, Россия, 634050**





# 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 микро-элементного 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 лучших из 12 вузов России;
- **принцип элитарности научных, инженерных и педагогических школ:** 40-летний опыт подготовки геологов-редкометаллщиков; 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 «Казатомпром», 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 редкометаллического 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;
- Промысленно-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-редкометаллургов, 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 доктор наук, профессор (**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 «РУГ»;
- термолюминесцентные 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 м<sup>2</sup>. 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 радиогеохимических 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)
- «ВНР» (Австралия) и др.

### СТРАТЕГИЧЕСКИЕ КЛИЕНТЫ ЦЕНТРА

- ООО «Компания «Базовый элемент»» («БазЭл»)
- ОАО «КАЗАТОМПРОМ» (Казахстан)

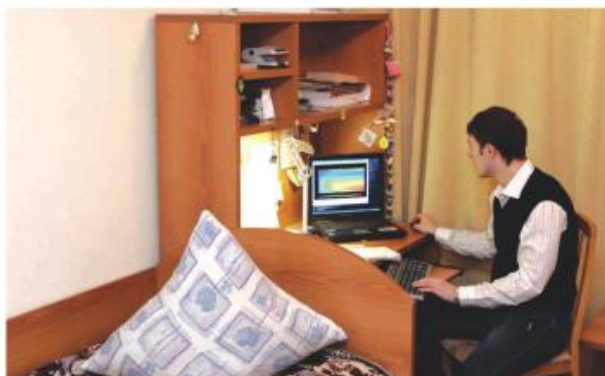
- ОАО «Урановая горнорудная компания» РОСАТОМА
- ФГУП «УРАНГЕО» (МПР РФ)

### 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.**





Лицензия на право образовательной деятельности  
Серия А №169068 от 01.06.2005.



## Международный инновационный научно-образовательный центр «Урановая геология»

**Контактная информация:**  
634050 г.Томск, пр.Ленина 2,  
Офис 535 Кафедра ГЗГК,  
тел.: (3822) 418910,  
e-mail: rikhvanov@tpu.ru  
<http://urangeo.tpu.ru>

