

**ПЕРМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ
СТУДЕНЧЕСКОЕ НАУЧНОЕ ОБЩЕСТВО ГФ ПГНИУ
EAGE PERM STUDENT CHAPTER
SEG PERM STUDENT CHAPTER
ПЕРМСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ ЕВРО-АЗИАТСКОГО
ГЕОФИЗИЧЕСКОГО ОБЩЕСТВА (ЕАГО)**



ГЕОЛОГИЯ В РАЗВИВАЮЩЕМСЯ МИРЕ

**Сборник научных трудов
(по материалам IX Международной научно-практической
конференции студентов, аспирантов и молодых ученых)**

В ДВУХ ТОМАХ

Том 1

Пермь, 2016

УДК 550.8+622(234.852)

ББК 26.3

Г 36

Геология в развивающемся мире: сб. науч. тр. (по
Г 36 материалам IX Междунар. науч.-практ. конф. студ.,
асп. и молодых ученых): в 2 т. / отв. ред.
Р. Р. Гильмутдинов; Перм. гос. нац. исслед. ун-т. –
Пермь, 2016. – Т.1. – 541 с.: ил.
ISBN 978-5-7944- 2690-8 (т.1)
ISBN 978-5-7944-2689-2

Материалы IX Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, состоявшейся 4-7 апреля 2016 г. на геологическом факультете Пермского государственного национального исследовательского университета, отражают тематику курсовых, дипломных и диссертационных работ.

Издание адресовано инженерам-геологам, гидрогеологам, геофизикам, минералогам, палеонтологам, нефтяникам и геологам широкого профиля.

УДК 550.8+622(234.852)

ББК 26.3

Печатается по решению ученого совета геологического факультета
Пермского государственного национального исследовательского университета

Редколлегия: Р.Р. Гильмутдинов – отв. редактор, К.И. Асанова, А.П. Боталов,
Н.С. Гусева, Э.М. Даутова, И.И. Капатская, Ю.О. Мальгина, А.С. Мурыськин,
Ф.А. Тихомиров.

ISBN 978-5-7944- 2690-8 (т.1)
ISBN 978-5-7944-2689-2

© Пермский государственный
национальный исследовательский
университет, 2016

СЕКЦИЯ 1. МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ. МЕТОДЫ ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ЖИЛЯНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ КАЛИЙНЫХ СОЛЕЙ

А.К. Айткалиева

*Пермский государственный национальный исследовательский
университет, магистрант 1 года обучения, aktolkyn2013@mail.ru*

Научный руководитель: д.г.-м.н., профессор Р.Г. Ибламинов

Аннотация: в статье рассматриваются геологические и горно-геологические условия Жилинского месторождения в Западном Казахстане, знания о которых необходимы для его разработки, геологической и экологической безопасности.

Ключевые слова: калийные соли, литология, тектоника и геодинамика, Жилинское месторождение.

GEOLOGICAL CONDITIONS ZHILYANSKAYA DEPOSIT OF POTASSIUM SALTS

A.K. Aitkalieva

Perm State University,

1st year Master's Degree Student, aktolkyn2013@mail.ru

Research Supervisor: Doctor of Geology and Mineralogy, Professor

R.G. Iblaminov

Abstract: the article deals with geological and mining-geological conditions of the Zhilyanskaya Deposit in Western Kazakhstan, knowledge about which is necessary for its development, geological and environmental safety.

Key words: potassium salts, lithology, tectonics and geodynamics, Zhilyanskaya Deposit.

Введение. В последнее время вопросы геологического изучения Жилинского месторождения калийных солей чрезвычайно актуальны в связи с планированием его разработки в ближайшее время и строительством завода калийных минеральных удобрений.

Жилинское месторождение расположено в юго-западной части Актюбинского Приуралья. В административном отношении территория входит в состав Актюбинской области Республики

Казахстан и удалена от юго-восточной окраины г. Актобе на расстояние 5-10 км. Месторождение представлено залежами полигалита и сильвинита характеризуется большой протяженностью, разобщенностью в плане и высотах рудных тел, резкими колебаниями условий залегания, мощностей рудных тел и содержания полезных компонентов [1,5].

Стратиграфия и литология. В строении Жилинского месторождения принимают участие осадки нижней и верхней перми, триаса, средней юры и четвертичные отложения. Нижнепермский комплекс пород наиболее дислоцирован; здесь, помимо древних подвижек, смявших артинский фундамент, довольно четко выражены процессы вторичной соляной тектоники, давшей своеобразные структуры течения в гидрохимических осадках кунгура. Более молодые образования, начиная с триаса, залегают несогласно на породах кунгурского возраста, нивелируя древний рельеф. Четвертичные отложения перекрывают все более древние породы маломощным покровом, увеличивающимся близ речных долин и по овражной сети [4].

Полигалитовые залежи нижнего горизонта в виде пластов и линз залегают на глубине 235-770 м и имеют меридиональное простирание и падение на запад и восток под углами 30-60°. Пласты образуют три пачки, разделенные толщей каменной соли с прослоями ангидрита и других пород. Длины верхней, средней и нижней пачек с перерывами составляют соответственно 10, 14 и 18 км при ширине от 250 до 1000 м. Средние мощности пачек составляют 37, 23 и 75 м. Верхний горизонт калийных солей представлен сильвинитами и сильвинито-карналлитами, отделен от полигалитового горизонта толщей каменной соли мощностью от 30 до 120 м. Сильвиниты и сильвинито-карналлиты залегают в виде пластообразных линз длиной от 1 до 6 км, шириной от 150 до 500 м, вытянутых в меридиональном направлении. Глубина залегания линз изменяется от 318 до 670 м, мощность – от 1 до 70 м. Соленосная толща, заключающая продуктивные пласты, благоприятна для проходки горных и горнодобывающих выработок, так как сложена устойчивыми породами с трещинами, заполненными галитом, гипсом, ангидритом [1,4].

Тектоника и геодинамика. Согласно тектонической схеме В.Е. Ружецева и П.И. Климова, район исследований относится к Западной подзоне Актюбинского Приуралья. По схемам геоморфологического и неотектонического районирования южной конечности Урала и ее периферии (по Е.Д. Тапалову) рассматриваемая

территория расположена в пределах геоморфологической области – Подуральского плато, геоморфологического района – Актюбинской депрессии. По геоморфолого-неотектоническому районированию В.И. Бабак и Н.Н. Николаева (1984) им соответствуют таксоны уровня – мегаблока и макроблока.

Жилинская структура представляет собой антиклинальную складку, вытянутую почти в меридиональном направлении. Длина этой складки прослежена буровыми работами на расстояние 30 км. Ширина складки 3,5-4,0 км. Ядро складки сложено артинскими грубокластическими осадками – конгломератами и песчаниками, установленными в северной части структуры, выходящими на поверхность в виде возвышенности Жилин-Тау. В центральной и южной частях месторождения артинские отложения залегают на глубине и изучены бурением. Глубина залегания в сводовой части артинского поднятия непостоянна и варьирует в значительных пределах. Так, на севере артинские отложения выходят на поверхность, в 6 км на юг глубина их залегания составляет около 400 м, а еще южнее на 4 км, находятся на глубине не более 200 м. В ядре складки слои залегают, довольно полого, но на крыльях падение их равномерно увеличивается и составляет 20-25°. Артинские породы перекрываются кунгурской гидрохимической толщей, которая, в свою очередь, перекрыта красноцветами верхней перми и мезокайнозоя.

По геодинамическим условиям район Жилинского месторождения находится в сложных тектонических условиях, находясь на стыке Приенисейской синеклизы (с запада и непосредственно на площади), Предуральского краевого (с севера) прогиба и Уральской складчатой системы (с востока). Блоково-надвиговое взаимодействие этих крупных тектонических структур осложняется соляно-купольной тектоникой, формируя сложную современную геодинамическую обстановку. Основная геодинамическая активность, по-видимому, связана с системой меридионального тектонического нарушения, проходящего через всю Жилинскую площадь с юга на север. Его пересекают многочисленные локальные субширотные и диагональные линеаменты, которые в свою очередь «оперяются» короткими линеаментами.

На территории Жилинского месторождения ЕНИ ПГНИУ проведен морфонеотектонический и линеаментно-геодинамический анализ на основе аэрокосмогеологических исследований [2,4]. Было установлено, что двумя крупными линейными зонами тектонических нарушений, отраженных системой линеаментов субмеридионального и север-северо-западного простиранья, Актюбинский макроблок

разделен на три мезоблока, линейно-вытянутых в этом же направлении. С северо-запада и юго-востока они ограничиваются двумя зонами линеаментов северо-восточного простирания (60°). Таким образом, в рассматриваемом районе Жилинского месторождения с прилегающей территорией выделено 5 мезоблоков.

Оценка геодинамической (неотектонической) активности территории проводилась по распределению плотности линеаментов и мегатрещиноватости (по их протяженности на единицу площади) [3]. Всего на рассматриваемой территории (в контурах горного отвода Жилинского месторождения калийных солей) по результатам АКГИ масштаба 1:25 000 установлено 1880 линеаментов, 8 локальных геодинамических активных зон (с очень высокой плотностью линеаментов), их размеры составляют в длину 0,7-4,0 км, в ширину 0,3-0,8 км. В их пределах установлены 13 участков (с чрезвычайно высокой плотностью линеаментов), с размерами от 0,1х0,2 до 0,6х1,5 км.

Аномальные зоны и участки необходимо учитывать при планировании горных работ и промышленном освоении Жилинского месторождения. Вероятно, следует исключить локальные участки в пределах геодинамических активных зон с чрезвычайно высокой трещиноватостью из разработки месторождения, оставив целики [2,4].

Литература

1. Коноплев А.В., Ибламинов Р.Г., Копылов И.С. Инженерно-геологические условия Жилинского калийного месторождения (Казахстан) // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 5. URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=15023> (дата обращения 25.02.2016).
2. Копылов И.С., Коноплев А.В., Ибламинов Р.Г. Новейшая тектоника и современная геодинамика западного Казахстана на Жилинском месторождении калийных солей // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 5. URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=14660> (дата обращения 22.02.2016).
3. Копылов И.С., Коноплев А.В. Оценка геодинамического состояния Талицкого участка Верхнекамского месторождения калийных солей на основе ГИС-технологий и ДДЗ // Геоинформатика. 2013. № 2. С. 20-23.
4. Наумов В.А., Коноплев А.В., Копылов И.С. и др. Подготовка исходных геологических данных для разработки ТЭО строительства горно-обогатительного комбината на базе Жилинского месторождения калийных солей. Отчет о НИР. ЕНИ ПГНИУ, Пермь, 2012.
5. Фортунатов Г.А., Красюк Н.Ф., Земсков А.Н., Иванов О.В. Газоносность соляных пород калийных месторождений Жилинское и Сатимолла (Казахстан)

// Вестник ПНИПУ. Геология. Нефтегазовое и горное дело. 2014. № 11. С. 88-98.

ПАЛЕОГЕОГРАФИЯ ОБЛАСТИ ПАЛЬМИРА (СИРИЯ)

А. Алхалум

**Кубанский государственный университет,
аспирант 3 года обучения, Malak198525@yahoo.com**
Научный руководитель: к.г.-м.н., доцент Т.Н. Пинчук

Аннотация: *палеогеографическая обстановка осадконакопления в области Пальмира (Сирия), представленная в статье, позволяет выяснить формирование нефтегазоносных толщ по территории.*

Ключевые слова: *Сирия, Пальмира, осадконакопления, грабен.*

PALEOGEOGRAPHIC DEPOSITIONAL ENVIRONMENT

A. Alhaloum

**Kuban State University,
3^d year Post-graduate Student, Malak198525@yahoo.com**
Research Supervisor: Doctor of Geology and Mineralogy, Reader
T.N. Pinchuk

Abstract: *palaeography sedimentation of the region of Palmyra (Syria), which are known and developed oil and gas fields, as well as to search for promising areas for hydrocarbons.*

Key words: *Syria, Palmyra, sedimentation pool, graben.*

Актуальность работы. Анализ геологических, геоморфологических и тектонических данных, собранных в научной литературе, позволил сопоставить структурно-тектонические деформации, происходившие в истории образования территории Сирии, и в частности в области Пальмира. Представленные палеогеографические реконструкции бассейнов осадконакопления от палеозоя до квартера позволяют выяснить распространение породы, содержащих углеводороды по территории Сирии. Также палеогеографические реконструкции бассейнов осадконакопления дают более полную оценку процессам плитной тектоники, проходившим в восточном Средиземноморье, и также могут обеспечить лучшее понимание возникновения месторождений углеводородов и распределения природных ресурсов по территории.

Введение. Изучение геологических разрезов на поверхности в области Пальмира, а также анализ сейсмических профилей и геофизических исследований скважин, пробуренных по территории, позволили провести сопоставление разрезов фанерозоя, с учетом тектонической и геологической позиции [5].

Этапы осадконакопления в области Пальмира можно проследить от палеозоя до неогена [3]. Первый этап, когда накопление осадочного чехла на территории Сирии началось после формирования кристаллического фундамента в докембрийский период. В раннем палеозое, с кембрия до силура, на территории Сирии существовал мелководный морской бассейн вблизи северной границы континента Гондвана. Бассейн осадконакопления, приурочен к осям зоны пригибания в области Пальмира. По структурным построением кровли палеозойского фундамента в области Пальмира, фундамент в настоящее время погружен на глубины от 4 до 6 км, указывающий на продолжающееся погружение его, под воздействием тектонического сжатия.

Палеозойские отложения на территории Сирии сложены осадочными комплексами ордовика, силура, карбона и перми [6]. Зона пригибания и накопления всей толщи комплекса осадков располагался в области Пальмира.

Второй этап осадконакопления можно проследить, начиная с раннекаменноугольного периода до позднепермского.

В позднем палеозое небольшие континентальные плиты были отделены от Гондваны, создавая океан Нео-Тетис.

Третий этап осадконакопления связан с мезозойскими тектоническими движениями и обособлением общей зоны прогиба Пальмира-Ефрата в два отдельных прогиба, с накоплением осадков, толщами до 3-4 км.

В триасовый период, в связи с погружением (рифтовой фазы) на территории Сирии преобладает карбонатакопление, с формированием формаций Кураниш-Доломит, местами с накоплением галогенов, формации Кураниш-Ангидрит. В это же время происходят тектонические движения плиты Апулин.

В юрский период продолжается карбонатакопление, сопровождавшееся кратковременными перерывами, связанными с регрессивно-трансгрессивными процессами, периодическим наступлением моря и формированием органогенно-обломочных известняков, с пластами песчаников в мелководной шельфовой обстановке.

В меловой период территория Аравийской плиты находится в зоне рифообразования в прогибах Пальмира и Синджар, а также в прогибе Ефрат. Пассивные зоны прогибания до сих пор существуют в северной части Сирии. Вся площадь покрыта обломочно-карбонатными осадками, относительно небольшими толщинами, в прогибе Пальмира от 2 до 1 км.

Четвертый этап осадконакопления связан с окончанием мелового периода и началом палеогена. Тектонические движения в начале олигоценового периода приводят к появлению альпийских поднятий вдоль северных границ Гондваны. Началом интенсивного столкновения Аравийского полуострова с Евро-Азиатскими платформами.

В начале миоцена северо-западная часть арабской плиты сталкивается с Евро-Азиатской плитой, вызывающей разделение Левантйской плиты от Арабской плиты [2], по системе грабена, с появлением Мертвого моря. Арабская плита продолжает северное движение, пока не столкнулась с его широким фронтом в Евразии (трасовой зоной Битлиз-Загрос), поднятий краевых участков горной системы. Миоценовые карбонатные осадки замещают палеогеновые морские отложения. В плиоцене-плейстоцене, осадконакопление происходило после поднятия (Taurus and Zagros) [4].

Выводы. При рассмотрении тектонических и палеографических условий осадконакопления, выяснено, что в области Пальмира на протяжении палеозоя, мезозоя и кайнозоя существовали шельфовые, мелководные и лагунные условия с накоплением карбонатных и галогенных толщ, с кратковременными перерывами и последующим накоплением песчаников в базальных горизонтах. В результате тектоники, после относительно спокойно раннепалеозойского этапа, на территории появился крупный прогиб северо-восточного простирания, мелководного бассейна Пальмира, где установились шельфовые условия осадконакопления карбонатных пород.

Погружение осадков с большим количеством рассеянного органического вещества в зону нефтегазообразования привело к появлению жидких углеводородов, которые насыщают продуктивные толщи на территории Сирии [1]. Перспективы открытия новых месторождений связаны с северо-восточной частью области Пальмира, где существуют благоприятные условия для залежей углеводородов.

Литература

1. Al-Maleh, K. and M. Mouty. The Senonian in the Palmyridian Chain. Final Report AECG-G / FRSR63. Atomic Energy Commission. Damascus. 1992. P. 43.

2. Brew, G., M. Barazangi, T. Sawaf and K. Al-Maleh. Tectonic map and geologic evolution of Syria: the role of GIS. The Leading Edge, 2000. v. 19, no. 2, – P. 176-182.
3. Dercourt, J., L.P. Zonenshain, L.-E. Ricou, V.G. Kazmin, X. LePichon, A.L. Knipper, C. Grandjacquet, I.M. Sbertshikov, J. Geyssant, C. Lepvrier, D.H. Pechersky, J. Boulin, J.-C. Sibuet, L.A. Savostin, O. Sorokhtin, M. Westphal, M.L. Bazhenov, J.P. Lauer and B. Biju-Duval. Geological evolution of the Tethys belt from the Atlantic to the Pamirs since the Lias // Tectonophysics, 1986. v. 123, no. 1–4, – P. 241-315.
4. Ibrahim, M.W. Shifting depositional axes of Iraq: an outline of geosynclinal history // Journal of Petroleum Geology, 1979. v. 2, no. 2, – P. 181–197.
5. Walley, C. The Lebanon passive margin and the evolution of the Levantine Neotethys. In, W. Cavazza, A.H.F. Robertson and P. Ziegler (Eds.), Peri-Tethyan rift/wrench basins and margins. Memoires du Muséum National d'Histoire Naturelle, – Paris, Peri-Tethys Memoir 6. 2001.
6. Wilson, M., R. Guiraud, C. Moureau and Y. Bellion. Late Permian to Recent magmatic activity on the African-Arabian margin of Tethys. In, D. MacGregor, R. Moody and D. Clark-Lowes (Eds.), Petroleum Geology of North Africa. Geological Society, – London, Special Publication. 1998. no. 132, – P. 231-263.

ОСНОВНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ И КРИТЕРИИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СИЛИКАТНЫХ КОБАЛЬТ-НИКЕЛЕВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ (ВОСТОЧНЫЙ КАЗАХСТАН)

Б.Б. Амралинова

*Восточно-Казахстанский государственный технический
университет им Д. Серикбаева,*

докторант (PhD) 3 года обучения, Bakytzhan_80@mail.ru

Научный руководитель: д.г.-м.н., профессор Б.А. Дьячков

Аннотация: рассматриваются геологические условия формирования месторождений остаточных никеленосных кор выветривания Чарско-Горностаевского офиолитового пояса. По результатам электронной микроскопии приводится минералого-геохимическая характеристика различных типов кор выветривания.

Ключевые слова: никеленосные коры выветривания, критерии прогнозирования.

THE MAIN PATTERNS OF FORMATION AND FORECASTING CRITERIA OF SILICATE COBALT- NICKEL DEPOSITS (EAST KAZAKHSTAN)

B.B. Amralinova

*D. Serikbaev East Kazakhstan State Technical University,
3^d year PhD Student, Bakytzhan_80@mail.ru*

Research Supervisor: Doctor of Geology and Mineralogy, Professor

B.A. Dyachkov

Abstract: *geological conditions of formation of residual Ni-bearing weathering crusts of the Charsk-Gornostaev ophiolite belt are discussed. Presented here are mineralogical-geochemical characteristics of different types of weathering crusts using electron microscopy. We propose recommendations for the assessment of covered ore-bearing structures and concealed residual mineral deposits.*

Key words: *Ni-bearing weathering crust, prospecting criteria.*

На современном уровне геологических исследований с теоретических позиций мобилизма особое значение придается палеогеодинамическим реконструкциям области сочленения литосферных плит с континентальным или океаническим типом строения земной коры. В Восточном Казахстане примером является геологическая структура Большого Алтая, сформированная в герцинский цикл тектогенеза в процессе глобального взаимодействия Казахстанского и Сибирского континентальных массивов, разделявшихся в девоне-раннем карбоне Иртыш-Зайсанским палеобассейном. Непосредственно сдвижение и сочленение указанных субконтинентов произошло в стадию коллизии Казахстанской и Горноалтайской континентальных окраин с образованием крупной тектонической зоны сжатия или Зайсанской сутурной зоны, в осевой части которой сформировался Чарско-Горностаевский офиолитовый пояс. Последний представляет собой сложный ансамбль олистостромовых блоков, пластин и чешуй, спаянных серпентинитовым меланжем. Пояс прослеживается в длину более чем на 500 км от Кулундинской впадины (на северо-западе) до оз. Зайсан (на юго-востоке) и далее продолжается в Китай. Именно в пределах этого пояса в мезозое сформировались Белогорское, Горностаевское и другие месторождения никеленосных кор выветривания [1,2].

Чарская ветвь этого пояса объединяет линзовидные и дайкообразные тела серпентинизированных гипербазитов, лиственитов, бирбиритов и габброидов. Площадь отдельных массивов достигает первые км². Наиболее крупный раздув гипербазитов

отмечается в полосе ст. Шар-пос. Перятинка и контролируется Белогорским широтным разломом, активизация которого способствовала интенсивным изменениям гипербазитов и образованию мезозойских кор выветривания. В изучение никеленосных кор выветривания большой вклад внесли Е.Г. Новиков, А.Г. Гокоев, И.К. Синдин, А.Я. Ипатов, Н.В. Суспицын и другие геологи.

Белогорское рудное поле в геолого-структурном отношении размещается в наиболее мобильном тектоническом блоке Чарской сутуры. Здесь известно 11 месторождений и рудопроявлений Ni-Co руд – Белогорское, Северное, Буковское, и др. В рудном поле широко развиты вулканогенные карбонатно-кремнисто-теригенные формации девона-нижнего карбона, а также проявлены алевролитовая аспидная (D₃), граувакковая алевролитово-песчаниковая (C_{1s}) формации, в меньшем объеме представлены интрузивные образования. Непосредственно на месторождении вмещающими являются известняки и кремнистые сланцы аркалыкской свиты (C_{1v2-3}). Основные рудные залежи нонтронитового типа сосредоточены в трещинно-линейной коре выветривания серпентинитов, лиственитов и метасоматических кварцитов.

Авторами статьи производилось обследование Белогорского месторождения с отбором проб и образцов из выщелоченных серпентинитов, зоны охристых и охристо-кремнистых образований, а также из вмещающих пород (амфиболиты, алевролиты, роговики) и жильного кварца. Анализы выполнялись в лаборатории «IRGETAS» ВКГТУ на масс-спектрометре ICP-MS и растровом электронном микроскопе ISM-6390. Коры выветривания характеризуются большим разнообразием минералов – каолинит, кварц, опал, халцедон, гётит, псиломелан, кальцит и др. Рентгено-структурным анализом, выполненным в лаборатории Музея Естествознания (Великобритания, Лондон), определены еще магнезит, битовнит, клинохлор, хлорит, клиноэнстатит и другие минералы.

Нонтронитовые образования являются основными кобальт-никелевыми рудами Белогорского месторождения [1]. Мощность этой зоны варьирует от 1 до 26 м (средняя 8,6 м). Нонтрониты представляют собой мелкие или сыпучие породы различных окрасок (от зеленой до коричневой и черной). В их составе главными минералами являются (в %): нонтронит (60), керолит и серпентин (10), кварц, опал и халцедон (15), марганцевые минералы – псиломелан и асболан (1-2), магнезит (до 5). Содержание никеля изменяется в широких пределах от 0,5 до 6,76%, кобальта – сотые доли и железа (до

20-35%). По литературным данным такие содержания металлов характерны для остаточных силикатно-никелевых месторождений Урала, Индонезии, Кубы и других стран [3].

Зона охристых и охристо-кремнистых образований представлена корами выветривания пестрой окраски, состоящими в основном из кварца, халцедона, лимонита, гидроокислов железа и марганца, карбонатов и сохранившихся гнезд лиственитизированных серпентинитов. Порода характеризуется брекчиевой текстурой с пустотками выщелачивания, гнездами и прожилками псиломелана. Рудообразование сопровождалось привнесом (Al, P, Ca, Mn), щелочей (Na, K) и выносом Mg и Fe. Брекчированные разности коры с гидроокислами марганца, кварцем и лимонитом обогащены Mn (более 2-3 мас.%), в них повышены содержания (в г/т): Ni (до 319,6) и Co (до 282,8), Ti (до 1989) и Cr (224,9). Выявлены также микровключения хромсодержащего гарниерита, монацита, касситерита (Sn до 51,8 мас.%), минералов Pb, Zn. Кроме того, в этих пробах обнаружены аномальные содержания золота и сопутствующих элементов (г/т): Au (1,09-1,29), Ag (до 4,6), Sb (до 44,3) и весовые содержания Pt, Pd, Hf.

Зона выщелоченных серпентинитов характеризуется повышенными содержаниями Ni (1083-2482 г/т) и Co (до 57-72 г/т), установленными в серпентинитах, лиственитах и бирбиритах. Результаты электронной микроскопии показывают, что в этой зоне произошла концентрация Ni, Co и привнесены Cu, Pb, Zn, As, Sb типичных элементов – спутников для золоторудных месторождений. В этой связи при оценке никеленосных кор выветривания необходимо попутно изучать их золотоносность.

Таким образом, критерии прогнозирования месторождений никеленосных кор выветривания определяются их пространственной приуроченностью к коллизионной зоне столкновения литосферных плит, что сопровождалось активизацией системы корово-мантийных разломов, развитием надвигово-меланжевых структур и формированием Чарско-Горностаевского офиолитового пояса с первичными рудами Cr, Ni, Co, Cu [2]. В результате герцинской коллизии протрузии гипербазитов подверглись будинированию и гидротермально-метасоматическим изменениям (серпентинизации, лиственитизации и окварцеванию), по которым в киммерийский цикл в условиях континентального рифтогенеза образовались Co-Ni коры выветривания. По данным электронной микроскопии намечена минералого-геохимическая специализация различных типов кор выветривания с повышенной золотоносностью, что имеет прогнозно-поисковое значение. По результатам геологоразведочных работ на

Белогорском месторождении подсчитаны запасы: Ni 67,4 тыс. т. (среднее содержание 1,05%) и Co 3,2 тыс. т. (0,04 %) [1]. Имеются перспективы увеличения ресурсов за счет доизучения закрытой части территории и скрытых тел серпентинизированных гипербазитов, выделяемых по геолого-геофизическим данным). В целях укрепления минерально-сырьевой базы изучаемого региона (на Ni, Co, Au, Hg и другие элементы) целесообразно продолжить проведение научно-исследовательских и прогнозно-поисковых работ в Чарско-Горностаевском поясе на современном научно-техническом уровне, с широким применением геофизических и геохимических методов и постановкой глубинного геологического картирования.

Литература

1. Геология СССР. Т. 41, Восточный Казахстан. Часть II-Полезные ископаемые. М.: «Недра», 1974, 396 с.
2. Дьячков Б.А., Зимановская Н.А., Кузьмина О.Н., Амралинова Б.Б., Ойцева Т.А. Никеленосные коры выветривания Чарско-Горностаевского офиолитового пояса Восточного Казахстана / Россыпи и месторождения кор выветривания: изучение, освоение, экология: материалы XV Междунар. Совещания по геологии россыпей и месторождений кор выветривания (г. Пермь, ПГНИУ, 2015 г.) / Пермс. гос. нац. исслед. ун-т. Пермь, 2015. С. 59-60.
3. Никелевые руды / Золото Урала. URL: <http://uralgold.ru/Никелевые-руды> (дата обращения: 24.02.2016).

ДУНИТЫ КОНЖАКОВСКОГО КАМНЯ: ИСТОРИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ

А.О. Ачилов

*Исовский геологоразведочный техникум,
студент 2 курса, andreyka.achilov@mail.ru*

Научный руководитель: преподаватель специальных дисциплин

И.А. Лобанова.

Аннотация: рассмотрена история изучения дунитов горы Конжаковский Камень. Представлены результаты изучения зерен хромипинелида в дунитах Иовского месторождения. Дана предварительная оценка целесообразности попутного извлечения хромита и платины из дунитов Иовского тела.

Ключевые слова: дунит, хромипинелид, платина, дробление.

DUNITS OF THE KONZHAKOVSKY KAMEN: HISTORY AND PROSPECTS

A.O. Achilov

Iovsky Geological Prospecting College, 2nd year Student

Research Supervisor: the Teacher of Special Disciplines I.A. Lobanova.

Abstract: *the history of study of the Konzhakovsky Kamen mountain's dunits was considered. Results of the study of the grains of chromospinelide, in the dunits of the Iovsky field were presented. The preliminary estimate of expediency of passing extraction of chromite and platinum from dunits of the Iovsky body was given.*

Key words: *dunit, chromospinelide, platinum, cruching.*

Для удержания сильных позиций на мировом рынке платины необходимо вовлекать в разработку коренные месторождения. Пока на Урале месторождений, пригодных для добычи платины, не обнаружено. Платина в дунитах есть, но ее очень мало 0,01-0,2 г/т.

В ближайшее время начнется разработка Иовского дунита. Возникает вопрос: нельзя ли, добывая и перерабатывая дунит в формовочный песок для металлургии, попутно извлекать хромитовый концентрат и металлы платиновой группы.

В истории изучения Иовских дунитов самыми важными являются следующие моменты:

1. Открытие платиноносности и исследование дунитов Луи Дюпарком [4]. Луи Дюпарк составил описание [1] и первую подробную геологическую карту Кытлымского района.
2. В 1955-1959 годах А.А. Ефимовым и другими геологами была выполнена геологическая съемка Кытлымского массива. Дальнейшие исследования завершились монографией «Кытлымский платиноносный массив» [2].
3. В период с 1972 по 1982 год дуниты изучались как огнеупорное сырьё. Детальная разведка Иовского месторождения выполнялась под руководством В.С. Шаршова до глубины 100 метров.
4. В 1982-1983 годах Иовское дунитовое тело картировалось О.К. Ивановым, выполнявшим тематические работы по изучению Платиноносного пояса Урала [3]. С 1976 года и по сей день О.К. Иванов изучает петрологию и платиноносность концентрически-зональных пироксенит-дунитовых массивов Платиноносного пояса Урала (КЗУМ). Им предложена принципиально новая модель образования КЗУМ, рассмотрены условия образования и концентрация оруднения в породах КЗУМ, обоснованы критерии поисков платины, определены прогнозные ресурсы металлов платиновой группы.

5. В 2015 году начаты работы по подготовке к разработке Иовского месторождения дунитов.

Наши исследования ставят своей целью выполнить предварительную оценку целесообразности попутного извлечения хромитового концентрата с платиной при добыче и переработке дунита в формовочные пески для металлургии. Исходным материалом для исследований являлись образцы (штуфы) дунита с обнажений Иовского месторождения. Для исследований был выбран наиболее распространенный тип дунита на месторождении – мелкозернистый дунит. Образцы отобраны в 2015 году во время нашей экспедиции по массивам Платинового пояса Урала с целью сбора коллекции для геологического музея техникума.

Для определения размеров, формы, распределения и содержания зёрен хромшпинелида были изготовлены шлифы и полированные пластины из 5 образцов мелкозернистого дунита.

Результаты определения размера большого количества зёрен хромшпинелида в дунитах позволили составить гранулометрическую диаграмму (рис.1). Оливин в шлифах бесцветный и прозрачный, зёрна изометричные, размер 0,5-1,5 мм. Каждое зерно оливина разбито трещинами на 5-10 округлых частей (петельчатая структура). Зерна хромшпинелида находятся на границе 2-3-х зёрен оливина, но чаще внутри их на пересечении трещин. Содержание хромшпинелида в породе 1-2%.

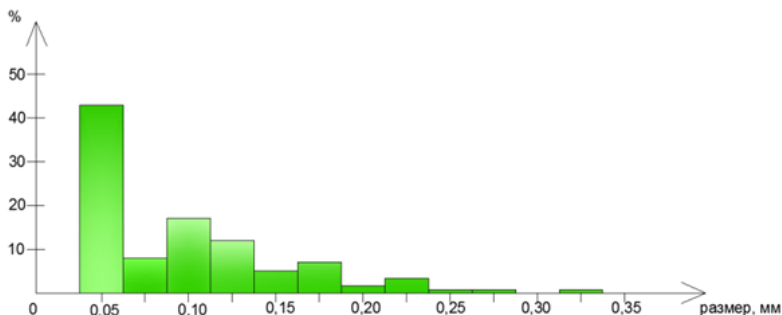


Рис. 1. Размер зёрен хромшпинелида в мелкозернистых дунитах

Изучалось высвобождение зёрен хромшпинелида при дроблении дунита. «Удельный вес» каждой фракции в объёме раздробленной породы представлен на диаграмме (рис.2).

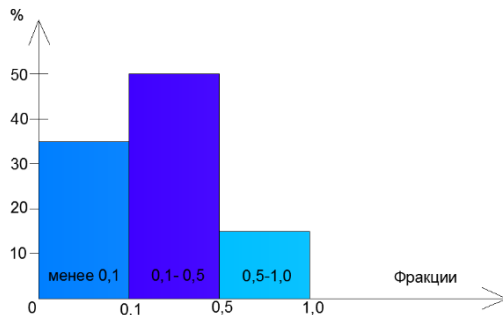


Рис. 2. Содержание хромшпинелида в раздробленном дуните

Для микроскопических исследований навески каждой фракции смешивались с эпоксидным клеем и шлифовались до толщины около 0,1 мм. Полученные шлифы изучались под бинокулярным микроскопом при увеличении 32.

Во фракции 1,0-0,5 мм высвободившихся от оливина зерен хромшпинелида оказалось не более 5%.

Во фракции 0,5-0,1 мм от оливина освободилось подавляющее большинство зерен хромшпинелида – 90%.

Во фракции минус 0,1 мм практически все зерна хромшпинелида свободны.

При изучении шлихов дроблёного дунита установлено:

- зёрна хромита практически не раскалываются при дроблении;
- октаэдры хромита имеют округлённые рёбра и вершины;
- около 60% зёрен хромита выделяются магнитом Сочнева.

При выполнении промывки дроблёного дунита было установлено, что извлечение хромитового концентрата (промывку) рекомендуется проводить для фракции минус 0,5 мм. При содержании хромшпинелида в мелкозернистых дунитах 1,5% выход хромитового концентрата (состав концентрата: 50% хромшпинелид, 50% оливин) должен составить 17 кг на 1 тонну дунита. Содержание платины в хромитовом концентрате составит 2 г/т.

На основании полученных результатов можно предварительно оценить экономическую целесообразность попутного извлечения хрома и металлов платиновой группы при разработке Иовского месторождения. Включение в схему переработки дунита в формовочные пески операции гравитационного обогащения (промывка на шлюзах) потребует дополнительных расходов 0,5 тыс. рублей на тонну. Цена полученного хромитового концентрата (8,5 кг)

содержащего 0,015 г сырой платины составит не более 0,1 тыс. рублей. Убытки составят 0,4 тыс. рублей с 1 тонны дунита.

Идея попутного извлечения хромитового концентрата, содержащего платину при разработке Иовского месторождения дунитов может быть перспективной, если при разработке карьера будут вскрыты участки крупнозернистых дунитов и тела дунит-пегматитов с жилами и шлирами хромшпинелида. В этих разновидностях дунитов содержание хромшпинелида может достигать 5%, содержание металлов платиновой группы 0,2-0,4 грамм на тонну.

Результаты данной работы не являются окончательными, так как основываются на скудном исходном материале (несколько образцов с поверхности месторождения). Эту работу можно рассматривать как идею проекта и первый опыт его реализации.

Литература

1. Дюпарк Л. и Тихонович М.Н. Платина и платиновые месторождения Урала и мира. Женева, 1920.
2. Ефимов А.А., Ефимова Л.П. Кытлымский платиноносный массив. М.: Недра, 1967. 340 с.
3. Иванов О.К. Концентрически-зональные пироксенит-дунитовые массивы Урала : (Минералогия, петрология, генезис) / О.К. Иванов. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та , 1997. 326 с.
4. Пудовкин А.Е. Дюпарков камень. // Уральский следопыт, 2014, №5.

АНАЛИЗ ГЕОЛОГО-ПРОМЫШЛЕННЫХ ПАРАМЕТРОВ ПЕСЧАНИКОВ ГУКОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЙ АСПЕКТ)

А.М. Багров

***Южно-Российский государственный политехнический
университет, студент 4 курса, Diruss@gmail.com***

Научный руководитель: к.г.-м.н., доцент Г.С. Январёв

Аннотация: с использованием инструментария геоинформационных технологий построены цифровые модели поверхностей рельефа, коэффициента вскрыши. Проведен анализ поведения показателей в межскважинном пространстве. Определены участки первоочередной отработки.

Ключевые слова: геоинформатика, цифровая модель, коэффициент вскрыши.

THE ANALYSIS OF GEOLOGICAL AND INDUSTRIAL SETTINGS GOOKOVSKY SANDSTONE OF THE FIELD (GEOINFORMATION ASPECT)

A.M. Bagrov

*South-Russian State Polytechnic University,
4th year Student, Dirusss@gmail.com*

Research Supervisor: Candidate of Geology and Mineralogy, Reader
G.S. Yanvarev

Abstract: with the use of geoinformation technologies built digital surface models of terrain, coefficient of overburden. The analysis of the behavior indicators in the inter-well space. Definet areas of primary mining.

Key words: geoinformatics, digital model, coefficient of overburden.

Песчаники Гуковского месторождения представляют собой пластообразное тело, падающее на юго-запад под углом до 12 градусов. В границах горного отвода мощность песчаников составляет в среднем 35 м. Вертикальная мощность изменяется от 4 до 37 м, мощность вскрыши – от 3 до 15 м (рис.1). Основными геолого-промышленными параметрами (кондициями), влияющими на экономическую целесообразность отработки месторождения являются коэффициент вскрыши и ожелезненность песчаников [1].

Целью настоящей работы является анализ пространственного распределения этих параметров в межскважинном пространстве на основе использования инструментов геоинформационных технологий (программный комплекс ArcGis, модуль Spatial Analyst).

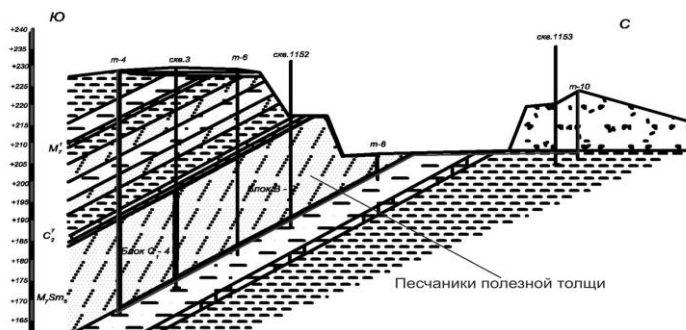


Рис. 1. Геологический разрез Гуковского месторождения песчаников

На первом шаге исследования была построена цифровая модель рельефа в регулярно-ячейстом формате путем перевода топографической поверхности из векторной модели в растровую. Основным достоинством цифровой модели рельефа в регулярно-ячейстом формате является то, что при необходимости можно получить значение отметки рельефа в любой точке участка, как между скважинами, так и между изолиниями. Эти значения необходимы в дальнейшем для расчета мощностей вскрыши с учетом реальной отметки поверхности в межскважинном пространстве.

На следующем шаге исследований строились карты распределения (геоинформационные поверхности) отметок подошвы вскрышных пород и тела полезного ископаемого и карта распределения средних содержаний Fe_2O_3 по линейным пересечениям тела полезного ископаемого.

Поскольку для моделирования поверхностей всегда используется выборка, для расчета значений апплика в любой точке поверхности на базе заданного множества используются разнообразные методы интерполяции. Нами выбран метод обратных взвешенных расстояний (ОВР). Метод предполагает, что каждая входная точка влияет на результат в зависимости от расстояния от расчетной точки. При этом для получения расчетного значения использовалось заданное значение ближайших точек. Так как на участке пробурено только восемь разведочных скважин, все они учитывались при расчетах, но с разным весом. При любом методе интерполяции на качество полученной модели оказывают влияние три фактора: количество исходных точек, их пространственное распределение и наличие границ области интерполяции. Несмотря на то, что скважин мало, они распределены равномерно регулярно, что повышает качество интерполяции.

На заключительном шаге исследований использовались возможности калькулятора растров из модуля Spatial Analyst. Рассчитаны мощность вскрышных пород, мощность песчаников, коэффициент вскрыши (рис.2). Принцип работы калькулятора растров основан на локальных расчетах по ячейкам. Для каждой ячейки выходного растра рассчитывается значение показателя на основании значений ячеек с таким же местоположением во входных растрах.

Для расчета мощности вскрыши из отметок поверхности рельефа вычитались отметки подошвы вскрыши по каждой пространственной ячейке.

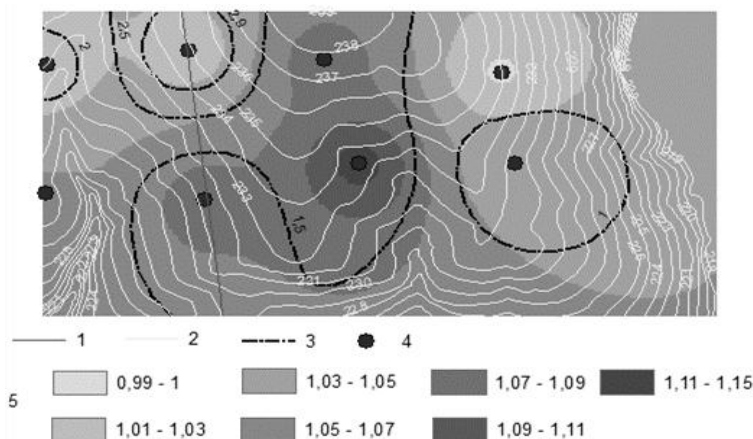


Рис. 2. Карта распределения геолого-промышленных параметров
1 – линия разреза; 2 – изолинии рельефа; 3 – линии изосодержаний Fe_2O_3 (%);
4 – разведочные скважины; 5 – значения коэффициента вскрыши.

Если бы мощность вскрыши вычислялась непосредственно по скважинам, а по этим результатам в дальнейшем строилась бы поверхность, такая карта не учитывала бы отметки рельефа в межскважинном пространстве, что неизбежно привело бы к большим неточностям. Аналогичным образом вычислялась мощность полезной толщи путем вычитания отметок подошвы песчаников из отметок подошвы вскрыши.

Линейный коэффициент вскрыши представляет собой отношение мощности вскрышных пород к мощности полезной толщи.

На рисунке 2 приведена карта распределения коэффициента вскрыши с наложением изосодержаний Fe_2O_3 .

Результаты исследования показывают, что вся площадь месторождения расположена в пределах кондиционных требований и, в то же время, позволяют выбрать участки для первоочередной обработки на основе минимизации затрат.

Литература

1. *Архипова Н.Ю.* Отчет о геологическом изучении и разведке песчаников Гуковского месторождения в Красносулинском районе Ростовской области. Шахты, 2012.

РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОВЕДЕННЫХ ИСПЫТАНИЙ НА ПРОНИЦАЕМОСТЬ СОЛЯНЫХ ПОРОД КОНТРОЛЬНО- СТВОЛОВОЙ СКВАЖИНЫ №1 ПОЛОВОДОВСКОГО УЧАСТКА С ПОМОЩЬЮ ПОРТАТИВНОГО ЗОНДА- ПЕРМЕАМЕТРА PPP-250

О.А. Белоногова

*Пермский национальный исследовательский политехнический
университет, студент 4 курса, oksik_9308@mail.ru*

Научный руководитель: ведущий инженер Е.А. Нестеров

***Аннотация:** измерение проницаемости необходимо для прогнозирования перемещения газов между пластами, что очень полезно для предотвращения газодинамических явлений, в данном случае на Верхнекамском месторождении калийных солей.*

***Ключевые слова:** газодинамические явления, проницаемость, контрольно-стволовая скважина, соляные породы, портативный зонд-пермеаметр PPP-250.*

RESULTS OF THE TESTS FOR TIGHTNESS SALT ROCK CONTROL STEM WELL NUMBER 1 POLOVODOVSKY USING LAPTOP PROBE-PERMEAMETER THE PPP-250

O.A. Belonogova

*State National Research Polytechnic University of Perm,
4th year Student, oksik_9308@mail.ru*

Research Supervisor: Leading Engineer E.A. Nesterov

***Abstract:** permeability measurement is necessary to predict the movement of gases between the layers, which is very useful to prevent the gas-dynamic phenomena, in this case Verkhnekamskoe potash deposit.*

***Key words:** gas-dynamic phenomena, permeability, control and stem the well, rock salt, portable probe permeameter the PPP-250.*

Подземная разработка месторождений калийных солей в подавляющем большинстве случаев весьма осложняется газодинамическими явлениями, которые происходят при ведении подготовительных и очистных горных работ в виде внезапных выбросов соли и газа, обрушений пород кровли (разрушений пород почвы), явлений комбинированного типа и отжимов призабойной части пород. Газодинамические явления представляют реальную угрозу жизни шахтеров, разрушают дорогостоящее оборудование,

приводят к значительным потерям уже подготовленных к отработке запасов руды, выводят из строя горные выработки различного назначения и нарушают ритмичность работы калийных рудников.

Одним из возможных способов избегания вышеперечисленных последствий газодинамических явлений является изучение проницаемости соляных пород.

Проницаемость характеризует проводимость породы, т.е. способность пород пласта пропускать жидкость и газ. Различают проницаемости: абсолютную, фазовую и относительную. В дальнейшем будет рассматриваться абсолютная проницаемость – проницаемость пористой среды, заполненной лишь одной фазой, инертной к пористой среде. Она зависит от размера и структуры поровых каналов, но не зависит от насыщающего флюида, т.е. характеризует физические свойства породы. Обычно абсолютную проницаемость определяют при фильтрации азота через породу [3].

Абсолютную проницаемость определяют на основании закона Дарси:

$$q_{\phi} = \frac{k}{\eta} * \frac{\Delta P}{L} * F \quad (1)$$

где q_{ϕ} – объемный расход флюида, m^3/c ;

k – проницаемость пористой среды, m^2 ;

η – динамическая вязкость флюида, $Pa \cdot c$;

$\Delta P = P_1 - P_2$ – перепад давления, Pa ;

L – длина образца пористой среды, m ;

F – площадь фильтрации, m^2 .

Надо учитывать, что движение флюида происходит, через линейный образец пористой среды.

Проницаемость из уравнения Дарси определяется как:

$$k = \frac{q_{\phi} * L}{\Delta P * F} \quad (2)$$

Единица проницаемости называемая Дарси (Д), отвечает проницаемости такой горной породы, через поперечное сечение которой, равное 1 см^2 , при перепаде давления в 1 атм на протяжении 1 см в 1 с проходит 1 см^3 жидкости, вязкость которой 1 сП, проницаемость обычно выражают в миллидарси (мД) или мкм^2 .

Для измерения проницаемости используется прибор – портативный зона-пермеаметр PPP-250 [2].

Прибор представляет собой систему, состоящую из двух модулей, соединяющихся между собой патрубками и кабелем передачи данных. Система поставляется в прочном чемодане для пермеаметра с портативным компьютером и зондом во втором модуле, которые специально разработаны для переноски и работы в полевых условиях. Прибор включает газовый резервуар, делающий измерения независимыми от наличия источника газа. Для питания используется 24-вольтовая батарея. Подробные описания сборки прибора, последовательность проведения измерения и работа с ПО представлены в «Руководство по эксплуатации портативного зонда-пермеаметра PPP-250» [2].

Измерения данным прибором могут проводиться на обнаженных породах, цельных и распиленных образцах керна, а также на других типах образцов. Данные доступны в табличном и цифровом форматах.

После проведения измерений данные обрабатываются, по литолого-стратиграфической колонке и глубине залегания определяется пласт и залегающие в нем породы, после чего производится выборка и подсчет среднего значения газопроницаемости по отдельно взятой породе и строится гистограмма проницаемости (рис.1,2).

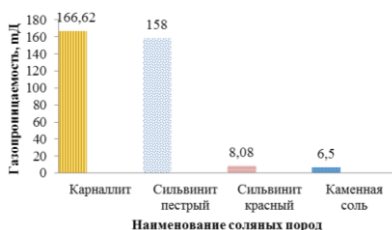


Рис. 1. Гистограмма проницаемости в крест слоистости пород

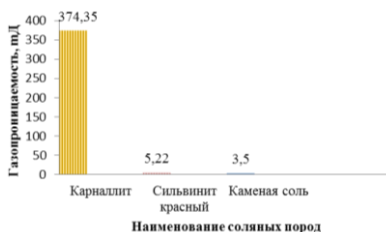


Рис. 2. Гистограмма проницаемости вдоль слоистости пород

Из гистограммы видно, что наибольшей проницаемостью обладает порода – карналлит, что делает ее более опасной по выбросу породы и газа. Карналлит содержится в пластах Е, Г, В. Наименьшей проницаемостью из предложенных соляных пород обладает каменная соль.

В ходе проведения опытов было установлено, что огромное влияние на проницаемость горных пород оказывает трещиноватость массива (естественная и техногенная) [1], также установлено и

доказано, что прибор PPP-250 пригоден и удобен для измерения проницаемости горных пород в полевых и лабораторных условиях.

Литература

1. Земсков А.Н., Кондрашев П.И., Травникова Л.Г. Природные газы калийных месторождений и меры борьбы с ними. Пермь: «Издательский дом «Типография купца Тарасова», 2008.
2. Руководство по эксплуатации портативного зонда-пермеаметра PPP-250.
3. URL: <http://www.neftepro.ru/publ/15-1-0-33> (дата обращения: 18.02.2016).

**РЕГИОНАЛЬНЫЙ СПОСОБ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЗОН,
ОПАСНЫХ ПО ГАЗОДИНАМИЧЕСКИМ ЯВЛЕНИЯМ, НА
ПРИМЕРЕ БЕЛОПАШНЕНСКОГО УЧАСТКА
ВЕРХНЕКАМСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ
КАЛИЙНЫХ СОЛЕЙ**

О.А. Валеева

*Пермский национальный исследовательский политехнический
университет, студент 4 курса, valeevaolga94@gmail.com*

Научный руководитель: д.т.н, профессор С.С. Андрейко

***Аннотация:** применение методики регионального прогнозирования выбросоопасных и выбросонеопасных по газодинамическим явлениям зон для условий Белопашненского участка Верхнекамского месторождения калийных солей.*

***Ключевые слова:** геологоразведочные скважины, Белопашненский участок, калийные пласты, региональное прогнозирование.*

**REGIONAL PREDICTION FOR ZONES WHICH
DANGEROUS IN GAS-DYNAMIC PHENOMENA FOR THE
BELOPASHNENSKY AREA OF THE VERHNEKAMSKOE
POTASH DEPOSIT**

O.A. Valeeva

*State National Research Polytechnic University of Perm,
4th year Student, valeevaolga94@gmail.com*

Research Supervisor: Doctor of Technical Sciences, Professor
S.S. Andreyko

Abstract: application of regional prediction for identification zones which dangerous in gas-dynamic phenomena for the Belopashnensky area of the Verhnekamskoe potash deposit.

Key words: geologic prospecting works, the Belopashnensky area, potassium seam, regional prediction.

В основу регионального прогнозирования положен комплекс показателей выбросоопасности: существенные различия в характеристиках свойств пород, установленные при сравнительном изучении опасных и неопасных по выбросам геологических условий. Показатели определяются по результатам бурения геологоразведочных скважин с поверхности и последующих химических анализов кернов. В подавляющем большинстве случаев очаги газодинамических явлений располагаются в пластах В, Б-В, АБ, Кр.І-А, Кр.ІІ-Кр.І. Поэтому при разработке методов прогнозирования проводится анализ показателей, характеризующих эти пласты [1]. К таким показателям относятся газовый фактор, содержание нерастворимого остатка в пластах АБ и В, содержание хлорида магния в пласте В, выход керна с пласта Б-В, а также мощности пластов Б-В и В. Этот комплекс показателей был определен при выборе математической модели регионального метода прогноза и позволяет проводить оценку выбросоопасности с высокой вероятностью правильной классификации.

Прогнозирование выбросоопасных и выбросонеопасных зон осуществляется с помощью решающего правила, в основе которого лежит дискриминантная функция следующего вида (1):

$$f = 3,02X_1 + 0,44X_2 + 0,03X_3 + 0,03X_4 - 0,12X_5 - 0,66X_6 + 0,25X_7 \geq 8,96 \quad (1)$$

Скважина относится к выбросоопасной зоне в том случае, если значение дискриминантной функции $f \geq 8,96$. Если $f < 8,96$, то скважина относится к выбросонеопасной зоне.

С точки зрения оценки выбросоопасности данный критерий позволяет относить участки калийных пластов к одному из двух классов – выбросоопасных или выбросонеопасных. Такое деление до некоторой степени условно, так как следует оценивать выбросоопасность вероятностью выброса, а не давать альтернативную оценку. Поэтому, в качестве вероятностной интерпретации полученного критерия выбросоопасности предлагается использовать выражение (2):

$$P_L = \frac{1}{1 + \frac{1}{e^{f_L - f_k}}} \quad (2)$$

где P_L – вероятность, соответствующая наибольшей дискриминантной функции; f_L – значение наибольшей дискриминантной функции; f_k – значение k -ой дискриминантной функции.

Значения дискриминантных функций для выбросоопасных и выбросонеопасных зон приведены ниже (3):

$$\begin{aligned} f_B &= 6,14X_1 + 0,74X_2 - 0,1X_3 + 0,27X_4 + 0,13X_5 \\ &\quad + 1,71X_6 + 0,91X_7 - 27,22 \\ f_H &= 3,12X_1 + 0,3X_2 - 0,13X_3 + 0,3X_4 + 0,25X_5 \\ &\quad + 2,37X_6 + 0,66X_7 - 18,26 \end{aligned} \quad (3)$$

где f_B – значение дискриминантной функции для выбросоопасных зон; f_H – значение дискриминантной функции для выбросонеопасных зон; $X_1, X_2, \dots, X_7$ – показатели для прогнозирования.

Подставляя значения показателей в данные выражения, получим значение вероятности отнесения скважины к той зоне, значение дискриминантной функции для которой больше. Значение P_L изменяется в диапазоне от 0 до 1.

Исходными данными для оценки выбросоопасности при региональном прогнозировании зон, опасных по газодинамическим явлениям в условиях Белопашненского участка служат показатели, полученные в ходе геологоразведочных работ при бурении 12-ти скважин №110, 140, 146, 403, 406, 407, 409, 411, 600, 604, 801, 987, расположенных на территории данного участка. Содержание нерастворимого остатка в пластах АБ и В, содержание $MgCl_2$ в пласте В, выход керна с пласта Б-В, а также мощности пластов Б-В и В приведены в таблице.

Газовый фактор представлен рангами, полученными при регистрации характера протекания и продолжительности газовыделений в данных геологоразведочных скважинах Белопашненского участка. По каждому случаю газовыделения при перебурировании зоны, включающей пласты В, Б-В, АБ, Кр.І-А, Кр.І, Кр.ІІ-Кр.І, Кр.ІІ, скважинам №110, 407, 600, 801, 987 присвоен ранг ІV, скважине 604 ІІ ранг. Скважинам №140, 146, 403, 406, 409, 411 присвоен І ранг, так как ни одного случая газовыделения не наблюдалось.

Таблица

Показатели выбросоопасности для скважин Половодовского участка ВКМКС

№ скв	Газовый фактор, ранг	Мощность пласта В, м	Содержание в пласте В $MgCl_2$, %	Содержание в пласте АБ н.о., %	Содержание в пласте В н.о., %	Мощность пласта Б-В, м	Выход керна Б-В, %
146	I	6,8	19,33	0,84	1,24	2	80
406	I	7,8	14,11	6,45	3,35	7,55	98
407	IV	9,65	15,42	3,64	3,57	4,2	86
409	I	5,6	10,35	2,5	10,81	2,4	83
411	I	4	20,09	3,85	2,97	1,9	96
140	I	8,1	18,38	4,07	21,02	1,4	100
403	I	4,35	21,95	2,28	2,12	0,4	50
110	IV	7,45	23,97	3,5	14,48	2,35	89
600	IV	5,6	17,15	2,96	15,36	2	100
604	II	5,85	17,17	4,25	32,1	1,55	100
801	IV	8,1	15,82	2,56	8,02	1,5	100
987	IV	7,5	20,86	1,98	2,12	1,1	100

По результатам расчетов для прогнозирования зон, опасных по газодинамическим явлениям, с использованием полного решающего правила, было установлено, что скважины №110, 407, 600, 801, 987 имеют значение дискриминантной функции $f \geq 8,96$, а это означает, что данные скважины относятся к выбросоопасной зоне. Скважины №140, 146, 403, 406, 409, 411, 604 имеют значение дискриминантной функции $f < 8,96$, а это означает, что данные скважины относятся к выбросонеопасной зоне.

Оценка вероятности выброса показала, что скважина №110 с вероятностью 78,30% относится к выбросоопасной зоне, скважина №407 с вероятностью 86,01% относится к выбросоопасной зоне, скважина №600 с вероятностью 54,33% относится к выбросоопасной зоне, скважина №801 с вероятностью 85,74% относится к выбросоопасной зоне, скважина №987 с вероятностью 92,50% относится к выбросоопасной зоне. Скважины №140, 146, 403, 406, 409, 411, 604 Белопашненского участка с вероятностью от 99,46 до 99,99% относятся к выбросонеопасной зоне.

Результаты исследования были проанализированы и позволили определить отношение данных скважин №110, 146, 140, 403, 406, 407, 409, 411, 600, 604, 801, 987 Белопашненского участка к зонам, опасным по газодинамическим явлениям. Северо-восточная и восточная части Белопашненского участка Верхнекамского месторождения калийных солей относятся к зонам, опасным по газодинамическим явлениям, а западная и юго-западная части участка относятся к неопасным зонам.

Литература

1. Андрейко С.С. и др. Газодинамические явления в калийных рудниках: Генезис, прогноз, управление / С.С. Андрейко, П.А. Калугин, В.Я. Щерба; Под редакцией В.Я. Прушака. М.: Изд-во Выш. шк., 2000. 335 с.

**ЗОЛОТОНОСНОСТЬ Р. АБАКАН
В РАЙОНЕ Г. АБАЗА (ХАКАСИЯ)**

Ю.Ю. Васильева, Н.С. Пирожкова

*Пермский государственный национальный исследовательский
университет, студенты 3 курса, yulechka_vas@mail.ru,
pirozhkovaNS@yandex.ru*

Научный руководитель: д.г.-м.н. доцент О.Б. Наумова

Аннотация: проведено изучение золотоносности р. Абакан. Пробы объемом 5 и 15 литров обогащались на канадском лотке и винтовом шлюзе. Содержание золота в пробе колеблется от 3 мг/м³ до 53 мг/м³, при среднем значении – 36 мг/м³. Частицы золота чешуйчатой формы, с неровными, загнутыми и рваными краями. Получены средние значения морфометрических коэффициентов уплощенности - 19,2, округленности - 0,7 и сферичности - 0,2.
Ключевые слова: золотоносность, морфология золота, р. Абакан, Хакасия.

**THE GOLD MINERALISATION OF ABAKAN RIVER IN
AND AROUND ABAZA TOWN (KHAKASSIA)**

Y.Y. Vasilyeva, N.S. Pirozhkova

*Perm State University, 3^d year Students, yulechka_vas@mail.ru,
pirozhkovaNS@yandex.ru*

Research Supervisor: Doctor of Geology and Mineralogy, Reader
O.B. Naumova

Abstract: it was hold a research on the gold mineralisation of Abakan River. Sampling materials of 5 and 15 litres in size were dressed on canadian watersinks and spiral sluices. The gold grade of samples range from 3 mg/m³ till 53 mg/m³ with the average of 36 mg/m³. Gold particles have a flake form with ragged, curved and torn edges. There were got average values of morphometric coefficients: flatness – 19,2, roundness – 0,7, sphericity – 0,2.

Key words: gold mineralisation, gold morphology, Abakan River, Khakassia.

В 2015 году студенческий полевой отряд (СПО) геологического факультета Пермского государственного национального

исследовательского университета (ПГНИУ) совместно со студентами Оксфордского университета, проходил специализированную учебную практику по курсу «Поиски и разведка полезных ископаемых» в республике Хакасия.

В период прохождения полевой учебной практики применялись навыки проведения полевых исследований золотоносности россыпей [3,4,5]. Обучение проводили проф. О.Б. Наумова и В.А. Наумов.

Цель работы – изучение, анализ и обобщение материалов по содержанию и гранулометрическому составу, а так же морфологии частиц свободного золота современного аллювия р. Абакан в районе г. Абаза. Произведено гравитационное обогащение 17 проб валунно-гравийно-галечной смеси объемом 5-15 литров. Опробование проводили по методическим разработкам Пермского университета [2]. Обогащение производились с помощью канадских лотков и винтового шлюза (ВШ-250).

Наряду с обучением навыкам полевого опробования продолжено лабораторное изучение частиц свободного золота. Камеральный период проходил в лаборатории осадочных полезных ископаемых (ЛОПИ) кафедры поисков и разведки полезных ископаемых ПГНИУ. Пробы подвергались сушке, разделению на магнитную и электромагнитную фракции, рассеву на классы: более 0,5; 0,5-0,25; 0,25-0,1; менее 0,1 мм. Золото по классам крупности выбрано под биноклем Nikon SMZ 745 и взвешено на электронных весах WAS 220/C/2. Формы частиц золота изучены с помощью электронного стереоскопа Nikon SMZ 1500. Отобраны, описаны и сфотографированы 219 золотин.

Количество золотин в пробах составило от 1 до 95 знаков. Содержание золота в пробе колеблется от 3 мг/м³ до 53 мг/м³, среднее значение из 17 проб – 36 мг/м³ (табл.1).

Таблица 1

Среднее содержание золота в пробах

Значение	Объем пробы, л	Золото		
		Знаки, шт	Масса, мг	Содержание, мг/м ³
Среднее из 17 проб	95	219	3,4	35,8
Максимальное	15	43	0,8	53,3
Минимальное	5	1	0,015	3,0

По гранулометрической структуре золото представлено как мелкое (0,5-0,1 мм), преобладают частицы класса 0,25-0,1 (58%). Цвет золотин ярко-желтый, золотисто-желтый.

Поверхность золота шероховатая, отмечаются налеты гидроксидов железа. Присутствуют включения кварца, наблюдаются микродырки и микроямки. Так же отмечаются борозды и микроцарапины, возникающие в результате механического воздействия, которые указывают на длительный перенос знаков в речной среде.

Края, в основном, загнутые, рваные, неровные, иногда встречаются золотины с округленными краями.

Для количественной оценки морфологических особенностей золотин проводили их замер по трем направлениям: а- длина, b- ширина, с-толщина. На основе этих замеров были рассчитаны параметры: коэффициент уплощенности по Н.Б. Вассоевичу ($K_{упл}$), округленности по Рейли ($K_{окр}$), сферичности по Крамбейну ($K_{сф}$) [6]. Коэффициент уплощенности косвенно показывает степень удаленности золотин от коренного источника. Коэффициент округленности может свидетельствовать о длительности переноса частиц золота водными потоками, так как округлая форма может рассматриваться как результат конечного этапа эволюции морфологии золотин при переносе водными потоками. Показатель окатанности также характеризует дальность переноса золотин [1].

Значение *коэффициента уплощенности* меняется в очень широких пределах (от 4,4 до 69,4) при среднем значении коэффициента – 19,2. В целом золотины уплощенного облика имеют чешуйчатую ($K_{упл}>8$) – 97 % и пластинчатую форму ($4<K_{упл}<8$) – 3 % (табл.2).

Коэффициент округленности позволяет оценить степень внешних очертаний золотин, приближенных к окружности [1]. Значения меняются в очень широких пределах (от 0,6 до 2,4) при среднем значении коэффициента – 0,7 (табл.2).

Коэффициент сферичности является показателем степени близости зерна золота к сферической форме [1]. Диапазон значений колеблется (от 0,07 до 0,59) при среднем значении коэффициента – 0,2 (табл.2).

Таким образом, в современном аллювии опробованного нами участка р. Абакан золото мелкое (0,5–0,1мм), преобладает класс 0,25–0,1 мм (58%). По результатам вычислений получены средние значения морфометрических коэффициентов уплощенности (19,2), округленности (0,7), сферичности (0,2).

Таблица 2

Средние значения морфологических показателей для размерных классов частиц золота р. Абакан

Показатель	Класс, мм				Среднее
	>0,5	0,5-0,25	0,25-0,1	<0,1	
$K_{\text{пл}}$	0	36,6	22,3	17,7	19,2
$K_{\text{окр}}$	0	0,8	0,8	1	0,7
$K_{\text{сф}}$	0	0,1	0,2	0,3	0,2

Исходя из полученных значений коэффициентов, можно сказать, что золото имеет преимущественно пластинчатую и чешуйчатую формы, что свидетельствует о дальнем сносе частиц от коренного источника.

Литература

1. Илалтдинов И.Я., Осовецкий Б.М. Золото юрских отложений Вятско-Камской впадины // монография. Перм. гос. ун-т. Пермь, 2009. С. 230.
2. Лунев Б.С., Наумов В.А., Наумова О.Б. Комплексно осваивать песчаные и песчано-гравийные месторождения Прикамья // Строительные материалы. Москва, 1996. № 3. С. 6-8.
3. Лунев Б.С., Наумов В.А., Наумова О.Б. Мелкие ценные минералы в аллювии Пермского края // Естественные и технические науки. 2011. № 3. С. 262.
4. Лунев Б.С., Осовецкий Б.М. Методика поэтапного изучения мелкого золота // Колыма. Магадан, 1979. №11. С. 36-37.
5. Наумов В.А. Процессы формирования и распределения концентраций благородных металлов в техногенных россыпях и отвалах Урала // Горный журнал. Уральское горное обозрение. Екатеринбург, 1994. №8. С. 39-50.
6. Петровская Н.В. Самородное золото // М.: Наука, 1973. С. 345.

ИЗУЧЕНИЕ ГЛАУКОНИТА КАК ПОПУТНОГО КОМПОНЕНТА ПРИ ОСВОЕНИИ ЖЕЛЕЗНЫХ РУД БАКЧАРСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

А.П. Гунько, И.В. Рева

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, студенты 5 курса, arg2@tpu.ru

Научный руководитель: к.г.-м.н., ассистент М.А. Рудмин

Аннотация: разработка получения промышленного глауконитового концентрата, в качестве попутного компонента при добыче железа из гидрогётит-хлоритовых руд, позволит повысить рентабельность освоения Бакчарского месторождения.

Ключевые слова: глауконит, обогащение, железо, Бакcharское месторождение.

RESEARCHING GLAUCONITE AS ASSOCIATED COMPONENTS FOR EXTRACTION IRON ORES OF BAKCHAR DEPOSIT

A.P. Gunko, I.V. Reva

Tomsk Polytechnic University, 5th year Students, apg2@tpu.ru
Research Supervisor: Candidate of Geology and Mineralogy, Assistant
Lecturer M.A. Rudmin

Abstract: *development of industrial glauconite concentrate as a component associated with the extraction of iron will increase the profitability in the of Bakchar deposits.*

Key words: *glauconite, concentration, iron, Bakchar deposit.*

Бакcharское железорудное месторождение находится на территории Бакcharского района Томской области и входит в состав Западно-Сибирского железорудного бассейна. По запасам железных руд Бакcharское месторождение, занимает одно из первых мест, но из-за сложного гидрогеологического строения и неразвитой инфраструктуры района, месторождение остается не рентабельным для освоения. Таким образом, изучение глауконита, в качестве попутного полезного компонента при освоении Бакcharских железных руд, имеет несомненную ценность и перспективность для разработки месторождения.

Глауконит – минерал с условной формулой $K < 1 (Fe_3^+, Fe_2^+, Al, Mg)_{2-3}[Si_3(Si, Al)O_{10}][OH]_2 \cdot nH_2O$, является слоистым водным алюмосиликатом, обладающим множеством уникальных параметров (молекулярно-сорбционные свойства, радиационная устойчивость, термостойкость, присутствие красящих оксидов и т.д.) благодаря им глауконит имеет большие перспективы для использования во многих сферах промышленности и сельского хозяйства. Авторами преследовалась следующая цель: установить наиболее оптимальный способ получения глауконитового концентрата, как попутного компонента при разработке гидрогетит-хлоритовых руд Бакcharского месторождения для повышения его рентабельности.

Для обогащения руды до промышленного концентрата был использован магнитный сепаратор (ЭВС-10/5). Авторами опытным путем на базе Национального исследовательского Томского

политехнического университета была получена схема обогащения, представленная на рисунке.



Рис. Схема обогащения гидрогиттитхлоритовых руд методом электромагнитной сепарации

В итоге проведенных исследований выделено три фракции: немагнитная фракция – не представляющая промышленного интереса, а также слабомагнитная и магнитная фракции – имеющие наибольшую концентрацию глауконита. На долю магнитной фракции приходилось до 50%, слабомагнитной – до 60%, в зависимости от глубины и расположения точек отбора, а также granulометрического класса проб.

После получения перспективных фракций из них были отобраны монофракции глауконита для подсчетов процентных содержаний масс. В результате можно судить о качестве и промышленной значимости полученного глауконитового концентрата. Результаты подсчетов приведены в таблице.

Таблица

Содержание глауконита в %				
		Фракция		В пробе
Проба №	Гран. класс	Слабомагнитная	Магнитная	
301и1811	-0,5+0,2	10,18	9,45	8,03
	-0,2+0,1	33,33	60,00	
301и1822	-0,5+0,2	20,79	40,26	8,93
	-0,2+0,1	22,97	4,23	
301и1873	-0,5+0,2	7,54	67,23	16,91
	-0,2+0,1	25,13	10,06	
3131886	-0,5+0,2	56,90	70,00	40,89

В результате проведенного изучения была составлена схема рациональная схема обогащения, а также получен глауконитовый концентрат с содержанием полезного компонента, пригодным для промышленного использования [1], достигающим 70%. Эти показатели повышает потенциал исследования и перспективность освоения железных руд Бакчарского месторождения.

Литература

1. Левченко Е.Н., Ттигунов Л.П. Глауконит России: состояние, перспективы освоения и развития минерально-сырьевой базы // «Минеральное сырье». Серия геолого-экономическая, № 32. М., ВИМС, 2011. С. 65.

РОССЫПНЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЧЁРНЫХ РАДИОАКТИВНЫХ ПЕСКОВ ЮГО-ЗАПАДНОГО ПОБЕРЕЖЬЯ ИНДИИ

Э.А. Ибрагимов

**Казанский (Приволжский) федеральный университет, Институт
геологии и нефтегазовых технологий,**

магистрант 1 года обучения, 1ibragimov1@gmail.com

Научный руководитель: к.г.-м.н., доцент Л.М. Ситдикова

Аннотация: в данной статье рассматривается комплексное изучение песка, отобранного на побережье Аравийского моря (Коллам, Штат Керала, Индия). В результате многих исследований, представлен минеральный и радионуклидный состав отобранной породы, а также было уделено особое внимание влиянию естественной радиации на здоровье местных жителей.

Ключевые слова: черные пески, монацит, Чавара, Индия.

PLACER DEPOSITS OF BLACK RADIOACTIVE SANDS OF SOUTHWESTERN INDIA

E.A. Ibragimov

Kazan (Volga region) Federal University, Institute of Geology and Petroleum Technologies,

1st year Master's Degree Student, libragimov1@gmail.com

Research Supervisor: Candidate of Geology and Mineralogy, Reader

L.M. Sitdikova

Abstract: *this article discusses a comprehensive study of the sand, which was selected on the Arabian seashore (Kollam, Kerala, India). In the result of many studies was obtained mineral and radionuclide composition of selected sand, also was given special attention to the influence of natural radiation on the health of local residents.*

Key words: *black sands, monazite sands, India.*

В связи с поиском новых альтернативных источников энергии, в последние годы обращается большое внимание изучению прибрежно-морских отложений, характеризующихся повышенным радиационным фоном. Одним из таких объектов являются черные пески штата Керала, Индия, детальному изучению которых и посвящена настоящая статья. Целью работы являлось: минералого-геохимическая характеристика отобранных образцов чёрных песков комплексом современных изысканий, изучение особенностей их радиоактивных свойств. Для решения поставленных проблем были использованы следующие методы: оптико-микроскопический (микроскоп Leica), атомно-эмиссионный спектральный анализ (ДФС-458), рентгенофазовый анализ (ДРОН-3М), метод электронно-парамагнитного резонанса (CMS-8400), радиоактивные методы (Прогресс 5.1, УМФ-2000), микронзондовый анализ (Carl Zeiss Auriga).

По своему происхождению темноцветные пляжи обязаны эрозивной деятельности моря и рек, а также химическому выветриванию слагающих побережье низкощелочных гранитоидов (чарнокитов), чему способствует влажный муссонный климат. Чарнокиты штата Керала имеют гранобластовую структуру, текстура полосчатая, цвет тёмный, датируются раннекайнозойским возрастом. Аккумуляция чёрных песков происходит путём вымывания из магматических пород лёгких полевошпатовых минералов, оставляя тяжёлые циркон-монацитовые и рудные ильменит-рутиловые компоненты. К числу таких объектов относятся черные пески, представляющие участок длиной 250 км и шириной 0,5 км на юго-

западном побережье в штатах Керала и Тамилнад. Эти залежи содержат повышенное количество монацита, в состав которого входит торий-232. Монацит – минерал, представляющий собой безводную смесь ортофосфатов редкоземельных металлов, имеющий химическую формулу $(La, Ce, Nd, Th)PO_4$. Наиболее концентрированные залежи песков с монацитом в штате Керала расположены в пределах 55-километровой полосы между городами Коллам и Алаппужа, где проживает около 70 тыс. жителей. Содержание тория в монацитах колеблется от 8,0 до 10,5% [1].

Проведенные исследования свидетельствует, что черные пески прибрежно-морской зоны штата Керала не однородны по составу: преобладающими являются рудные минералы (рис.), представленные ильменитом, в меньшей степени – рутилом. Светлая часть сложена кварцем, цирконом, монацитом, силлиманитом, гранатом. Изученный радионуклидный состав песка установил повышенное содержание радиоактивных химических элементов: тория ($Th-232 - 26070$ Бк/кг), радия ($Ra-226 - 2033$ Бк/кг), калия ($K-40 - 11700$ Бк/кг), которые связаны с минералом монацит. Исследования плотности потока альфа- и бета-частиц в черных песках дали следующие результаты: плотность потока альфа частиц 745 частиц/см²мин., бета частиц 264 частиц/см²мин. Высокая концентрация рудных минералов на побережье вызвана дифференцирующей ролью моря, особенно в областях литорали, способствующего выносу легких нерудных компонентов из выветриваемых пород.

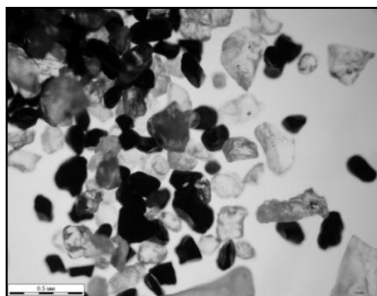


Рис. Общий вид черного песка

Подводя итоги проделанных исследований, был полностью изучен отобранный образец породы, установлен его минералогический состав, а также доказано наличие повышенной радиоактивности чёрного песка. Рассмотрим влияние природной радиации на здоровье местных жителей. В 2002 году группа исследователей Национальной академии США и Кембриджского университета проанализировала

ДНК у 988 местных жителей, чьи семьи проживали на данной территории минимум 3 поколения, на число мутаций. Ученые не выявили прямой зависимости с уровнем заболевания раком и других проблем со здоровьем в штате Керала, но определили 22 мутации ДНК [2]. Исходя из опыта западных ученых, не стоит преувеличивать вред от естественной радиации, но также и не будем о нём забывать, ведь особую опасность черные пески представляют при ветре, попадая в дыхательные пути, они могут служить причиной тяжелых заболеваний. Помимо возможного вреда для здоровья, разработка песчаных месторождений имеет и другие спорные вопросы. Самая острая проблема развития добывающей промышленности – социальная. Отказ местных жителей, занимающихся рыболовством на протяжении тысяч лет, покидать побережье. Неспособность государства компенсировать утраченные рабочие места населению, перерастает в народные волнения, и забастовки. (Штат Керала занимает одно из лидирующих мест по отлову рыб). Правительство Индии принимает активное участие в разрешении территориальных споров в штате Керала, создавая новые места рабочим в регионе, имеющего стратегические запасы урана и тория. Так здесь с 2012 года начало строительства первого в мире ториевого ядерного реактора.

Литература

1. Гусева Л.В. Радиационно-гигиенические аспекты проблемы монацитовых песков Приазовья // Вестник гигиены и эпидемиологии. Донецк, ДонДМУ, 2003. Том 7, №1. С. 114-120
2. Froster L., Lutz-Bonengel S., Willkomm H., Brinkmann B. Natural radioactivity and human mitochondrial DNA mutations // Национальная академия наук США, 2002.

АНТИКЛИНАЛЬНЫЕ СКЛАДКИ ТРЕТЬЕГО ПОРЯДКА В УСЛОВИЯХ КАЛИЙНЫХ ПЛАСТОВ РУДНИКА БКПРУ-4 ПАО «УРАЛКАЛИЙ»

О.А. Козлова, Э.Г. Немытых

Пермский национальный исследовательский политехнический университет, студенты 5 курса, curly240293@mail.ru

Научный руководитель: ассистент Е.В. Лукьянец

Аннотация: целью выполнения работы является структурно-тектонический анализ пласта АБ панелей 1-2 рудника БКПРУ-4 ПАО «Уралкалий».

Результатом данного анализа является выявление антиклинальных складок третьего порядка. Данные складки на рудниках Верхнекамского месторождения калийных солей представляют опасность возникновения газодинамических явлений.

Ключевые слова: *калийные рудники, сильвинитовый пласт АБ, структурно-тектонический анализ, газодинамические явления, складки третьего порядка.*

ANTICLINAL FOLDS OF THE THIRD ORDER IN A POTASH MINE SEAMS MINE 4 PJSC «URALKALI»

O.A. Kozlova, E.G. Nemytykh

State National Research Polytechnic University of Perm,

5th year Students, curly240293@mail.ru

Research Supervisor: Assistant E.V. Lukyanets

Abstract: *the purpose of the job is the structural and tectonic analysis of the mine seam panels AB 1-2 Berezniki – 4 PJSC «Uralkali». The result of this analysis is to identify the anticlinal folds of the third order. These folds in the mines Verkhnekamskoye potash deposit represent a danger of gas-dynamic phenomena.*

Key words: *potash mines, sylvinit layers AB, structural and tectonic analysis, gas-dynamic phenomena, the third-order folds.*

Анализ современного состояния теории газодинамических явлений показал, что традиционный подход, основанный на повсеместном применении профилактических мероприятий и оценке состояния массива соляных пород непосредственно в забоях горных выработок по предупредительным признакам, предвестникам и замеренным параметрам газового фактора, исчерпал свои возможности и требуются новые научно обоснованные и экономически оправданные технические решения.

Геологические запасы месторождения оцениваются по карналлитовой породе в 96,4 млрд. т., по сильвинитам – 113,2 млрд. т., по каменной соли – 4,65 трлн. т.

По запасам калийных солей Верхнекамское месторождение солей является одним из крупнейших в мире. На Верхнекамском месторождении калийно-магниевого солей (ВКМКС) добываются сильвинитовая и карналлитовая руды. Минеральные удобрения экспортируются в десятки стран мира (92%), поставляются сельскому хозяйству (2%) и промышленности (6%) Российской Федерации [1].

Подземная разработка калийных пластов практически на всех месторождениях мира значительно осложняются газодинамическими явлениями. При разработке Верхнекамского месторождения калийно-

магниевого солей происходят газодинамические явления следующих видов:

- внезапные выбросы соли и газа;
- внезапные обрушения пород кровли, стенок выработки, разрушение пород почвы, сопровождающиеся газовыделением;
- явления комбинированного типа – разрушения пород кровли или почвы с последующим развитием выброса пород и газа.

Указанные явления по времени действия могут происходить как в момент отбойки, так и после этого; по месту действия они могут происходить как в призабойном пространстве, так и вне его, называемые запоздалыми газодинамическими явлениями [2].

В настоящее время практика ведения горных работ на сильвинитовых пластах АБ и КрII в условиях калийных рудников на Верхнекамском калийно-магниевом месторождении показала, что газодинамические явления приурочены к участкам развития интенсивной складчатости пластов. При приближении горных работ к тектоническим нарушениям увеличивается возможность внезапного проявления газодинамического явления. В связи с этим задача структурно-тектонического анализа пласта играет не малую роль при проведении горных работ.

Существует три вида складок:

1. Складки первого порядка – это внутрипластовые, слоевые складчатости амплитудой до нескольких сантиметров или дециметров. Складки данного порядка сопровождаются обычным, спокойным выделением, не приводящим к газодинамическим явлениям.
2. Складки второго порядка охватывают отдельные слои и пласты. Амплитуда таких складок достигает 2 метров. Таким складкам так же присуще газовыделение, но масштаб его не значителен (рис.1).



Рис. 1. Складка второго порядка

3. Складки третьего порядка – это складки, охватывающие отдельные группы слоев и пластов амплитудой до 7 метров (рис.2) [3].



Рис. 2. Складка третьего порядка

В процессе формирования антиклинальной складки третьего порядка соляные породы подвергаются деформации, в результате которой в пределах складок образуется система секущих трещин. Кроме того, происходит расслоение по глинистым прослойкам, как по наиболее слабым контактам соляных пород. В результате миграции в эти расслоения и трещины свободных газов, в состав которых входит метан, тяжелые углеводороды, водород, углекислый газ, сероводород и другие, из массива горных пород образуются очаги газодинамических явлений. В результате ведения горных работ данные очаги приводят к газодинамическим явлениям [4].

Исследование строения пласта АБ проводилось в три этапа:

- на первом этапе производился сбор данных геологических профилей по панельным выработкам.
- на втором этапе была проведена цифровая обработка выемочных, северных и южных панельных штреков.

В заключении, по результатам цифровой обработки, построены карта изогипс кровли пласта АБ 1-2 юго-восточных панелей рудника БКПРУ-4 (рис.3).

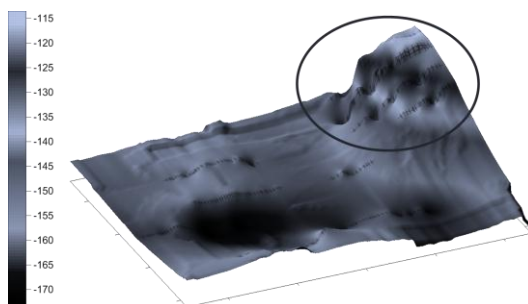


Рис. 3. Карта изогипс кровли пласта АБ 1-2 юго-восточных панелей рудника БКПРУ-4

На 2 юго-восточной панели прослеживается сильное поднятие в пределах 5, 6, 7 западных блоков, амплитуда которого составляет 40 м и протяженность порядка 500 м, но изучение которого невозможно, так как недостаточно материала для дальнейшего исследования, требуется дополнительный сбор геологических профилей и цифровая обработка для дополнения карты изогипс. Так же на поднятии прослеживаются синклинальные складки, из которых свободные газы поднимаются выше по системе трещин и скапливаются в замке антиклинальных складок.

Литература

1. Андрейко С.С. Газодинамические явления в калийных рудниках: методы прогноза и способы предотвращения: учеб. пособие. Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2007. 219 с.
2. Пермяков Р.С., Проскураков Н.М. Внезапные выбросы соли и газа. – Л.: Недра, 1972. 180 с.
3. Проскураков Н.М. Внезапные выбросы породы и газа в калийных рудниках. М.: Недра, 1980. 264 с.
4. Соловьев В.А., А.И. Секунцов. Разработка калийных месторождений: практикум. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2013. 265 с.

ПРИРОДНОЕ ПРЕДНАЗНАЧЕНИЕ ЯШМЫ

А.В. Коломоец

***Оренбургский государственный университет,
студент 5 курса, kolomoyets56@mail.ru***

Научный руководитель: д.г.-м.н., профессор П.В. Панкратьев

Аннотация: дана характеристика условий нахождения яшмы на примере месторождения горы Полковник Орско-Гайской зоны. Качество яшмы закономерно увеличивается в контактовой зоне габбрового массива. Рассмотрена возможность использования при поисках сульфидных руд наличия яшмы в коре выветривания.

Ключевые слова: яшма, Орско-Гайская зона, сульфидные руды, кора выветривания.

NATURAL DESTINATION OF JASPER

A.V. Kolomoets

Orenburg State University, 5th year Student, kolomoyets56@mail.ru

Research Supervisor: Doctor of Geology and Mineralogy, Professor
P.V. Pankratiev

Abstract: the characteristic conditions of finding Jasper at the fields of mountain Colonel Orsk-Gai area. Quality natural Jasper is increased in the contact zone of the gabbroic massif. Considered in the search for sulfide ores in the presence of Jasper in the weathering crust.

Key words: jasper, Orsk-Gai area, sulphide ore, weathering crust.

Урал – геологическая провинция, необычайно богатая месторождениями яшмы: в кадастре полезных ископаемых Урала фигурирует свыше 250 месторождений и яшмопроявлений.

Яшма – это кремнистая горная порода, состоит в основном из кварца, а также халцедона и большого количества примесей различных элементов, известна человеку с глубокой древности, когда-то из нее изготавливались орудия труда. Сейчас используется как декоративный и ювелирно-поделочный камень, отражает другую сторону этого удивительного камня, наличие признака, указывающего на скрытое проявление колчеданных руд.

Каскад месторождений яшмового пояса Урала протягивается от города Учалы в Челябинской области до южных отрогов Мугоджар в Казахстане. Но самые уникальные по цветовой гамме промышленные месторождения находятся в Оренбургской области. Это знаменитая на весь мир гора Полковник под г. Орском и Калиновское месторождение у г. Гая. В Оренбургской части этого пояса прослеживаются вулканогенно-осадочные толщи, сложенные различными по составу вулканитами, углисто-кремнистыми сланцами и яшмовидными породами с многочисленными линзами и прослоями яшмы над продуктивными отложениями живетского яруса баймак-бурибаевской свиты, к которым приурочены колчеданные месторождения.

Среди яшмовидных отложений в колчеданосных районах Южного Урала известны также джаспериты, госсаниты и умбриты [1]. Они различаются по текстурно-структурным особенностям, минеральному составу, положению в разрезе относительно рудных залежей и пространственно-возрастными соотношениями с колчеданными рудами, состоят, главным образом, из оксидов и гидроксидов железа (гематит, гетит), кварца, карбонатов, смешаннослойных силикатов и хлорита, редко в их составе отмечаются марганцевые и сульфидные минералы.

В.В. Масленниковым и Н.Р. Аюповой отражены результаты исследований по геологической позиции, строению и вещественному составу кремнисто-железистых пород Узельгинского колчеданосного поля. Здесь авторы, в частности, выделяют заметные по масштабам распространения и разнообразию кремнисто-железистые породы, ассоциирующие с известняками и гиалокластитами [2]. В одних случаях они образуют седиментационные ореолы вокруг рудных тел колчеданных месторождений, в других – залегают вне связи с колчеданными залежами. Такие отложения локализуются на трех литостратиграфических уровнях в разрезе карамалыташского комплекса эйфельского возраста (D_2kr). На примере Узельгинского рудного поля установлено пространственное совмещение в плане яшмовидных пород и других кремнисто-железистых образований с

залегающими полями распространения сульфидных залежей. Выявленная закономерность позволила В.В. Масленникову и Н.Р. Аюповой рассматривать яшмоиды как признак наличия на более глубоких горизонтах колчеданных руд.

Вулканогенно-осадочные породы, содержащие яшмы, присутствуют в надрудной толще на колчеданных месторождениях области, а также на флангах залежей [3]. Отчетливо такая закономерность намечается для Орско-Гайской колчеданосной зоны.

Яшмы этого района связаны с породами улутауской свиты. Здесь встречаются многочисленные покровы диабазов и диабазовых порфиритов, контролирующиеся разломами меридионального простираания. При размыве кор выветривания и перемещении обломочного материала яшмы быстро измельчаются. Чаще всего они встречаются в виде сплошных масс.

Выходы свиты образуют меридионально-вытянутую полосу, расположенную вдоль восточной границы месторождения, представлены они в нижней пачке полосчатыми яшмовидными кремнями, кремнистыми алевролитами, иногда мелко и среднезернистыми песчаниками. Нередко среди полосчатых яшмовидных пород отмечается прослой до 10 см марганцевых руд и сами породы значительно омарганцованы.

Сургучно-красные яшмы на месторождении развиты вдоль контактов с диабазами, прорывающими отложения улутауской свиты. С удалением от контакта яшмы сменяются ленточными фиолетово- и зеленовато-серого цвета. Мощность пород составляет 30-70 м. Многочисленные крупные ксенолиты кремнистых пород в диабазах преобразованы в высокодекоративные пестроцветные яшмы.

В районе габбро-диабазы широко распространены. Промышленное значение на месторождении г. Полковник имеют яшмовые тела, находящиеся в древней коре выветривания диабазов. Площадь развития коры выветривания приурочена к краевой части Орской депрессии и прослеживается по простираанию на 2 км в северо-западном направлении в виде полосы шириной до 0,6 км.

На северо-западе и с севера востока площадь развития коры выветривания диабазов ограничивается выходами отложений улутауской свиты запада и юга породы палеозойского фундамента и коры выветривания перекрыты юрскими континентальными осадками.

В плане граница имеет плавную извилистую форму, иногда осложненную выступами коренных пород улутауской свиты и диабазами.

Орский диабазовый массив относится к комплексу позднеживетских диабазов и является самым крупным в Калиновской зоне разломов. Массив сопровождается серией дайко и штокообразных апофиз, соединяющих на глубине. Кровля его весьма неровная, изобилует многочисленными карманами и западинами, выполненными отложениями улутауской свиты. Последние представляют собой на площади месторождения породы кровли Орского массива. Восточная граница массива расположена на северо-восточном склоне возвышенности г. Полковник, примерно в 1 км восточнее месторождения. Судя по характеру гравиметрового поля восточный контакт массива субвертикальный. Минеральный состав характеризуется постоянством. Из основных минералов, в основном, плагиоклаз и моноклинный пироксен; второстепенные минералы представлены эпидотом, хлоритом, кварцем, апатитом, сфеном и титано-магнетитом.

В диабазах широко проявлены эпидотизация, хлоритизация и кварцевание. Эпидот образует псевдоморфозы по плагиоклазу и пироксену, а также встречается в виде идиоморфных зерен и их накоплений (фоновая эпидотизация) или в тонких прожилках эпидотового состава (наложенная эпидотизация). Хлориты также встречаются в двух формах. Бледно-зеленый, почти изотропный, хлорит образует псевдоморфозы по пироксену и широко развит по плоскостям спайности в плагиоклазах, иногда образует ксеноморфные скопления между лейстами плагиоклаза. Желтовато-зеленый хлорит с аномальной золотисто-зеленой окраской (более железистой) образует пятна, прожилки и распределяется в породе крайне неравномерно. Окварцевание наблюдается в виде пятнистых мелких зерен кварца или халцедона, реже в виде кварцевого или кварц-эпидотового состава. Характерной чертой диабазов Орского массива является их трещиноватость, обусловленная тектоникой. Крупные тектонические нарушения в районе месторождения не зафиксированы. Наряду с этим в станках траншей и добычного карьера наблюдается микронарушения различной ориентировки, имеющиеся небольшую протяженность и малую амплитуду смещения. Обычно к ним приурочены кварцевые и кварц-эпидотовые прожилки.

В диабазах на отдельных участках широко развита шаровая или скорлуповатая отдельность с диаметром шаров до 25-30 см, реже наблюдается столбчатая отдельность, ориентированная субвертикально.

На юго-западном склоне г. Полковник диабазы перекрыты чехлом коры выветривания. Она содержит глыбы яшмо-продуктивной

толщи месторождения. В разрезе кора выветривания имеет четкую верхнюю геологическую границу – подошва четвертичных отложений.

В целом кора выветривания, покрытая сплошным чехлом, имеет явно площадное распространение. Её мощность связана с линейными участками повышенной трещиноватости, достигая максимума на участках их пересечения или сочленения.

Орско-Гайский район характерен тем, что яшмы промышленного значения находятся в коре выветривания, что следует учесть в поисковых целях, а также присутствуют в контактовой зоне в районе г. Полковник около габбровых массивов, которые способствовали регенерации.

Литература

1. Контарь Е.С. Геолого-промышленные типы месторождений меди, цинка, свинца на Урале / Уральский государственный горный университет. Екатеринбург, 2013. 137 с.
2. Масленников В.В. Кремнисто-железистые породы Узельгинского колчедановосного поля (Южный Урал). / В.В. Масленников [и др.]. // Литосфера, 2007, № 2, С. 106-129.
3. Теленков О.С., Масленников В.В. Автоматизированная экспертная система типизации кремнистожелезистых отложений палеогидротермальных полей Южного Урала. Миасс: ИМин УрО РАН, 1995. 200 с.

ЗОЛОТО ИЗ СОВРЕМЕННОГО АЛЛЮВИЯ РЕК СИЗЯЯ И ГОЛУБАЯ (ПРАВЫХ ПРИТОКОВ Р. ЕНИСЕЙ, КРАСНОЯРСКИЙ КРАЙ)

Е.А. Кузнецова

Пермский государственный национальный исследовательский университет, студент 3 курса, kuznkatya@gmail.com

Научный руководитель: д.г.-м.н., профессор В.А. Наумов

Аннотация: изучена золотоносность приповерхностного слоя руслового аллювия в бассейне р. Енисей. Установлены концентрации мелкого золота фракции 0,5-0,1 мм в количестве 5-20 мг/м³. Определена уплощенность (5,18), округленность (0,07), сферичность (0,76) изометричность (0,33) частиц золота типичная для межгорных впадин горно-складчатых областей.

Ключевые слова: мелкое золото, реки Сизая, Голубая.

GOLD FROM MODERN ALLUVIUM SIZAYA AND GOLUBAYA RIVER (RIGHT TRIBUTARY OF THE YENISEI RIVER, KRASNOYARSK TERRITORY)

E.A. Kuznetsova

Perm State University, 3^d year Student, kyznkatya@gmail.com

Research Supervisor: Doctor of Geology and Mineralogy, Professor

V.A. Naumov

Abstract: studied the gold content of the surface layer of the channel alluvium in the basin Yenisei River. Concentration of a gold fine fraction 0.5-0.1 mm in an amount of 5-20 mg/m³. Determined flatness (5,18), rounding (0,07), the sphericity (0,76) is isometric (0,33) gold particles typical of the intermountain basins of mountain-folded regions.

Key words: fine gold, Sizaya river, Blue River.

В 2015 г. автором в ходе специализированной учебной практики по поискам и разведке полезных ископаемых геологического факультета ПГНИУ совместно со студентами Оксфордского университета проведено обогащение современного руслового аллювия рек Сизая и Голубая (правые притоки р. Енисей ниже по течению от Майнской ГЭС). В приповерхностном слое аллювия отобрано 28 проб объемом 5-40 л. Обогащение проводили по методике ПГНИУ [3,4] на винтовом шлюзе диаметром 250 мм (ВШ-250) и на канадском лотке. Свободное золото извлечено из гравитационных концентраторов в лаборатории осадочных полезных ископаемых (ЛЮПИ) ПГНИУ путем магнитной, электромагнитной сепарации и под бинокуляром Nikon SMZ-745 по размерным фракциям: >0,5; 0,5-0,25; 0,25-0,1; <0,1 мм выделено 30 знаков.

Во время проведения ретроспективного анализа и поиска информации по золотоносности этой территории было выяснено, что золотоносность этого района известна еще с первой половины 19 века. В Указе Его Императорского Величества № 506 от 19 июля 1834 года «О надзоре за приисками» отмечено, что «по речке Голубой, впадающей с правой стороны в Енисей, от устья оной вверх по течению примерно в 5 верстах один прииск, от него вверх по течению и впадающими в оную с правой, левой стороны ключами, примерно на пяти верст один прииск, итого по речке Голубой два прииска. На обоих приисках золотосодержащий песок в 1822 году был от верхнего пласта два аршина толщины». В советское время в аллювии поймы и второй надпойменной террасы р. Сизая была установлена промышленная россыпь золота. Плотиком россыпи были

трещиноватые метаморфические сланцы позднего кембрия. Золото локализовано в русловой фации валунно-галечных глинистых отложений раннего плейстоцена мощностью 0,5-1,0 м. Золото в россыпи слабоокатанное, часто встречаются сростки с кварцем, средняя масса золотинок – 2-4 г., самородки весом до 400 г. Забалансовые запасы на 01.01.2002 года составляли 177 кг золота со средним содержанием 239 мг/м³. Россыпь расположена в охранной зоне реки Енисей и по экологическим ограничениям недоступна для отработки [2].

В пробах, отобранных на р. Голубая золото не выявлено. Детальному изучению подверглось золото р. Сизая. Следует отметить, что промышленные концентрации золота в аллювии р. Сизая не выявлены. Это связано с тем, что работы проводились впервые и был опробован только доступный для обзорного исследования приповерхностный слой аллювия. Вместе с тем в современном русловом аллювии р. Сизая установленное содержание золота колеблется от 5 до 20 мг/м³.

По нашим пробам определено, что в аллювии преобладают частицы мелкого золота размером 0,5-0,1 мм. В целом, доминируют золотины пластинчатой и комковидной формы, а также частицы неправильного и уплощенного облика. На поверхности частиц и в микротрещинах отмечается ржавый налет гидроксидов железа. На частицах золота присутствуют включения зерен кварца. Цвет преимущественно ярко-желтый, золотисто-желтый.

Количественная характеристика формы золотинок определена их замером по трем направлениям: а – длина, b – ширина, с – толщина; средняя масса знака золота в каждой размерной фракции – М_Ф, которая была взята по аналогии с изученными рядом объектами. Рассчитаны коэффициенты уплощенности по Н.Б. Вассоевичу (K_{упл}), округленности по Рейли (K_{окр}), сферичности по Крамбейну (K_{сф}) [6], изометричности по К.В. Кистеру (K_Ф) [5]. Средние значения составляют: уплощенности (5,18), округленности (0,07), сферичности (0,76) (табл.1), изометричности (0,33) (табл.2).

Таблица 1

Средние значения морфологических показателей для размерных классов частиц золота

Показатель	Класс, мм			Среднее
	0,5-0,25	0,25-0,1	<0,1	
K _{упл}	6,68	5,38	7,58	5,18
K _{окр}	0,06	0,05	0,07	0,07
K _{сф}	0,7	0,81	0,77	0,76

Таблица 2

Коэффициент изометричности по К.В. Кистерову

Фракции	Масса фракции, мг	Знаков, шт	Масса знака, мг	Коэффициент изометричности
0,5-0,25	1,24	2	0,62	0,52
0,25-0,1	0,11	1	0,11	0,74
<0,1	0,405	27	0,015	1,57
Сумма	1,755	30		

Количественные характеристики формы частиц золота типичны для металла косовых концентраций межгорных впадин горно-складчатых областей.

Литература

1. Илалтдинов И.Я., Осовецкий Б.М. Золото юрских отложений Вятско-Камской впадины // монография. Перм. гос. ун-т. Пермь, 2009. 230 с.
2. Малкова Г.П., Журова Н.Г., Косоруков А.П. Справочник полезных ископаемых Шушенского района Красноярского края // Красноярск, ООО «Геоэкономика», 2002.
3. Наумов В.А. Минерагеня и перспективы комплексного освоения золотоносного аллювия Урала и Приуралья: монография // Естественнаучный ин-т Перм. гос. нац. исслед. ун-та. Пермь, 2011. 162 с.
4. Наумов В.А. Минерагеня, техногенез и перспективы комплексного освоения золотоносного аллювия // Автореф. дисс. доктора г.-м. наук / Пермский государственный университет. Пермь, 2010. 42 с.
5. Хусаинова А.Ш., Кузнецова Е.А., Павлов А.В. Морфология техногенного золота Чернореченской россыпи // Технологическая платформа «Твердые полезные ископаемые», II межд. научно-практ. конф., сб. докл. Екатеринбург, 2015. 207 с.
6. Хусаинова А.Ш. Морфометрические характеристики россыпного золота разных структурно-тектонических позиций // Международный научный молодежный форум «Ломоносов-2015», секция Геология, Подсекция «Геология, геохимия и экономика полезных ископаемых». М., 2015. URL: http://conf.msu.ru/archive/Lomonosov_2015/data/6979/uid83727_report.pdf (дата обращения 17.02.2016).

ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Н.А. Макарова

**Пермский национальный исследовательский политехнический
университет, студент 2 курса, nataliamakarova96@yandex.ru**

Научный руководитель: к.г.-м.н., доцент О.Е. Кочнева

Аннотация: статья посвящена истории освоения первых промышленных месторождений углеводородного сырья в Западной Сибири, что положило начало образованию нефтяной компании «Лукойл».

Ключевые слова: Западная Сибирь, история, месторождения, нефть.

THE HISTORY OF WEST SIBERIAN OIL FIELDS DEVELOPING

N.A. Makarova

**State National Research Polytechnic University of Perm,
2nd year Student, nataliamakarova96@yandex.ru**

Research Supervisor: Candidate of Geology and Mineralogy, Reader
O.E. Kochneva

Abstract: the article is devoted to the history of first industrial development of West-Siberian Oil fields, which led to the foundation of LUKOIL company.

Key words: Western Siberia, history, field, oil.

Город на берегу таежной реки Конда, первенец – нефтяник, подаривший миру Шаимские нефтяные месторождения, которые стали предпосылками открытия крупнейших месторождений углеводородного сырья на территории Западной Сибири. И пусть громка сейчас слава Сургута, Нижневартовска, Нефтеюганска, пусть появились более значительные достижения, но все это благодаря открытию в 1960 году скважины Р-6 в городе Урай, положившей начало нефтяной эпохе.

Первые упоминания о выходах битумных сланцев в бассейне реки Оби принадлежат к концу XVII в., сосланному в Тобольск хорватскому ученому Юрию Крижаничу. В 1719 году шведский капитан Ф. Табберт, участник исследовательской экспедиции ученого - ботаника и лекаря Д. Мессершмидта, направленной в Сибирь Петром I, писал о нахождении битуминозного материала в области реки Иртыш. Дальнейший интерес к поискам «черного золота» на территории Западной Сибири был проявлен лишь летом 1913 года, в окрестностях селения Юган. А.С. Прутов прибывший из Омска и два его товарища начали исследование данной территории. Было организовано бурение скважин, доходящее до глубин тридцати трех аршин (23.47 м.). Но разведка не принесла положительных результатов [3].

Попытка в освоении «сокровищ» Западной Сибири принадлежала всемирно известному ученому – нефтянику Ивану Михайловичу Губкину в 1932 году. Он предположил, что нужно

начать поиски нефти на восточном склоне Урала, так как по своему происхождению нефть является родственником угля.

В 30-е годы XX в. началась интенсивная геологическая нефтеразведка в Сибири. В 1934 году гипотеза И.М. Губкина была подтверждена. Министерство геологии СССР приняло решение о проведении региональных работ на всей территории Западно-Сибирской низменности, которые включали в себя бурение серии опорно-параметрических скважин и мелкомасштабные геофизические исследования для изучения литолого-стратиграфического и тектонического строения территории [1].

В 1948 году была организована Тюменская нефтеразведочная экспедиция под руководством геологоразведчика И.А. Павловского. В этом же году на восточной окраине Тюмени было начато строительство первой опорной скважины в Западной Сибири. Двухкилометровая скважина не вскрыла продуктивных горизонтов, но изучение геологического разреза позволило выявить благоприятные условия для формирования залежей углеводородов.

К началу 50-х годов нефтегазоразведкой была охвачена практически вся территория Западной Сибири к северу от Транссиба до арктического побережья. Научное обоснование нефтегазоносности районов, выдвинутое академиком И.М. Губкиным, который обратил внимание научного мира на сходство геологического строения Западной Сибири и Аппалачской впадины, находившейся на территории Северной Америки (где в то время уже велась добыча нефти), придавало уверенности в правильности поиска. Всемирно известный геолог настаивал на продолжении поиска промышленных залежей нефти и газа.

Особенно трудными поиски были в северных районах Тюменской области, где мешало бескрайнее море тайги и тундры, морозы и бездорожье, болота и гнус. В Кондинском районе Тюменской области поиски нефти начались еще в 1947 году, но до 1950 года все геолого-поисковые работы носили лишь маршрутный характер. Пристальное внимание изучению геологического строения Шаимского района стали уделять после открытия в 1953 году Березовского газового месторождения. На Шаимскую землю из Приуральской геологоразведочной экспедиции была отправлена буровая бригада мастера С.Н. Урусова [2].

В сентябре 1959 года вблизи села Ушья по рекомендациям геофизиков была пробурена Мулымьинская поисковая скважина Р-2. Вечером откачали воду, утром скважина была полна воды, сквозь которую пробивалась нефть.

25 сентября 1959 год – был получен первый приток нефти в Западной Сибири, с этой даты и начинается история открытия шаимской нефти. Скважина Р-2 не дала промышленный приток, а всего около одной тонны в сутки. Продолжились поиски промышленной нефти, тогда определили точки под новые буровые: Р-7, Р-6, Р-5 [1].

В апреле 1960 года на Мулымьинской, под руководством мастера С.Н. Урусова, была пробурена скважина Р-7, где столб нефти подбрасывает на 20-30 метров. 25 апреля 1960 в Тюменский областной комитет партии была направлена докладная записка Тюменского территориального геологического управления. В документе было доложено о том, что в Тюменской области из скважины Р-7 была получена первая промышленная нефть. Дебит скважины составлял 10-12 тонн в сутки, но этого было недостаточно. Исследования и испытания скважины показали, что максимальный дебит можно довести лишь до 20 тонн в сутки.

Все надежды возлагались на скважину Р-6, к бурению которой в 1960 году приступила бригада мастера С.Н. Урусова. Уже в начале июня из Шаимской экспедиции руководителям тюменских геологов пришло сообщение, в котором говорилось о том, что на скважине Р-6 на глубине 1448 метров, вскрыт пласт нефтяного песчаника, мощность которого достигала около 12 метров. Скважина Р-6 была пробурена 13 июня 1960 года, проходку на глубину 1523 метра закончили за 18 дней. 17 июня началась перфорация, уже при первом простреле появились признаки нефти, 18 июня скважина зафонтанировала. Скважина Р-6 дала промышленную нефть [2].

Это стало открытием первого в Западной Сибири нефтяного месторождения – Шаимского, значение которого трудно переоценить, прежде всего открыта первая большая сибирская нефть высокого качества.

Именно открытие скважины Р-6 в поселке Шаим (ныне г. Урай) оправдало предположение ученых о наличии промышленной нефти восточнее Урала, что впоследствии привело к активным освоениям Западно-Сибирских недр. Шли годы, открывались все новые и новые месторождения углеводородного сырья. И вот 25 ноября 1991 года в России было подписано Постановление №18, согласно которому был образован нефтяной концерн «Лангепас – Урай – Когалым – нефть», 5 апреля 1993 года Постановлением Правительства Российской Федерации, в соответствии с Указом Президента России, концерн был преобразован в акционерное общество «Нефтяная компания ЛУКОЙЛ» [3].

Имя Шаим (ныне город Урай) прославилось, вписав в себя в книгу главных открытий двадцатого века. Оно и доказало: легкой нефти не бывает...

Литература

1. Дорохов Ю.А. Свидетельство о рождении. Свердловск, Средне-Уральское книжное издательство, 1988. 205 с.
2. Евсеева Г. Урай – город новых открытий. Тюмень, медиа – холдинг «Западная Сибирь», 2015. 195 с.
3. Потанов С. Нефтяная эра Шаима. Москва, Книгоиздательство Пента, 2004. 200 с.

О ЗОЛОТОНОСНЫХ КОРАХ ВЫВЕТРИВАНИЯ ВОСТОЧНОГО КАЗАХСТАНА

Т.А. Ойцева¹, О.Н. Кузьмина²

***Восточно-Казахстанский государственный технический
университет им. Д. Серикбаева, ¹-аспирант первого года обучения,
²-молодой ученый, tatiana.oitseva@gmail.com***

Научный руководитель: д.г.-м.н., профессор Б.А. Дьячков

Аннотация: рассматриваются особенности геологического строения и вещественного состава золотоносных коры выветривания, сформированные в мезозойский цикл тектогенеза в Семипалатинском Прииртышье Восточного Казахстана. Подчеркивается рентабельность отработки гипергенных залежей золота карьерным способом по методу кучного выщелачивания.

Ключевые слова: коры выветривания, золото, Восточный Казахстан.

GOLD-BEARING WEATHERING CRUST OF EAST KAZAKHSTAN

T.A. Oitseva, O.N. Kuzmina

D. Serikbaev East Kazakhstan State Technical University, ¹-1st year Post-graduate Student, ²-Young Researcher, tatiana.oitseva@gmail.com

Research Supervisor: Doctor of Geology and Mineralogy, Professor

B.A. Dyachkov

Abstract: the features of the geological structure and material composition of the gold-bearing weathering crust formed in the Mesozoic orogeny cycle in the

Semipalatinsk Irtysh region of East Kazakhstan. It emphasized the profitability of mining of supergene gold deposits by method of heap leaching.

Key words: *weathering crust, gold, East Kazakhstan.*

В Восточном Казахстане с образованием кор выветривания связаны многие месторождения полезных ископаемых разной формационной принадлежности, в том числе золота (рудные поля Суздальское, Жанан, Мукур, Мираж, Кедей, Кемпир и др.); кобальта и никеля в Чарско-Горностаевском поясе гипербазитов (Горностаевское, Белогорское и др.); титана, циркония (Сатпаевское, Караоткель и др.) [1].

Золотоносные коры Семипалатинского Прииртышья и никеленосные Чарско-Горностаевского пояса гипербазитов образовались по первичным рудоносным зонам и по форме относятся к линейно-площадному типу. Использование малозатратных технологий переработки сырья золотоносных объектов кор выветривания методом кучного выщелачивания (месторождение Жанан, Суздальское, Жерек, Мукур и др.) делает их эксплуатацию экономически выгодной. По запасам они относятся к средним золоторудным объектам. Примером является Суздальское месторождение.

Суздальское месторождение расположено в 60 км к ЮЗ от г. Семипалатинска, пространственно размещается на границе Чарской и Западно-Калбинской металлогенических зон. Относится к золотосульфидно-кварцевой формации и золотоносных кор выветривания. Месторождение открыто в 1983 г. Горностаевской партией Алтайской геолого-геофизической экспедиции (В.А. Денисенко, Н.Т. Дряпач). В строении месторождения принимают участие отложения аркалыкской (C_1v_{2-3}), аганактинской (C_1s), майтубинской (C_{2-3}) и семейтауской ($T_1 ?$) свит.

Первичные руды месторождения представлены зонами гидротермально измененных вулканогенно-осадочных пород повышенной карбонатности и углеродистости, нарушенных разрывными нарушениями. Золото-сульфидное оруденение генетически связано с гипабиссальными малыми интрузиями и дайками умеренно кислого состава (кунушский гранодиорит-плагиогранитовый комплекс, C_3).

По данным геологоразведочных работ зоны первичного оруденения – это раздробленные и сильно трещиноватые углистые и известково-углистые алевролиты, известняки и песчаники, содержащие основные рудные тела. Их образование связано с проявлением железисто-кремнистого и кремнисто-карбонатного

метасоматоза, аргиллитизации и низкотемпературной проработки рудовмещающих пород. Выделяются четыре рудоносные зоны мощностью 10-25 м, прослеженные на глубину до 500 м. Золоторудная минерализация концентрируется преимущественно в меланжированных известковистых брекчиях [3].

Изучение рудного вещества нами производилось в аншлифах и на растровом электронном микроскопе ISM-6390. В рудах определены пирит, антимонит, арсенопирит, бертьерит, сфалерит, халькопирит, галенит, гематит, монацит, золото и др. [2]. Типоморфными минералами являются арсенопирит и антимонит. К породной матрице отнесены кварц, сидерит, кальцит и K-Al силикаты. Индикаторы золотого оруденения – Fe, As, Sb, Cu, Zn, Pb. Содержание золота в рудах крайне неравномерное, при среднем значении 9 г/т. Золото находится в свободном виде, а также отмечается его тонкодисперсная крапленность в арсенопирите и пирите.

В мезозое на месторождении сформировались золотоносные коры выветривания, развитые преимущественно в зоне окисления рудоносных зон (рис.). Мощность их изменяется от первых метров до 10 м, иногда достигает 100-120 м. В разрезе коры выветривания выделяются три основных структурно-морфологических горизонтов (снизу-вверх): 1) каменный элювий (начальное выветривание); 2) глинистый структурный элювий; 3) глинистый бесструктурный элювий. Минеральный состав коры: кварц (10%), гидрослюда (10-20%), каолинит (50-60%), монтмориллонит (10-20%).

Анализ данных опробования показал сложный характер распределения золота и его спутников (As, Bi, Sb, W) в гипергенных условиях. В околорудных ореолах характерные ассоциации элементов: Au-W-Be, W-Be-Nb-Pb-Mo. В рудных телах они более сложные: As-Sb, Sb-Mo, As-Zn-Be-Nb, W-Cr-Ti-Zn, Ni-Co-Cr. Наиболее контрастные ореолы образуют мышьяк, сурьма, вольфрам, серебро.

Золото в гипергенных рудных телах свободное, представлено мелкими и тонкими классами. Форма золотин пластинчатая, дендритовая, комковатая и удлинненно-овальная. Выделяются две морфологические группы золота: кристалломорфные индивиды и друзовые агрегаты [3]. Пробность золота высокая (средняя 995).

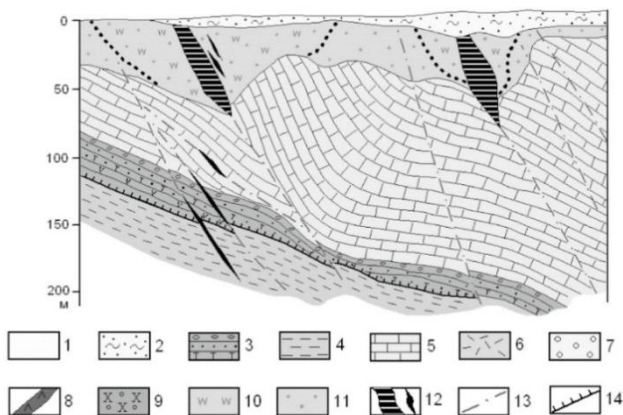


Рис. Геологический разрез Суздальского месторождения

1 – рыхлые четвертичные и 2 – неогеновые отложения; 3-5 – аркалыкская свита, $C_{1V_{2-3}}$ (3 – туфогенно-песчаниковая пачка с прослоями андезитодацитов, 4 – углисто-глинистые сланцы, 5 – известняки, известковистые алевролиты); 6 – вулканиты семейтауской свиты; 7 – зоны золото-сульфидной минерализации; 8 – дайки диоритовых порфиров и 9 – гранодиоритпорфиров; 10 – зоны окварцевания; 11 – золотоносные коры выветривания; 12 – рудные тела; 13 – разрывные нарушения; 14 – надвиг. По материалам И.В. Бегаева, В.А. Денисенко.

Таким образом, на Суздальском месторождении золотоносные коры связаны с мезозойским этапом стабилизации, имеют линейно-площадную форму и представляют собой продукты преобразования верхней части рудоносной колонны. Месторождение по запасам золота относится к объектам средней категории. В настоящее время коры выветривания отработаны карьерным способом по методу кучного выщелачивания и производится добыча коренного золота. Имеются перспективы обнаружения подобных месторождений на северо-западном фланге Восточно-Казахстанского золоторудного пояса, перекрытого чехлом рыхлых отложений [2]. При постановке дальнейших прогнозно-поисковых работ рекомендуется учитывать практический опыт изучения золотоносных кор выветривания в Семипалатинском Прииртышье Восточного Казахстана.

Литература

1. Дьячков Б.А. Россыпи и месторождения кор выветривания: изучение, освоение, экология // Материалы XV Межд. совещания по геологии россыпей и месторождений кор выветривания. Пермский государственный национальный исследовательский университет. Пермь, 2015. С. 270.

2. Дьячков Б.А., Кузьмина О.Н., Зимановская Н.А. и др. Типы золоторудных месторождений Восточного Казахстана // Монография, Усть-Каменогорск, ВКГТУ, 2015. С. 204.

3. Kovalev K.P., Kalinin Y.A., Naumov E.A., Pirajno F., Borisenko A. S. A mineralogical study of the Suzdal sediment-hosted gold deposit, Eastern Kazakhstan Implications for ore genesis // Ore Geology Reviews. 35-(2009). С. 186-205.

К ПИРОХИМИЧЕСКОМУ АНАЛИЗУ НА ОРУДЕНЕНИЕ ДРЕВНЕЙ КОНТИНЕНТАЛЬНОЙ КОРЫ (НА ПРИМЕРЕ ЕНИСЕЙСКОГО КРЯЖА)

К.Д. Пахмутова, В.И. Стреляев

***Национальный исследовательский Томский государственный
университет, магистранты 2 года обучения, strelyaev@ggf.tsu.ru***

Научный руководитель: к.г.-м.н., доцент А.Е. Ковешников

Аннотация: золотоносности описываемых систем протерозоя имеют многоярусный характер оруденения, определяемый во времени разноглубинным тепловым расхождением-схождением пироморфной пары «мантийный плюмаж-коровый астенолит».

Ключевые слова: протерозой, мантия, астенолит, ярусы, оруденение.

TO PYROCHEMICAL ANALYSIS ON THE MINERALIZATION OF ANCIENT CONTINENTAL CRUST (ON THE EXAMPLE OF THE YENISEI RIDGE)

K.D. Pakhmutova, V.I. Strelyaev

Tomsk State University,

2nd year Master's Degree Students, strelyaev@ggf.tsu.ru

Research Supervisor: Candidate of Geology and Mineralogy, Reader

A.E. Koveshnikov

Abstract: the Gold mineralization described systems of the Proterozoic has stacked nature of the mineralization, defined in time mid-water heat divergence-convergence pair pyromorphous «mantle plume, from crustal astrolite».

Key words: proterozoic, the mantle, actinolite, tiers, mineralization.

Выявление региональных источников коренного золотооруденения, по нашему мнению, тесно увязываются с режимом плюмажа. Режим плюмажа охватил в раннем протерозое – позднем докембрии большие территории [2]. Вместе с тем, сложные плюмажи осуществлялись весьма неравномерно: в одних местах они

сконцентрированы густо, в других – проявлены слабо. Конкретной областью, где мантийный плюмаж играет значительную роль, является Панимбинский металлогенический узел (ПМУ) центральной части Енисейского кряжа с суммарной мощностью отложений около 6000 м (рис.1).

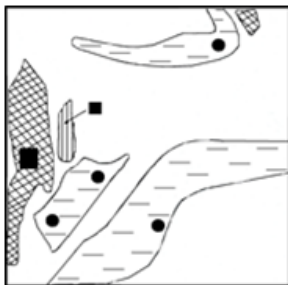


Рис. 1. Схема Панимбинской зоны тройного сочленения золотосодержащих углеродисто-карбонатно-терригенных структурно-вещественных комплексов (СВК) раннего протерозоя - рифея (Енисейский кряж)

- – Панимбинская свита. Глинисто-серицитовые сланцы (R_3);
- ▬ – Кварцитолистые филлиты и метаалевролиты с линзами метариолит-дацитовых пород удерейского корового астенолита - «холодное поле (R_{1-2})»;
- ▨ – графитизированные кварциты с роговообманково-скаполитовыми силлами (PR_1-R_1);
- ▩ – эклогит-омфацитовые образования – «горячее поле (PR_1)»;
- – Au-Ca-W-ассоциация; ■ – Fe-As-S-Au-C ассоциация; ● – Au-Sb-S-ассоциация (холодное поле).

Импульсивно-потокое конвективное проявление раннепротерозойского мантийного плюмажа имеет локальное развитие в пределах узких тектоно-пирохимических зон, типа ПМУ. Характерно омоложение возраста образований древних коровых астенолитов [1] в результате непрерывного влияния регрессивных процессов пироморфизма. Магматизм и пироморфизм осуществляются на фоне глыбовых движений (выделяется три тектонических яруса) и обнаруживают тесные парагенетические связи с явлениями глубинной термальной перестройки двойной системы «горячая мантия - холодный коровый астенолит».

Вспышки взаимодействия указанных систем во времени разделялись паузами относительного равновесия и покоя, которые сопровождалась возникновением перерывов, способствовавших переформированию и перераспределению по тепловым полюсам –

«северным» плюмным, локализованным к нижнему тектоническому ярусу и «южным» астенолитным, приуроченным к верхнему тектоническому ярусу колонны описываемых образований.

Периодические вспышки докембрийских процессов ди-пироморфизма в составе режима длительного теплового воздействия Панимбинского плюма, как части Сибирского суперплюма [2], на «южный» коровый астенолит, позволяет выделить три последовательные (раннюю, среднюю и позднюю) стадии формирования золотооруденения, охватывающие соответствующие временные геологического интервалы (PR_1 , PR_1-R_1 , R_{1-2}).

Ди-пироморфизм, связанный с появлением плюмажа, как правило, зональный, меняющийся от самых высоких тепловых ступеней (гранулитовых и амфиболитовых) до самых низких ступеней (зеленосланцевых). Реструктуризация происходит и с более поздними флюидными потоками, закономерно тяготеющими к ступенчато погружаемому в северном направлении Ишимбинскому листрическому разлому, по которому перераспределяются как породы, так и породообразующие минералы, и руды, соответствующие трем тепловым полям: горячим, с высоким уровнем пироморфизма, переходным и, наконец, холодным, со слабым тепловым полем (рис.2).

В связи с вышеизложенным, в практическом отношении для выявления региональных источников коренного золотооруденения наиболее применим используемый нами петрохимический анализ, проводимый по программе «Паскаль» [3]. Суть его заключается в том, что полярные по температуре тепловые поля-полюса рассматриваемого рудного узла, диагностируются разобщенными стратифицированными рудными горизонтами.

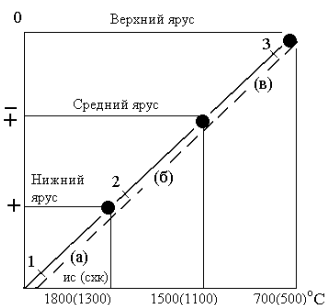


Рис. 2. Закономерное изменение направления движения минерализованных потоков под действием Панимбинского плюмажа с использованием природного конвективного пирохимического механизма «от горячего к холодному и от холодного к горячему» (пояснения в тексте).

Парафазовые холодные поляризованные преобразователи «южного» астенолита, с одной стороны, и горячие «северного» плюмажа, с другой, создают ванны плавления с определенными знаковыми кодами: при господстве М-потоков в нижнепротерозойском тектоническом ярусе, к которому локализован М-факал с самым тугоплавким «термитным» штейном, с полем отжига интенсивностью +845 кДж/кг. моль. К, образующим в составе омфацитов примесь железа, хрома, никеля, марганца и др.

В границах нижнепротерозойского-раннерифейского тектонического яруса с полем отжига ± 340 кДж/кг. моль. К, концентрация железа и хрома с оттоком мантийного тепла уменьшается, а элементов кислого ряда увеличивается. Тектонические ярусы, породные и компонентные их «коды» (1-2-3 – прямые и а-б-в – обратные) в зависимости от разноглубинного пироморфизма, взаимосвязаны друг с другом.

При перескоке тепловых полюсов на уровень ниже - среднерифейского тектонического яруса с еще большим расхождением М- и А- потоков. Четко оформляется астеносфера с тепловым зарядом в -90 кДж/кг. моль. К. Объем хромистого железа резко уменьшается, зато увеличивается объем калия, кремния, алюминия, летучих компонентов (рис.2).

Таким образом, при оценке зон золотой минерализации, связанных с системой «мантийный плюмаж - коровый астенолит (А)» наряду с обычными методами целесообразно использовать данные о содержании сопутствующих примесей, оказывающих непосредственное влияние на перераспределение самого коренного золота. Глыбовая перестройка глубинных структур литосферы, как правило, сопровождается тепловой перестройкой. Причем ведущие процессы заключены в пределах узких, завуалированных многочисленными наложенными процессами тектонических зон, которые нетрудно пропустить в условиях почти сплошной закрытости мезозойско-кайнозойским чехлом.

Литература

1. Абрамович И.И. Тектоника плит и локальный металлогенический прогноз // Региональная геология и металлогения. ВСЕГЕИ, СПб., 1993, № 1. С. 114- 120.
2. Добрецов Н.Л. Мантийные плюмы и их роль в формировании анорогенных гранитов // Геология и геофизика, 2003, т.44, №12, С. 1243-1261.
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.

ИЗУЧЕНИЕ ГЛАУКОНИТА БАКЧАРСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ В КАЧЕСТВЕ НЕТРАДИЦИОННОГО ИСТОЧНИКА МЕТАЛЛОВ

А.М. Сорокина¹, А.В. Галиханов², К.К. Чепало²

*Национальный исследовательский Томский политехнический
университет, ¹-студент 1 курса, sorokina-anya-97@mail.ru,
²-студенты 2 курса, artur-gal1997@mail.ru, chepala96@gmail.com*

Научный руководитель: к.г.-м.н., ассистент М.А. Рудмин

Аннотация: в глауконитах Бакчарского месторождения найдены минералы, нехарактерные для данных отложений. Минеральные фазы сорбируются глауконитом. Полученные данные являются признаком потенциальной металлоносности глауконитовых пород юго-восточной части Западной Сибири.

Ключевые слова: глауконит, микровкрапления, Бакчарское месторождение, сульфиды.

THE STUDY OF GLAUCONITE DEPOSITED IN THE BAKCHARSKOE FIELD AS AN UNCONVENTIONAL RESOURCE OF METAL

A.M. Sorokina¹, A.V. Galihanov², K.K. Chepalo²

*National Research Tomsk Polytechnic University, ¹-1st year Student,
sorokina-anya-97@mail.ru, ²-2nd year Students, artur-gal1997@mail.ru,
chepala96@gmail.com*

Research Supervisor: Candidate of Geology and Mineralogy, Assistant
Lecturer M.A. Rudmin

Abstract: minerals which are indistinctive to the Upper Cretaceous deposits were found in the Bakcharskoe field. Mineral phases are adsorbed by glauconite. The obtained data signifies to the metal content of glauconite rocks deposited in the south-eastern part of Western Siberia.

Key words: glauconite, microinclusion, Bakchar deposit, sulfides.

Введение. Глауконит (англ. Glauconite) – сложный калийсодержащий водный алюмосиликат с условной формулой $K_{<1}(Fe^{3+}, Fe^{2+}, Al, Mg)_{2-3}[Si_3(Si, Al)O_{10}][OH]_2 \cdot nH_2O$. Этот минерал является хорошим природным сорбентом, что позволяет ему «насыщаться» минеральными микропримесями на стадиях седиментации [1]. Изучая глаукониты как активные природные сорбенты можно определить наличие или отсутствие благородных и

редких металлов. К примеру, золото субмикронных размеров уже отмечалось в составе гидрослюд различных природных объектов [5].

Цель работы заключалась в выявлении условий осадкообразования и возможности использования глауконитов как нетрадиционный источник золота и некоторых редких, цветных металлов на основе изучения микровключений глауконита Бакчарского месторождения.

Геология. Изучаемый район находится в юго-восточной части Западной Сибири в административном отношении в 200 км на северо-запад от г. Томска. Глауконитовые толщи в данном районе приурочены к верхнемеловым отложениям и залегают на глубинах 170...220 м среди горизонтов осадочных железных руд, песчаников, алевролитов и глин. Среди железных руд в изучаемом разрезе Рудным и Мазуровым [3] выделяется три главных природных типа: сыпучие гидрогетитовые, сцементированные гидрогетит-хлоритовые, сцементированные сидерит-гидрогетитовые.

При исследовании на оптическом электронном микроскопе были выделены следующие морфологические разновидности глауконита: изометричные округлые (глобулярные, почковидные), вытянутые глобулярные, гроздевидные, биоморфные, сложные агрегаты [4]. Поверхность зёрен шероховатая, ямчатая, со следами коррозии (трещины, пустоты), реже гладкая, блестящая. По окраске зёрен были выделены две основные разновидности: фиштакково-зеленые и зеленовато-желтые. Помимо этого встречаются зёрна синевато-зеленого, почти черного цвета, а также желтые со слабым зеленоватым оттенком. Окраска зёрен, следы коррозии (выщелачивание калия) зависят от степени постседиментационных изменений глауконита [2].

Среди сульфидных минералов в глауконитах обнаружены пирит, халькопирит, борнит, арсенопирит, галенит, в единичных пробах отмечается карролит (?) и тетрадимит. *Пирит* является самым распространенным сульфидом. В большинстве проб он образует фрамбоидальные скопления, аналогичные тем, которые описаны на поверхности глауконитовых глобулей. В составе фрамбоидального пирита постоянно отмечается примесь мышьяка до 1,5%. В более редких случаях он встречается в виде единичных кристаллов размером 1,2...2,5 мкм или обломков более крупных кристаллов размером до 5,5 мкм, в которых не фиксируется мышьяк. В зависимости от генезиса можно выделить две генерации пирита в глауконитах. Аутигенный или «*insitu*» пирит, образующий фрамбоиды с повышенным содержанием мышьяка, и терригенный или кластогенный пирит без мышьяка.

Борнит распространен в виде зёрен размером от 1 до 4,6 мкм, имеет формулу $\text{Cu}_{4,8}\text{Fe}_{1,2}\text{S}_4$ с содержанием Fe – 11,5...16,5%, Cu – 58,4...61,4%, S – 25,2...27,1%. *Галенит* образует кристаллы размером 0,5...0,8 мкм с содержанием свинца 85,8...86,3%. *Халькопирит* встречается в виде единичных зёрен изометричной формы, размером 1,5...2,3 мкм с содержанием Fe – 35,9...37,4%, Cu – 32,2%, S – 30,3...31,8%. *Арсенопирит* отмечается в одной пробе в виде относительно крупного кристалла размером 28 мкм и нескольких зёрен размером 1,8...2 мкм. *Антимонит* встречен в двух пробах в виде субизометричных зёрен размером 0,6...1,4 мкм с содержанием Sb – 71,6% и S – 28,3%. В пустотном пространстве глауконитового зерна найден сульфид кобальта и серебра, формула которого имеет вид $\text{Co}_{3,24}\text{Cu}_{0,72}\text{S}_4$ с примесью Sn (1%). Сульфид имеет размер 1,5...1,8 мкм и, судя по составу, является *карролитом* (?) с более высоким содержанием кобальта. *Тетрадимит* встречен в одной пробе в виде ромбоэдрического кристалла размером 1,9 мкм с содержанием Bi – 56,8%, Te – 38,3%, S – 4,8%. В двух пробах отмечается сульфид меди, цинка, мышьяка и олова, который по рассчитанной формуле $(\text{Cu}_{3,6}\text{Zn}_{0,9}(\text{As}_{3,3}\text{Sb}_{0,4})\text{S}_6)$ похож на *сталдерит* (?). Этот сульфид представлен кристаллами вытянутой формы размером 3,4 и 0,8 мкм.

В глауконитах изучаемых отложений широко распространен барит и, в редких случаях, отмечается баритоцелестин. *Барит* образует зерна преимущественно субизометричной формы размером от 0,6 до 2,5 мкм с содержанием SO_3 – 36...38,3% и BaO – 61,4...63,6%, в некоторых случаях отмечается содержание Рm до 2%. Баритоцелестин наблюдается в виде включения изометричной формы размером 2 мкм. От барита отличается высоким содержанием стронция (SrO – 21%).

Закключение. В результате детального изучения в глауконитах Бакчарского месторождения установлено наличие вкраплений минералов цветных, редких, благородных металлов. Высокая сорбционная способность глауконита позволяет накапливать множество микровключений. Обстановка глауконитообразования, вероятно, служила своеобразным локальным сорбционным барьером на период седиментации осадков. Микровключения представляет собой широкий спектр разнородных вкраплений, что говорит о высокой насыщенности минерального субстрата, поступающего в бассейн, цветными, редкими и благородными металлами. Полученные данные позволяют судить о глауконитах Бакчарского месторождения, как о потенциальном нетрадиционном источнике металлов.

Литература

1. Левченко Е.Н., Тигунов Л.П. Глауконит России: состояние, перспективы освоения и развития минерально-сырьевой базы // ВИМС, 2011. С. 65.
2. Николаева И.В. Минералы группы глауконита и эволюция их химического состава // Проблем общей и региональной геологии, 1971. С. 320–336.
3. Rudmin M., Mazurov A. and Ruban A. Facies and Sedimentation Model of Iron-ore Sequence in Bakchar Deposit IOP Conf. Ser.: Earth Environ // Sci.: Scientific and Technical Challenges in the Well Drilling Progress 24 012028. 2015a.
4. Rudmin M., Reva I., Gunko A., Mazurov A., and Abramova R. Structural-chemical features and morphology of glauconites in sedimentary iron ore of Bakchar prospect (Western Siberia). J. IOP Conf. Ser.: Earth Environ // Sci. 27 012026.2015b.
5. Zhmodik S.M., Kalinin Yu.A., Roslyakov N.A., Mironov A.G., Mikhlin Yu.L., Belyanin D.K., Nemirovskaya N.A., Spiridonov A.M., Nesterenko G.V., Airiyants E.V., Moroz T.N., Bul'bak T.A. Nanoparticles of noble metals in the supergene zone. Geology of Ore Deposits. Vol. 54 // Issue 2, 2012. P. 141–154.

ОБОГАЩЕНИЕ ЗОЛОТА РОССЫПИ Р. БАЙ-СЮТ (ТУВА) НА КАНАДСКОМ ЛОТКЕ И ВИНТОВОМ ШЛЮЗЕ

Р.И. Старков, А.В. Павлов

*Пермский государственный национальный исследовательский
университет, студенты 3 курса, thepom1k14@yandex.ru*

Научные руководители: д.г.-м.н., профессор Б.С. Лунев и
д.г.-м.н., профессор В.А. Наумов

Аннотация: представлено сравнение показателей обогащения материала на канадском лотке и винтовом шлюзе. Показано, что при определении содержания золота в одной точке опробования разными способами и разными людьми получаются разные значения. При средней крупности частиц золота на россыпи Бай-Сют 0,45 мм содержание золота, определенное по данным лоткового опробования, занижено на 8,5%.

Ключевые слова: мелкое золото, обогащение, канадский лоток, винтовой шлюз, р. Бай-Сют.

CONCENTRATION GOLD PLACERS R. BAI SIUT (TYVA) ON THE CANADIAN CHUTES AND SPIRAL SEPARATOR

R.I. Starkov, A.V. Pavlov

Perm State University, 3^d year Students, thepom1k14@yandex.ru

Research Supervisor: Doctors of Geology and Mineralogy, Professors
B.S. Lunev & V.A. Naumov

Abstract: *a comparison of indicators of enrichment material on the tray and spiral separator. It is shown that in the determination of gold content in one sampling point in different ways by different people, and different values are obtained. With an average particle size of gold placers in the Bai-Siut 0,45 mm gold content, determined according to the trough sampling underestimated by 8,5%.*

Key words: *small gold, concentration, Canadian tray spiral separator, Bai Siut River.*

Авторы в составе студенческого полевого отряда (СПО) в 2015 г. провели опробование золотоносной аллювиальной россыпи р. Бай-Сют, которая находится юге Алтае-Саянской складчатой области в республике Тыва. Исследованный нами участок россыпи р. Бай-Сют представляет собой отработанную центральную часть долины россыпи, в днище которой расположены намывные техногенные отвалы и недоработанные борта целиковой части россыпи. Аллювий первой надпойменной террасы (недоработанная часть) залегает на цоколе, представленном выветренными породами среднего и кислого состава.

В основании аллювия выделяется валунно-галечниковый горизонт слабоглинистых «песков» мощностью до 0,7 м, перекрытый гравийно-галечным материалом мощностью до 0,7 м. Выше залегают средние и крупнозернистые пески мощностью до 2 м [4]. Полевое обогащение 22 проб общим объемом 119 л осуществляли на канадском лотке (КЛ) и пробу объемом 40 л на винтовом шлюзе (ВШ-250). Концентрат обогащения подвергался сушке, магнитной и электромагнитной сепарациям, разделению на размерные фракции и доводке в тяжелой жидкости (бромформе). Золото было выделено под бинокуляром, взвешено и описано по современной методике Пермского университета [2,3].

По данным обогащения на КЛ, среднее содержание золота по классам составило (мм): $> 0,5 - 691 \text{ мг/м}^3$, $0,5-0,25 - 1010 \text{ мг/м}^3$, $0,25-0,1 - 67 \text{ мг/м}^3$, $< 0,1 - 4 \text{ мг/м}^3$, среднее по 22 пробам – 1638 мг/м^3 . Колебания содержания золота по данным опробования на КЛ составляют от 248 до 3966 мг/м^3 [1] или более чем в 16 раз. Распределение содержания золота по данным, полученным на ВШ-250 составило (мм): $> 0,5 - 112 \text{ мг/м}^3$, $0,5-0,25 - 1198 \text{ мг/м}^3$, $0,25-0,1 - 531 \text{ мг/м}^3$, $< 0,1 - 89 \text{ мг/м}^3$, среднее составило – 1930 мг/м^3 (табл.1).

Разные значения золотоносности, определенные по КЛ и ВШ-250, связаны как с закономерностями распределения золота в толще осадков, непредставительным объемом частных проб, так и с качеством промывки материала.

Таблица 1

Содержание и распределение золота по фракциям, полученное по данным опробования на ВШ-250 и канадском лотке

Класс содержания, мг/м ³	Проб/ %	Фракции, мм, %				Вес, мг	Содержание, мг/м ³
		+0,5	0,5-0,25	0,25-0,1	- 0,1		
Винтовой шлюз-250	40	5,8	62,1	27,5	4,6	77,2	1930
КЛ, максимум	5	55,7	43,6	0,6	0,1	19,8	3966
КЛ, минимум	5	0	100	0	0	1,2	248
Среднее по КЛ (22 пр.)	119	39,0	57,0	3,8	0,2	194,9	1638

По полученным данным можно косвенно оценить изменение двух последних факторов при обогащении материала на КЛ. Систематизация данных опробования по классам содержания в таблице 2 показывает значительную дисперсию содержания золота и существенные отклонения от среднего значения.

Таблица 2

Распределение содержания золота в пробах объемом 5 л, по данным полученным на канадском лотке

Класс содержания, мг/м³	Проб/%	Фракции, мм, %				Вес, мг	Содержание, мг/м³
		+0,5	0,5- 0,25	0,25- 0,1	-0,1		
Канадский лоток							
0-1000	8/36	11,7	81,9	6	0,4	18,9	377,4
1000-2000	2/9	0	91,2	8,8	0	15,6	1557
2000-3000	9/41	70,1	28,7	1,2	0	105,5	2398
> 3000	3/14	59,9	38,2	1,8	0,1	55	3664
Среднее	22	39,0	57,0	3,8	0,2	194,9	1638

Качество промывки материала на ВШ-250 в меньшей степени зависит от квалификации промывальщика и позволяет существенным образом сократить потери металла. По данным опробования для золота россыпи р. Бай-Сют средняя крупность металла 0,45 мм, и интегральное содержание золота на канадском лотке занижено на 8,5% по сравнению с ВШ-250.

Литература

1. Васильева Ю.Ю., Кузнецова Е.А., Павлов А.В., Пирожкова Н.С., Ратушная А.В., Старков Р.И., Хусаинова А.Ш. Морфология золота россыпи р. Бай-Сют // Проблемы минералогии, петрографии и минерагении. Научные чтения памяти П.Н. Чирвинского. Пермь, 2015. С. 2-4.

2. Лунев Б.С., Осовецкий Б.М. Методика поэтапного изучения мелкого золота // Колыма. Магадан, 1979. №11. С. 36-37.
3. Наумов В.А. Минерагения и перспективы комплексного освоения золотоносного аллювия Урала и Приуралья. Монография // М-во образования и науки Российской Федерации, Федеральное гос. бюджетное образовательное учреждение высш. проф. образования «Пермский гос. нац. исслед. ун-т», Естественнонаучный ин-т Пермского гос. нац. исслед. ун-та. Пермь, 2011. 162 с.
4. Хусаинова А.Ш. Морфология золота в системе коренной источник – россыпь – техногенные образования // Геология, геоэкология и ресурсный потенциал Урала и сопредельных территорий. Уфа: ИГ УНЦ РАН, 2015. С. 1-2.

ОСОБЕННОСТИ УСЛОВИЙ НАКОПЛЕНИЯ ОСАДОЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ В ПРЕДЕЛАХ СЕВЕРО- ВОСТОЧНОГО ФЛАНГА ПЕТРОВСКО-СЕЛЬСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПЕСЧАНИКОВ И ИЗВЕСТНЯКОВ (СТАВРОПОЛЬСКИЙ КРАЙ)

А.Ф. Стороженко

**Южно-Российский государственный политехнический
университет (НПИ) им. М.И. Платова,
студент 4 курса, andrew-01081994@mail.ru**

Научный руководитель: к.г.-м.н., доцент А.А. Бутенков

Аннотация: в данной работе рассматриваются особенности состава геологического разреза Петровско-Сельского месторождения песчаников и известняков (Петровский район Ставропольского края), сделаны выводы о некоторых особенностях условий формирования осадочной толщи данного объекта.

Ключевые слова: песчаник, известняк-ракушечник, тонкозернистые пески.

FEATURES OF ACCUMULATION SEDIMENTARY DEPOSITS WITHIN THE NORTH-EASTERN FLANK OF THE PETROVSKY-AGRICULTURE FIELD SANDSTONES AND LIMESTONES (STAVROPOL TERRITORY)

A.F. Storozhenko

**South-Russian State Polytechnic University (NPI),
4th year Student, andrew-01081994@mail.ru**

Research Supervisor: Candidate of Geology and Mineralogy,
Reader A.A. Butenkov

Abstract: *this paper discusses the features of the composition of the geological section Petrovsky-Agricultural field sandstones and limestones (Petrovsky district, Stavropol Territory), conclusions about some aspects of conditions of formation of sedimentary strata of the object.*

Key words: *sandstone, limestone-shell rock, fine-grained sands.*

Полезная толща месторождения представлена пачкой, в которой преобладают литифицированные породы (песчаники известковистые, известняки-ракушечники, детритовые известняки), чередующиеся с подчинёнными прослоями тонкозернистых песков. Ниже залегают тонкозернистые пески, аналогичные по составу и текстуре залегающим в прослоях. В полезной толще количественно преобладают известковистые песчаники – породы, состоящие в основном из зерен кварца размерами 0,1-0,6 мм, сцементированных микрокристаллическим кальцитом. Источником кальцита, скорее всего, является биогенная часть известняков-ракушечников. Содержание кальцита по данным химических анализов и петрографических исследований в песчаниках меньше 40% [2].

Породы вскрыши представлены четвертичными образованиями – суглинками, перекрытыми почвенным слоем. Почвенно-растительный слой обладает средней мощностью 0,5 м, он состоит из чернозема с остатками корней растений, с нижележащими суглинками отмечается постепенный контакт. В северо-восточной части разведанного участка скважинами №№ 7, 8 и 10 в основании четвертичных отложений вскрыты тонкозернистые верхнесарматские пески, также отнесённые к породам вскрыши. Их мощность достигает 1,5 м, они залегают на нижележащих известняках [2].

Для анализа особенностей условий накопления осадочных отложений в пределах северо-восточного фланга Петровско-Сельского месторождения нами была построена серия карт – это карты рельефа поверхности, структурные карты подошв и поверхностей вскрышной и полезной толщ, а также карты изопахит этих толщ. Карты были построены в программе ArcMap методом ОВР (обратно-взвешенных расстояний) [3].

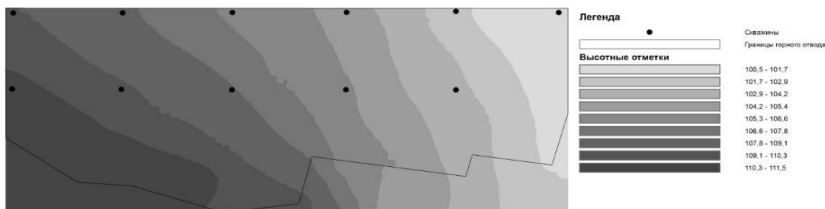


Рис. 1. Карта рельефа территории Петровско-Сельского месторождения

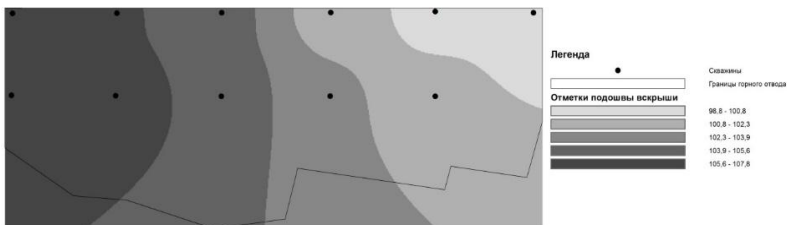


Рис. 2. Структурная карта подошвы вскрышной толщи Петровско-Сельского месторождения

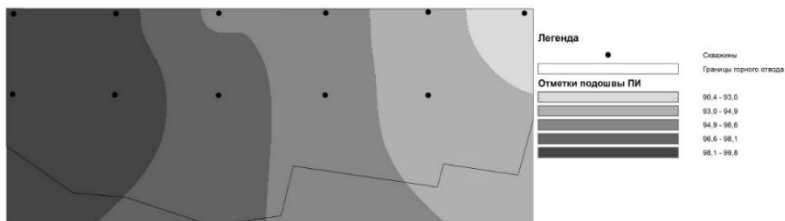


Рис. 3. Структурная карта подошвы полезной толщи Петровско-Сельского месторождения

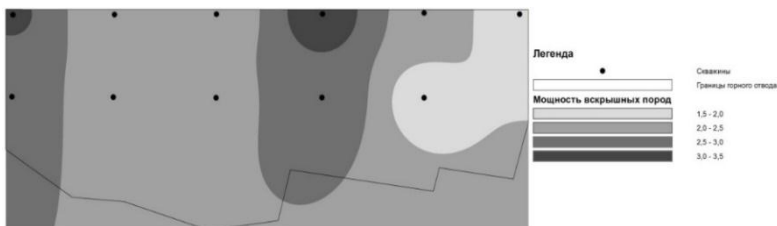


Рис. 4. Карта изопакит вскрышных пород Петровско-Сельского месторождения

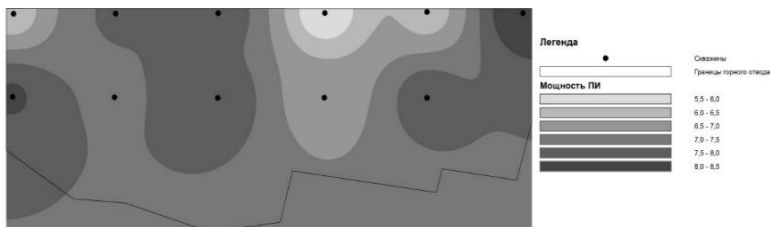


Рис. 5. Карта изопакит полезного ископаемого Петровско-Сельского месторождения

Проанализировав построенные карты, а также характер геологического разреза полезной и вскрышной толщ, мы пришли к определённым выводам. Горные породы полезной толщи можно отнести к генетическому типу, образовавшемуся в шельфовых условиях переменной глубинности. Морское происхождение исследуемых отложений подтверждается наличием ископаемых остатков верхнесарматского возраста, где руководящими ископаемыми являются *Mastra caspia Eichw*, которая характерна как для известняков, так и для песков [1].

Исходя из вещественного анализа пород, слагающих полезную толщу месторождения, можно прийти к выводу, что в начале верхесарматского времени на данной территории господствовало относительное мелководье, что выразилось в накоплении мелкозернистых песков. В дальнейшем, в условиях морской трансгрессии накапливались остатки морских организмов, которые впоследствии в ходе диагенеза преобразовались в известняки-ракушечники. В ходе диагенеза часть карбонатного материала известковой толщи переходила в растворенное состояние, проникала в подстилающие пески, что впоследствии привело к их превращению в песчаники на карбонатном цементе. Наличие песчаных прослоев среди известняков говорит о кратковременных отступлениях моря, нарушающих общий ход трансгрессии.

Изменчивость мощностей толщ полезного ископаемого и вскрышных пород имеет характер волн – наблюдается чередование нарастаний и снижений их мощностей в субширотном направлении. При этом отмечается чёткая противофазность значений этих параметров: нарастание мощности вскрышных пород сопровождается снижением значений мощности полезной толщи. Это можно объяснить только неравномерностью денудации отложений верхнего сармата – этот размыв осуществлялся по промоинам, ориентированным в субмеридиональном направлении. Эти промоины разделены гребнями, в некоторых из которых сохранились морские пески верхов разреза раннего неогена, отсутствующие в промоинах.

Литература

1. Бодылевский В.И. Малый атлас руководящих ископаемых / М.: «Недра», 1962. 263 с.
2. Дубинский А.Я., Андрущук В.Л., Хаин В.Е. Геология СССР. Том IX. Северный Кавказ. Часть 1. Геологическое описание. М.: «Недра», 1968. 760 с.
3. Замараев В.В. ArcMap – руководство пользователя.

ВЕЩЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ УГЛЕРОДСОДЕРЖАЩИХ ЧЕРНЫХ СЛАНЦЕВ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЗАПОЛЯРНОЕ (КОЛЬСКИЙ ПОЛУОСТРОВ)

Д.В. Таймасов

*Уральский государственный горный университет,
аспирант 2 года обучения, tdv126@rambler.ru*

Научный руководитель: д.г.-м.н., профессор В.А. Душин

***Аннотация:** изучен вещественный состав черных сланцев месторождения Заполярное. Сделаны выводы о перспективности дальнейшего изучения углеродсодержащих черных сланцев как перспективного нетрадиционного источника благородных металлов.*

***Ключевые слова:** месторождение Заполярное, углеродсодержащие черные сланцы.*

THE MATERIAL COMPOSITION OF THE CARBONACEOUS BLACK SHALE DEPOSIT ZAPOLYARNOE (KOLA PENINSULA)

D.V. Taymasov

***Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
«Ural State University of Mining»,
2nd year Post-graduate Student, tdv126@rambler.ru***

Research Supervisor: Doctor of Geology and Mineralogy,
Professor V.A. Dushin

***Abstract:** material composition was studied black shale deposits Zapolyarnoe. The conclusions about the prospects of further study of carbonaceous black shales as a promising non-traditional sources of precious metals.*

***Key words:** Zapolyarnoe field, carbonaceous black shales.*

В административном отношении район месторождения Заполярное входит в состав Печенгского района Мурманской области Российской Федерации. Он расположен на северо-западе Кольского полуострова близ государственной границы с Норвегией.

В геологическом строении района участвуют три крупных разновозрастных структурно-стратиграфических комплекса докембрийских образований: раннеархейский, позднеархейский и раннепротерозойский [1].

Печенгский структурный блок является частью Полмак-Пасвик-Печенгско-Варзугского пояса карелид Балтийского щита. Пояс

протягивается с СЗ на ЮВ через всю Кольскую субпровинцию Лапландско-Кольско-Карельской провинции (восточная часть Балтийского щита) [4].

Промышленные месторождения группируются в ждановской свите в пределах Печенгского рудного поля, образуя два рудных узла – Западный и Восточный. Западный рудный узел включает месторождения: Каула, Промежуточное, Котсельваара-Каммикиви, Семилетка. Восточный рудный узел включает месторождения Ждановское, Заполярное, Спутник, Тундровое, Быстринское и Верхнее.

Месторождение Заполярное расположено в центральной части Восточного рудного узла, в низах «продуктивной» ждановской свиты, на контакте туфогенно-осадочных пород с долеритами третьего эффузивного покрова. Оно приурочено к протяженной межпластовой тектонической зоне. В состав месторождения входит одно крупное Северное рудное тело (95% запасов) и серия мелких линз-сателлитов [2].

Северное рудное тело (СРТ) прослежено по простирацию на расстоянии 1000-1500 м, по падению – до отметки – 1000 м. Элементы залегания рудного тела: азимут простираания 130-150° ЮВ, падение – на юго-запад под углами 40-65°. Склонение на юго-восток под углом около 20° к линии падения.

Общая пластовая форма залежи СРТ осложнена чередованием раздувов и пережимов мощности и разделяется по простирацию безрудным пережимом (окном) шириной до 200 м на две части: западную (западный фланг) и восточную (восточный фланг), различающиеся по своим морфологическим параметрам.

В пределах месторождения сульфидных медно-никелевых руд «Заполярное» выделяются следующие промышленные типы руд:

1. Богатые вкрапленные руды, представляющие вкрапленное оруденение в перидотитах, содержащих также сульфидные прожилки различной протяженности и мощностью от нескольких мм до первых см.
2. Брекчиевидные руды, образованные обломочным материалом высокой степенью измененных осадочно-метаморфических и магматических пород, сцементированных сульфидным и сульфидно-карбонатно-силикатным материалом.
3. Бедные вкрапленные руды – существенно прожилково - вкрапленная минерализация в эндоконтакте рудного тела.

4. Сплошные руды – массивные выделения сульфидов, содержащие весьма незначительные по количеству выделения нерудных материалов.

Особый интерес представляют прожилково-вкрапленные руды в филлитах (черных сланцах), т.к. углеродсодержащие (черносланцевые) формации являются потенциальным источником U, Re, Au, Ni, Mo, Ag, Sb, Bi, P, V, Pt, Pd, Ir и других элементов [3]. Были отобраны 3 пробы черных сланцев и направлены на определение содержаний углерода (C), в результате чего были получены следующие результаты (табл.1).

Таблица 1

Результаты анализов проб

№ п/п	№ пробы	Содержание углерода, С	Зольность, А	Влага W ^a
1	6870	5,21	90,22	0,04
2	6871	0,65	95,7	0,04
3	6872	1,42	93,83	0,05

Прожилково-вкрапленные руды в филлитах имеют широкое распространение и развиты в периферических частях рудного тела. Сульфиды встречаются в виде самостоятельных прожилков.

Преобладает халькопиритовая минерализация, в которой в небольших количествах бывают развиты также пирротин и пентландит.

Халькопирит представлен в виде прожилков. Зерна неправильной формы, размером до 0,08 мм. Наблюдается скелетная структура роста кристаллов. Также халькопирит присутствует в виде ксеноморфных зерен в прожилках пирротина.

Пирротин наблюдается в виде неравномерно распределенных прожилков в сростании с халькопиритом, а также в виде просечек.

Пентландит присутствует в незначительном количестве, что приводит к низкому содержанию Ni в данных рудах. Зерна неправильной, иногда округлой вытянутой формы. Распределены крайне неравномерно. Наблюдаются вросстки ксеноморфных зерен халькопирита и более идиоморфных зерен пентландита в пирротине.

Из второстепенных рудных минералов в прожилках сравнительно часто наблюдается сфалерит, реже сульфоарсениды, галенит и макинавит, иногда серебросодержащий пентландит. В пирротиновом прожилке в ассоциации с халькопиритом и сфалеритом был обнаружен теллурид свинца – алтаит.

Также в филлитах присутствует золото (табл.2).

Таблица 2

Содержание Au в филлитах		
№ п/п	№ пробы	Au, г/т
1	6870	0,4
2	6871	0,6
3	6872	0,2

Подводя итог данной работе, можно сказать, что прожилково-вкрапленные руды в филлитах (черных сланцах) являются недооцененным типом руд из-за низкого, а зачастую и забортowego содержания в них условного Ni – менее 0,5%. По моему мнению, значение данного типа руд и в целом черных сланцев на данном месторождении следует переоценить в связи с наличием попутных полезных компонентов, таких, как золото, а, возможно, и металлов платиновой группы, что было доказано на других месторождениях с присутствием черных сланцев ведущими учеными, занимающимися данной проблемой [3].

Литература

1. Беляев О.А., Петров В.П. О проблемах стратиграфии и корреляции докембрия Кольского региона: некоторые выводы по результатам составления карты метаморфических фаций Балтийского щита масштаба 1:2 500 000.
2. Горбунов Г.И. Структуры медно-никелевых рудных полей и месторождений Кольского полуострова. Ленинград: Изд. «Наука», 1978.
3. Додин Д.А., Золоев К.К., Коротеев В.А., Чернышов Н.М. Углеродсодержащие формации – новый крупный источник платиновых металлов XXI века. Москва: Изд. ООО «Геоинформмарк», 2007. 130 с.
4. Пожиленко В.И., Гавриленко Б.В., Жиров Д.В., Жабин С.В. Геология рудных районов Мурманской области. Апатиты. Изд. КНЦ РАН, 2002. 359 с.

МЕТОДИКА АЭРОКОСМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРИ ПРОГНОЗИРОВАНИИ И ПОИСКАХ ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

М.В. Фефелов

***Пермский государственный национальный исследовательский
университет, магистрант 1 года обучения, maximfefelov@gmail.com***

Научный руководитель: д.г.-м.н., доцент И.С. Копылов

Аннотация: в статье описана методика, которую можно применять в аэрокосмических исследованиях при поисках золоторудных месторождений. Даны основные элементы методики. По данной методике автором

исследовались территории Енисейского кряжа и Бодайбинского района, по результатам которых выделены перспективные зоны. Выделенные зоны территориально совпадают с существующими промышленными месторождениями золота, на основе чего сделан вывод о достаточной достоверности выбранных методов.

Ключевые слова: *аэрокосмические методы, дешифрирование, линеаментный анализ, золото.*

TECHNIQUE OF AEROSPACE RESEARCHES DURING THE FORECASTING AND SEARCHES OF GOLD ORE DEPOSITS

M.V. Fefelov

Perm State University,

1st year Master's Degree Student, maximfefelov@gmail.com

Research Supervisor: Doctor of Geology and Mineralogy, Reader

I.S. Kopylov

Abstract: *in article the technique which can be applied in space researches by searches of gold fields is described. The basis of a technique is constituted by a structural interpretation. By this technique the author researched the territories of Yenisey Ridge and Bodaybo district. By results of researches perspective zones are allocated. The allocated zones territorially match the existing commercial deposits of gold on the basis of what the conclusion is drawn on sufficient reliability of the chosen methods.*

Key words: *aerospace methods, structural interpretation, lineamental analysis, gold.*

В геологии постепенно возрастает роль дистанционных методов зондирования Земли (ДЗЗ). Важным фактором этих методов является то, что на ДЗЗ затрачиваются сравнительно небольшие средства.

Ранее автором были исследованы территории Енисейского кряжа и Бодайбинского района для выявления зон, перспективных на поиски золоторудных месторождений. В основе исследований лежит структурное дешифрирование. Как известно, месторождения рудного золота, как правило, приурочены к объектам, локализованным в областях тектонических нарушений и гидротермальных изменений. На аэрокосмических снимках такие области хорошо дешифрируются в виде линеаментов, реже в виде кольцевых и вихревых структур [1,2]. Линеаменты – линейные элементы рельефа, имеющие прямую или косвенную связь с разрывными нарушениями и зонами повышенной проницаемости в ЗК. Индикаторами линеаментов служат линейно вытянутые водоразделы, спрямленные участки русел рек, границ

ландшафтных структур и пр. Кольцевые и вихревые структуры также указывают на наличие зоны высокой проницаемости [3,5,6].

В ходе работ выделялось три типа зон:

- 1) зоны, в которых происходит наибольшее пересечение линеаментов друг с другом (узлы);
- 2) зоны, в которых линеаменты осложнены кольцевыми структурами;
- 3) зоны, в которых тектонические условия такие же, как на существующих месторождениях исследуемой территории (принцип аналогии внутри района).

Для исследования территорий с помощью программного обеспечения «SAS. Планета» были взяты космоснимки (сервисы Google Карты и Here.com) и цифровые модели рельефа (ЦМР) в растровом виде (сервисы Google Карты и Maps-for-free). Дешифрирование одной и той же территории по разным материалам даёт возможность более точно выделить линеаменты. Например, на космоснимках удобно выделять линеаменты по зонам лучшего развития или угнетения растительности. Некоторые линеаменты, наоборот, из-за растительности, облачности и др. факторов легче дешифрируются по ЦМР.

Для повышения точности выделения линеаментов аэрокосмоматериалы, обычно, подвергаются предварительной обработке – корректируются показатели яркости, контраста, гистограммы и прочие. В данной работе предварительной обработке были подвергнуты ЦМР. Изображения были преобразованы из цветных в полутоновые и обработаны методом контрастно-ограниченного адаптивного выравнивания гистограммы с помощью функции `adapthisteq` программного обеспечения MATLAB R2012b. Этот метод повышения контрастности изображений базируется на анализе и эквализации гистограмм локальных окрестностей изображения. Контраст каждой части изображения повышается, что связано с изменением формы гистограммы. В результате обработки повышается количество выделяемых линеаментов без потери целостности и протяжённости [7].

Далее все изображения были представлены в виде слоёв одной карты в программном обеспечении ArcGIS ArcMap. Таким образом, при дешифрировании можно попеременно включать эти слои, выделяя линеаменты на разных материалах ДЗЗ. Дешифрирование проводилось в нескольких масштабах в соответствии со сложившимися стадиями АКГИ (обзорные, региональные, зональные, детальные) [4]. Зональная и детальная стадии не проводились в виду отсутствия космоснимков высокого пространственного разрешения.

Методика исследований включает в себя как количественный анализ, так и качественный.

Для количественного анализа было выполнено построение поля плотности линеаментов. Задача выполнялась в программном обеспечении ArcGIS ArcMap через модуль Spatial Analyst tools, инструмент Плотность линий (Line Density). Он вычисляет плотность линейных объектов в окрестности каждой ячейки выходного растра. Плотность вычисляется в единицах длины на единицу площади. В результате было построено поле плотности линеаментов. Количество классов значений плотности выбрано по умолчанию – 9. Далее были выделены максимумы путём исключения классов значений плотности 1-5. Максимумы поля наложены на космоснимок

Качественный анализ был проведён на основе космоснимков с дешифрованными вихревыми структурами. Визуально были выделены зоны, в которых происходит наибольшее «завихрение» структур и/или пересечение этих структур друг с другом.

Также были проанализированы ранее выявленные факторы и условия золотоносности исследуемых территорий, сопоставлены со схемами геологического строения, на основе чего выделены перспективные зоны.

Отдельные типы выделенных зон сами по себе не гарантируют высокую перспективность территории, их следует рассматривать в комплексе друг с другом. Поэтому окончательный результат работы заключался в сведении этих зон и исключении тех участков, где не происходит их пересечение. В результате получается интегральная карта зон, перспективных на поиски золоторудных месторождений. Зонам присваивается ранг рекомендуемой очередности изучения при поисках месторождений.

В некоторых выделенных перспективных зонах располагаются все ныне существующие промышленные месторождения золота. Поэтому, по результатам проведенных исследований, как по территории Енисейского края, так и по территории Бодайбинского района можно сделать вывод, о том, что аэрокосмические методы позволяют достаточно достоверно определить участки, перспективные на поиски золота.

Литература

1. Ануфриев А.М. Аэрокосмометоды в геологии. Казань, 2007. 82 с.
2. Брюханов В.Н., Буш В.А. Кольцевые структуры континентов Земли. М.: Недра, 1987. 184 с.
3. Кац Я.Г., Тевелев А.В. Основы космической геологии. М.: Недра, 1993. 235 с.

4. Копылов И.С. Научно-методические основы геоэкологических исследований нефтегазоносных регионов и оценки геологической безопасности городов и объектов с применением дистанционных методов // Автореферат дис. ... доктора геолого-минералогических наук. Пермь, 2014. 48 с.
5. Корчуганова Н.И., Корсаков А.К. Дистанционные методы геологического картирования. М.: КДУ, 2009. 288 с.
6. Корчуганова Н.И., Костенко Н.П., Межеловский И.Н. Неотектонические методы поисков полезных ископаемых. СПб.: ВСЕГЕИ, 2001. 212 с.
7. Путилова Л.Ю., Никулин С.Л. Оценка эффективности методов предварительной обработки космических снимков в задачах линейного анализа. Материалы конференции «Геоинформационные системы и компьютерные технологии эколого-экономического мониторинга». ГВУЗ Национальный горный университет, Днепропетровск, 2014.

ТИПОМОРФИЗМ ЗОЛОТА ИЗ ТЕХНОГЕННО-МИНЕРАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ РОССЫПЕЙ КРАСНОТУРЫНСКОГО РАЙОНА (СЕВЕРНЫЙ УРАЛ)

А.Ш. Хусаинова

Пермский государственный национальный исследовательский университет, студент 4 курса, Alfya061094@gmail.com

Научный руководитель: д.г.-м.н., профессор В.А. Наумов

Аннотация: проведен анализ техногенного золота из отвалов р. Тура Чернореченской россыпи. Показана качественная и количественная характеристика морфологии частиц золота. Проанализированы золотоносные фазы и выделены их техногенные преобразования: наросты на частицах золота в виде, пленок, примазок, корочек и разнообразных псевдоморфоз.

Ключевые слова: техногенно-минеральные образования, техногенное золото, Северный Урал.

TYPOMORPHISM GOLD FROM TECHNOGENIC MINERAL PLACER KRASNOTURINSK DISTRICT (NORTHERN URALS)

A.S. Husainova

Perm State University, 4th year Student, Alfya061094@gmail.com

Research Supervisor: Doctor of Geology and Mineralogy, Reader
V.A. Naumov

Abstract: the analysis of technogenic gold from the dumps river Tour Chernorechenskaya placers. It is shown that the qualitative and quantitative characterization of the morphology of the gold particles. Gold-bearing phases are analyzed and highlighted in their technological transformation: the build-up to the gold particles in the form of films, gouges, crusts and variety of pseudomorphs.

Key words: technological formations, technogenic gold, Northern Urals.

Перспективы дальнейшего развития золотодобычи на Урале во многом связаны с промышленной оценкой техногенно-минеральных образований (ТМО). Поэтому процессы техногенеза и техногеогенеза оказались предметом пристального изучения в области геологии, геохимии, минералогии.

Породный и минеральный состав месторождения определяет состав осадков и геохимических и геологических процессы, протекающих в техногенно-минеральных образованиях (ТМО). Основные механизмы разрушения, переноса и осаждения золота в ТМО отвечают геологическим процессам механической, физико-химической и биохимической дифференциации и интеграции. Золото, поступающее в ТМО, ведет себя как остальной материал осадков: «приспосабливается» к новым условиям среды в техногенных условиях. Порядок и механизмы изменения минеральных фаз золота практически не отличаются от таковых в природных условиях [1].

Поэтому следует разделять золото, поступившее в ТМО, – **техногенное золото**, и золото, образовавшееся (осажденное) в ТМО, – **техногеогенное золото**. Ряд частиц, претерпевшие техногенные преобразования, несут в себе информацию о первичном строении и трансформации в процессе формирования россыпи (первичная часть) и техногенных новообразованиях (техногенная часть).

Полевые исследования отвалов Краснотурьинского района проводили в 1992-93 гг. сотрудники лаборатории осадочных полезных ископаемых (ЛОПИ) ПГНИУ. Пробы отбирали из ТМО, которые образовались в результате работы гидравлик и драг. Обогащение осуществлялось с помощью установки МЦМ (мелкие ценные минералы) на винтовых шлюзах и сепараторах. В лаборатории из проб выделяли магнитную и электромагнитную фракции. Немагнитную часть концентрата обогащали в тяжелой жидкости (бромформ).

Концентраты изучали на современном оптическом оборудовании: стереоскопе Nikon SMZ1500 и бинокулярном микроскопе Nikon TN-PSE30, что позволило выделить частицы золота различного состава и формы, в том числе в виде пленок, примазок, а также закрытое корочками, пленками других минералов.

Основная масса металла, установленного в ТМО, сосредоточена во фракциях 0,5-0,08 мм. При обогащении на данном месторождении на наклонных шлюзах извлекают золото средних и крупных классов (70-80 %), потери составляют частицы мелкого и тонкого золота. В изученных пробах преобладают частицы золота в сростках с кварцем, магнетитом и другими минералами, а также частицы пластинчатой формы и пористой структуры [2].

Золото имеет ярко-желтый, золотисто-желтый цвет. Поверхность частиц – неровная, шероховатая, с ямками и дырками. Некоторые золотины покрыты пленками гидроксидов железа, марганца, имеют следы ртути, сростания с сульфидами. Края загнутые, рваные, реже относительно ровные, зазубренные [2].

В результате анализа золотосодержащих фаз [1]: частиц золота, пленок, примазок, корочек и разнообразных частиц, с помощью современного оптического оборудования были выделены техногенные образования: золото с пленками и наростами «нового» золота; агрегированные или слипшиеся частицы золота; золото с пленками гидроксидов железа и марганца; амальгамированные частицы с золотом разной формы; пленки золота и металлов на шариках и палочках; пружинки и псевдоморфозы по зубчикам от медных застёжек молний.

Для определения количественной характеристики формы частиц золота проведен их замер по трем направлениям (а – длина, b – ширина, с – толщина), определена масса золотин в каждой фракции (M_F). Рассчитаны средние значения коэффициенты уплощенности по Н.Б. Вассоевичу ($K_{упл}=4,63$), округленности по Рейли ($K_{окр}=0,83$), сферичности по Крамбейну ($K_{сф}=0,55$), изометричности по К.В. Кистерову ($K_F=0,19$) [2].

Химический состав золотин (рис.) определен микрозондовым анализом в секторе наноминералогии ПГНИУ профессором Б.М. Осовецким на ED-спектрометре INCA ENERGY 350 («Oxford Instruments») на установке JSM 6390LV фирмы JEOL.

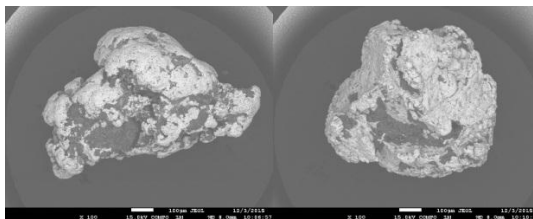


Рис. Золотины из ТМО Чернореченской россыпи: слева – зерно 1, справа – зерно 2 (фото Осовецкого Б.М.).

Секция 1. Месторождения полезных ископаемых.
Методы поисков и разведки месторождений полезных ископаемых

Для частиц золота характерно повышенное содержание элементов (табл.): Cu, Ag, Au, Hg, Pb. Пленки и налеты на поверхности золотин представлены элементами Al, Si, K, Fe. Отмечено уменьшение пробности частиц.

Таблица

Химический состав частиц техногенного золота из отвалов Чернореченской
россыпи Краснотурьинского района, мас. %

	1-2	1-2	1-3	1-4	2-1	2-2	2-3
Al	0.23	0.90	1.84	3.17	1.61	2.19	1.62
Si	-	1.43	2.27	11.48	-	13.62	1.88
K	-	-	-	0.68	-	-	-
Fe	0.00	14.35	22.85	4.72	0.00	2.61	1.20
Co	0.00	0.00	0.00	0.16	0.00	0.00	0.00
Ni	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.35	0.00
Cu	0.00	2.10	2.41	0.45	0.65	4.87	1.52
As	0.00	0.00	0.18	0.00	0.00	0.00	0.00
Se	0.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ag	7.48	0.93	2.14	2.29	9.62	3.00	3.57
Cd	-	0.00	0.00	-	0.72	-	-
Au	86.99	69.11	60.01	71.41	84.26	73.37	90.20
Hg	3.56	11.18	8.30	4.51	3.14	0.00	0.00
Pb	-	-	-	1.13	-	-	-

Примечания: зерно 1: 1-1 – матрица; 1-2 – 1-4 – точки анализа оболочки; зерно 2: 2-1 – матрица; 2-2 – 2-3 – точки анализа оболочки

Таким образом, в ТМО Краснотурьинского района представлено огромное многообразие проявлений и форм нахождения золота. Наличие вторичных техногенных золотоносных фаз свидетельствует о протекании в них процессов укрупнения золота в условиях ТМО. Изучение техногенной части золота и процессов его разложения, миграции, осаждения и концентрации могут позволить найти пути осознанного управления процессом укрупнения золота в ТМО.

Литература

1. Наумов В.А. Минерогения, техногенез и перспективы комплексного освоения золотоносного аллювия // Автореф. дис. ... доктора геол.-мин. наук. Пермь: ПГУ, 2010. С. 42.
2. Хусаинова А.Ш., Кузнецова Е.А., Павлов А.В. Морфология техногенного золота Чернореченской россыпи // II межд. научно-практ. конф-ция Техн-ая платформа «Тв. полезные ископаемые». ИГД УРО РАН. Екб., 2015.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ СЕЙСМОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ НА ИВАНОВСКОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ ПО ДАННЫМ БУРЕНИЯ СКВАЖИН

Л.Ш. Шарифуллина, Р.И. Низамиев
Казанский федеральный университет,
студенты 4 курса, lyaisan.94@mail.ru, ni.ru@list.ru
Научный руководитель: старший преподаватель Р.Ф. Вафин

Аннотация: выполнен анализ эффективности проведения сейсморазведочных работ в сопоставлении с данными бурения скважин по верхнетурнейским отложениям нижнего карбона Ивановского месторождения.

Ключевые слова: нефтяное месторождение, поднятие, сейсморазведочные работы, поисково-разведочное бурение.

THE EFFECTIVENESS OF SEISMIC SURVEYS ON THE IVANOV OIL FIELD ACCORDING TO DRILLING WELLS

L.S. Sharifullina, R.I. Nizamiev
Kazan Federal University,
4th year Students, lyaisan.94@mail.ru, ni.ru@list.ru
Research Supervisor: Senior lector R.F. Vafin

Abstract: the analysis the efficiency of seismic surveys in comparison to drilling data on upper Tournaisian sediments of the Lower Carboniferous deposits of Ivanovo oilfield.

Key words: oilfield, lifted block, seismic surveys, exploratory drilling.

Ивановское нефтяное месторождение расположено на территории Республики Татарстан (РТ), которая располагает богатыми природными ресурсами (нефть, каменный уголь, мел и т.д.) и является старым нефтедобывающим районом, где основные перспективы нефтеносности связаны с мелкими месторождениями, приуроченными к небольшим, малоамплитудным локальным поднятиям.

В тектоническом отношении Ивановское месторождение приурочено к юго-восточному склону Южно-Татарского свода [1].

Изучение исследуемого района сейсморазведкой МОГТ началось в начале 80-х годов прошлого века. Сейсморазведочные работы на месторождении или в районе месторождения выполнялись неоднократно (1999 г., 2002 г., 2006 г., 2011 г.), в результате которых изучены и уточнены структурные планы по отражающим горизонтам (ОГ) «В», «У», «Д» и «А» [3].

Сейсморазведочными работами в 2002 году закартировано 19 локальных поднятий, из них 14 предшествующими геолого-геофизическими исследованиями и 5 вновь выявленных структур, в числе которых находится изучаемое поднятие под условным номером 10 [2].

В результате этих работ было закартировано и выявлено поднятие №10 (рис.), исходя из этого предложено включить поднятие в фонд подготовленных и рекомендовать к опоискованию бурением со вскрытием кристаллического фундамента.

Так, как на изучаемом поднятии №10 на 2002 год не пробурено ни одной скважины, примем его геологическое строение схожим с соседним месторождением – в геологическом строении принимают участие докембрийские, додевонские (бавлинские), девонские, каменноугольные, пермские и четвертичные отложения. Основными продуктивными объектами на соседнем месторождении являются карбонатные отложения верхнетурнейского подъяруса и терригенные пласты-коллекторы бобриковского горизонта нижнего карбона, терригенные отложения пашийского, ардатовского, воробьевского горизонтов верхнего и среднего девона, а также карбонатные отложения заволжского, данково-лебедянского горизонтов верхнего девона и алексинского горизонта нижнего карбона [1].

По результатам сейсморазведочных работ были построены структурные карты по основным отражающим горизонтам (ОГ). Основные черты тектонического строения поверхности кристаллического фундамента отображает структурная карта по поверхности кристаллического фундамента AR-PR (ОГ «А»), на которой закартировано изометричное поднятие, оконтуренное изогипсой минус 1650 м, размерами 2.25 x 2.33 км и амплитудой не более 10 м. Склоны поднятия контролируются тектоническими нарушениями.

Выделенные по поверхности кристаллического фундамента тектонические элементы в общих чертах прослеживаются и по вышезалегающим палеозойским отложениям.

Структурный план по подошве репера «аяксы» тиманского горизонта верхнего девона (D_3tim) (ОГ «Д») унаследовал общие черты строения поверхности кристаллического фундамента, представляет собой поднятие изометричной формы, оконтуренное изогипсой минус 1500 м, имеет линейные размеры 2.45 x 2.43 км и амплитуду не более 10 м.

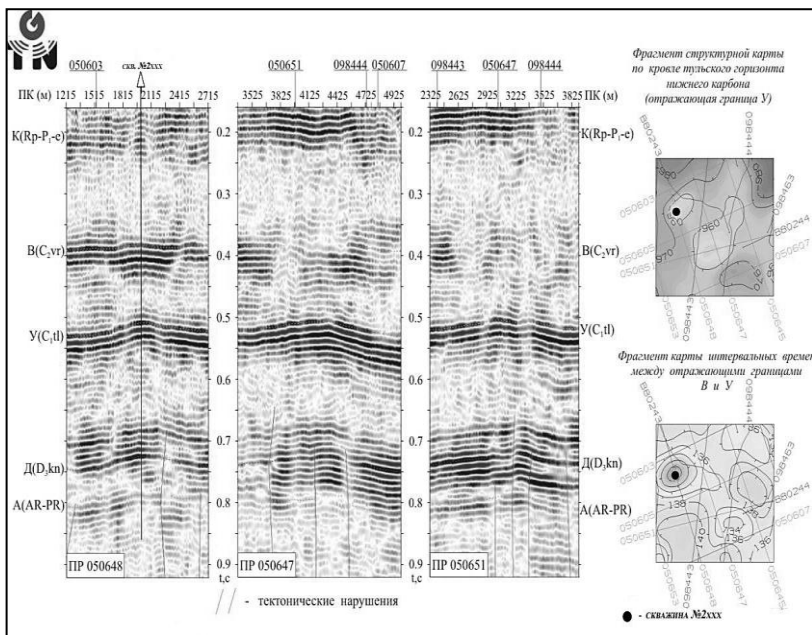


Рис. Отображение в волновом поле куполов поднятия №10 (по данным ТНГ-Групп и ТатНИПИнефть)

На структурной карте кровли турнейского яруса нижнего карбона (C_{1t}) закартировано брахиантеклинальное поднятие неправильной формы, оконтуренное изогипсой минус 990 м, линейные размеры которой 2.55 x 1.1 км. В пределах этой структуры выделяются два небольших купола, оконтуренные изогипсой минус 980 м. Амплитуда поднятия 15 м.

Структурный план по кровле бобриковского горизонта нижнего карбона сохранил основные черты структуры по кровле турнейского яруса. Закартированное брахиантеклинальное поднятие неправильной формы оконтуренно изогипсой минус 975 м, имеет линейные размеры 2.6 x 0.9 км и осложнено двумя куполами с изогипсами минус 970 м. Амплитуда поднятия 15 м.

На структурной карте кровли тульского горизонта нижнего карбона (C_{1tl}) (ОГ «У») так же закартировано брахиантеклинальное поднятие неправильной формы с линейными размерами 2.38 x 0.78 км, оконтуренное изогипсой минус 960 м, структура осложнена двумя обособленными куполами, имеющими линейные размеры 0.5 x 0.28 км (западный) и 0.7 x 0.55 км (восточный). Амплитуда поднятия 15 м.

Результаты бурения на поднятии показали, что скважиной № 2xxx кровля турнейского яруса нижнего карбона вскрыта на абсолютной отметке минус 995.3 м, что на 10.3 м ниже проектного значения. Нефтенасыщенная толщина по данным бурения составляет 10.2 м. Кровля бобриковского горизонта нижнего карбона вскрыта на абсолютной отметке минус 987.7 м, что на 17.7 м ниже проектного значения. Кровля тульского горизонта нижнего карбона вскрыта на абсолютной отметке минус 959 м, что на 9 м ниже проектного значения. Отложения терригенного девона по подошве репера «аяксы» вскрыты на абсолютно отметке минус 1505.5 м, что на 5.5 м ниже проектного значения.

С учетом результатов детализационных сейсморазведочных работ контуры нефтеносности на поднятии №10 изменили свои очертания: по данным бурения на структурной карте по кровле турнейского яруса контуры нефтеносности увеличились.

Анализ сейсморазведочных работ и результатов бурения дал более точное представление о поднятии. На структурной карте по кровле турнейского яруса нижнего карбона (C_{1t}) поднятие имеет вид брахиантиклинальной складки и осложнено двумя куполами. Поднятие опойсковано скважиной №2xxx, которой установлены нефтенасыщенные отложения бобриковского горизонта, верхнетурнейского подъяруса, терригенного девона.

Таким образом, анализ эффективности сейсморазведочных работ на поднятии №10 Ивановского месторождения по данным поисково-разведочного глубокого бурения показал, что данные сейсмических исследований подтвердились глубоким бурением скважины. Рекомендуемая поисково-оценочная скважина дала положительные результаты, получены промышленные притоки нефти.

Литература

1. Емельянова Г.Г. Дополнение к проекту разработки Ивановского месторождения // отчет «ТатНИПИнефть» ПАО «Татнефть». Бугульма, 2002. 142 с.
2. Хакимов А.А., Ярчевская Е.П., Овчинникова Т.А. Поисково-детализационные сейсморазведочные работы МОГТ 2D на Татдымской площади // отчет ООО «ТНГ-Групп». Бугульма, 2002. 180 с.
3. Хисамов Р.С., Ганиев Г.Г., Ханнанов Р.Г. и др. Научно-практическое значение открытия и разработки Ивановского нефтяного месторождения // Георесурсы. Казань, Издательство Казанского университета, 2006. С. 8-10.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПОИСКОВ УРАНА В ВЕРХНЕКАМСКОМ РАЙОНЕ (УДМУРТСКАЯ РЕСПУБЛИКА, ПЕРМСКИЙ КРАЙ)

Д.И. Шкляев¹, Е.Н. Барсуков²

*Пермский государственный национальный исследовательский университет, ¹-студент 3 курса, dan.shklyaev@gmail.com,
²-студент 4 курса, idntknwmylgn@ya.ru*

Научный руководитель: д.г.-м.н., доцент И.С. Копылов

***Аннотация:** проведен геологический анализ урановорудного Верхнекамского района. Дана характеристика основных месторождений урана. Показаны некоторые перспективы его поисков.*

***Ключевые слова:** уран, месторождения, аномалии, Верхнекамский район.*

PROSPECTS FOR URANIUM EXPLORATION IN THE UPPER KAMA REGION (REPUBLIC OF UDMURTIA, PERM REGION)

D.I. Shklyaev ¹ E.N. Barsukov²

*Perm State University, ¹-3^d year Student, dan.shklyaev@gmail.com,
²-4th year Student, idntknwmylgn@ya.ru*

Research Supervisor: Doctor of Geology and Mineralogy, Reader
I.S. Kopylov

***Abstract:** geologic analysis of uranium ore Verkhnekamsky district is conducted. Characteristics of the main deposits of uranium is given. Some perspectives of his quest is shown.*

***Key words:** uranium deposits, anomalies, Verkhnekamsky district.*

Сырьевая база урана России значительна по масштабу: по его запасам в недрах, учитываемым Государственным балансом (727 тыс. т), страна занимает третье место в мире после Австралии и Казахстана [1]. Однако большинство известных месторождений урана находится в труднодоступных местах, и добыча их имеет низкую рентабельность. В настоящее время перспективы существенного расширения минерально-сырьевой базы урана связаны с выявлением «слепых» объектов, не проявленных на современной поверхности. Существует два основных поисковых направления: расширение минерально-сырьевой базы осваиваемых районов за счет обнаружения в них новых месторождений и выявление новых урановорудных

районов. Основные ресурсы урана в России сосредоточены на востоке страны.

В западной части России (на восточной части Восточно-Европейской платформы), где известны многочисленные проявления урана, представляющие практический интерес, можно рассматривать как резервный регион для поисков урана. По районированию ВСЕГЕИ выделяется Верхне-Камская потенциальная урановорудная область, в которой выделен Вятско-Камский (Верхнекамский) урановорудный район, включающий 4 месторождения урана, 10 рудопроявлений и 47 проявлений урановой минерализации, более 200 радиометрических аномалий. Потенциально урановорудный Верхнекамский район расположен в пределах Удмуртской республики и Пермского края. Здесь, в терригенных отложениях казанского и уржумского ярусов перми, сконцентрировано большинство известных на платформе урановых проявлений палеодолинного типа, в том числе 4 мелких месторождения: Черепановское, Виноградовское, Ефремовское и Каринское.

Черепановское месторождение находится в юго-восточном борту Верхнекамской впадины на Киенгопском валу и приурочено к склону нефтегазоносного Мишкинского поднятия. Оно связано с погребёнными межформационными отложениями палеодолины раннетатарского возраста. Прогнозные ресурсы урана оцениваются в 1-1,5 тыс. т. Содержание урана в руде колеблется от 0,01% до 1,2%. Основной урановый минерал – коффинит, реже отмечается оксид урана. Выявлены 5 рудных тел, залегающих на глубинах от 32 до 80 м. Размеры их по простиранию колеблются от 120 до 600 м при ширине от 15 до 200 м и мощности от 0,3 до 0,55 м [8].

Виноградовское месторождение находится в юго-западном борту Верхнекамской впадины, представляющей собой одноименный артезианский бассейн. Прогнозные ресурсы урана на месторождении оцениваются в 700 т. На площади месторождения пересекаются две тектонические зоны – северо-восточного и субширотного простирания. Рудная залежь имеет пластообразную форму размером около 12 км² при средней мощности 0,78 м и среднем содержании урана 0,013%. Максимальные содержания урана до 0,07%. Глубина залегания рудной залежи 80-120 м. Урановые концентрации представлены безминеральной формой в пелитоморфном органическом веществе, урановой чернью и коффинитом.

Ефремовское месторождение находится в южном борту Верхнекамской впадины, приурочено к северо-восточному склону Нефёдовского куполовидного поднятия. Ресурсы урана оценены в

300 т. Основное оруденение приурочено к пачке сероцветных песчаников мощностью до 5-8 м. Рудная залежь имеет линзовидную форму, протяжённость 2-3 км, при ширине 1-0,5 км. Мощность рудных пересечений достигает 7,4 м. Содержание урана колеблется в пределах 0,01-0,03%, в отдельных прослойках достигает десятых долей процента. Основной урановый минерал – коффинит, реже отмечается оксид урана.

Каринское месторождение расположено в северной части зоны Вятских дислокаций, на восточном крыле Шихово-Чепецкой брахиантиклинали. Приурочено к месту слияния рек Вятки и Чепцы и находится на первой надпойменной террасе реки Вятки. На поверхности этой террасы широко распространены торфяно-болотные отложения, образующие Каринский торфяник. Глубина залегания рудных залежей от 0 до 2 м, причем более 50% руд выходит на дневную поверхность. Выделяются три сближенных рудных тела, объединяемых в единую залежь длиной 3,75 км и шириной от 0,4 до 2,3 км, со средней мощностью 0,5-0,7 м. Максимальное содержание урана 0,125%, среднее – 0,076% [8].

На данный момент месторождения Верхнекамского района оценены как непромышленные и являются резервными, вследствие их малых масштабов.

Анализ имеющихся материалов позволяет считать, что в характеризуемом регионе следует ожидать развития месторождений палеодолинного типа. Такие месторождения представляют собой группы небольших сближенных рудных залежей с суммарными запасами в 10-15 тыс. т.

Формирование урановорудного пояса Приуралья обязано молодым геодинамическим процессам и неотектоническим движениям различных направлений. Уранопроявления расположенные в Верхнекамской впадине и прилегающих территориях находятся в области достаточно интенсивных и дифференцированных блоково-глыбовых неотектонических движений и концентрируются в зонах глубинных разломов, проникающих в осадочный чехол, поэтому основным методическим комплексом поисков урана должно быть комплексирование методов выявления тектонических нарушений земно коры и прямых геохимических методов.

Для решения задач по поискам месторождений урана в Верхнекамском районе рекомендуется провести опережающие региональные специализированные прогнозно-поисковые работы масштаба 1:500 000-200 000, включающих основные методы и виды работ:

– геохимическая съемка масштаба 1:200 000 территории Верхнекамской впадины с прилегающими структурами с детализацией на ранее выделенных аномальных участках [5,6];
– аэрокосмогеологические, геоморфологические исследования [2], линеаментно-геодинамический анализ [3,4] с целью выделения участков активизации неотектонических движений и картирования зон глубинных разломов, обусловленных повышенной геодинамической активностью, картирования русел палеодолин [7].

Литература

1. Государственный доклад о состоянии и использовании минерально-сырьевых ресурсов Российской Федерации в 2013 году. М., 2014. 387 с.
2. Иванова Т.А., Грушевой Г.В. Некоторые геоморфологические особенности размещения урановых месторождений на Русской и Скифской плитах // Разведка и охрана недр. 2009. № 3. С. 19-24.
3. Копылов И.С. Теоретические и прикладные аспекты учения о геодинамических активных зонах // Современные проблемы науки и образования. 2011. № 4.
4. Копылов И.С. Линеаментно-геодинамический анализ Пермского Урала и Приуралья // Современные проблемы науки и образования. 2012. № 6.
5. Копылов И.С. Закономерности формирования почвенных ландшафтов Приуралья, их геохимические особенности и аномалии // Современные проблемы науки и образования. 2013. № 4.
6. Копылов И.С. Формирование микроэлементного состава и гидрогеохимических аномальных зон в подземных водах Камского Приуралья // Вестник Пермского университета. Геология. 2014. № 3 (24). С. 30-47. URL: <http://dx.doi.org/10.17072/psu.geol.24.30> (дата обращения: 16.02.2016).
7. Наумов В.А., Копылов И.С., Оборин В.В. Геохимические аномалии урана и перспективы его поисков в Вятско-Камском Приуралье // Геология и полезные ископаемые Западного Урала. 2015. № 15. С. 74-79.
8. Машковцев Г.А., Константинов А.К., Мигута А.К., Шумилин М.В., Щеточкин В.Н. Уран Российских недр. М.: ВИМС, 2010. 850 с.

ЖЕЛЕЗИСТОСТЬ ОЛИВИНА КАК ЛОКАЛЬНЫЙ ПОИСКОВЫЙ ПРИЗНАК НА ОБНАРУЖЕНИЕ ХРОМИТОВОГО ОРУДЕНЕНИЯ

А.Н. Юричев

**Национальный исследовательский Томский государственный
университет, молодой ученый, juratur@sibmail.com**

Аннотация: исследованы особенности химического состава оливинов из офиолитовых ультрабазитов. Отмечена тенденция в снижении степени железистости оливина по мере приближения к хромитоносным зонам.

Ключевые слова: ультрабазиты, оливин, хромшпинелиды, прогнозный критерий оруденения.

IRON CONTENT IN OLIVINE AS LOCAL CRITERION OF DETECTION OF CHROME ORE

A.N. Yurichev

Tomsk State University, Young Researcher, juratur@sibmail.com

Abstract: features of the chemical composition of olivines from ophiolitic ultramafites are investigated. Trend in the reduction of the iron content of olivine as we approach the chromite-bearing zones are noted.

Key words: ultrabasites, olivine, chromospinelides, forward-looking criteria of ore mineralization.

Как известно к настоящему времени, все месторождения и рудопроявления хромитов приурочены непосредственно к ультрамафитовым и частично мафит-ультрамафитовым массивам [1,4,5]. Поэтому вопрос о способе формирования и концентрации хромитового оруденения в них, а также разработка критериев хромитоносности данных объектов имеет первостепенное практическое значение.

Минералогические критерии являются в настоящее время одними из важнейших среди локальных прогнозных критериев, используемых для поисков хромитового оруденения в офиолитовых ультрабазитах и заключаются в закономерном изменении химического состава породообразующего оливина с приближением к рудным телам и изменении состава рудообразующего и аксессуарного хромшпинелида в зависимости от качественного состава месторождений хромовых руд и степени наложенных процессов метаморфизма.

Практические наблюдения показывают, что в дунитах с повышенной концентрацией хромшпинелидов железистость оливина может спускаться до 2-3% фаялитовой молекулы. Отмечается тенденция в снижении степени железистости оливина по мере приближения к хромитоносным зонам (рис.). Подобная тенденция отмечается как по вертикали (в разрезе скважины), так и по латерали.

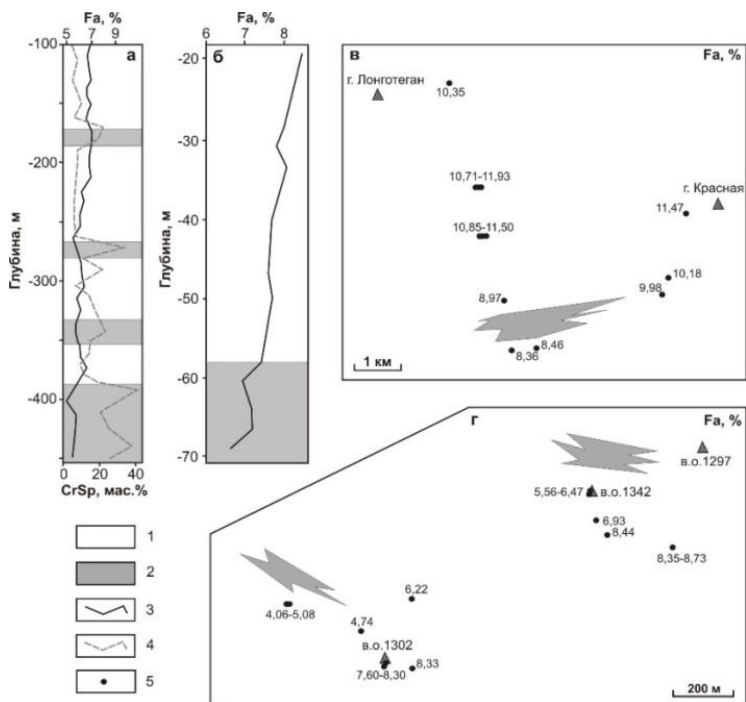


Рис. Вариации состава оливина по горизонтали и латерали в зависимости от концентрации хромшпинелидов и приближения к хромитоносным зонам: *а* – хромитит-дунитовая серия Кемпирсайского массива (Урал, Казахстан), *б* – Курмановское месторождение Алапаевского массива (Урал, Россия), *в* – Харчерузский массив (Полярный Урал, Россия), *г* – Агардагский массив (Тыва, Россия) (с использованием отдельных данных И.С. Чашухина [2-3]). 1 – дуниты и гарцбургиты; 2 – рудная зона, хромититы; 3 – изменение фаялитовой молекулы в оливине, $Fa = [Fe / (Fe + Mg)] \times 100 \%$; 4 – изменение массовой доли хромшпинелида в породе; 5 – место отбора пробы на микроанализ (пять определений по каждому образцу с последующим усреднением значения).

Подобная минералогическая особенность для массивов Полярного Урала, наряду с показателем преломления ng породообразующего оливина, также снижающегося по мере приближения к рудному телу, отмечалась ранее А.Б. Макеевым и Н.И. Брянчаниновой [1] и была выделена ими в качестве поискового признака для скрытого хромитового оруденения, залегающего в первых десятках метрах от поверхности эрозионного среза.

Хромовые руды офиолитовых ультрабазитов характеризуются исключительно сложными условиями локализации, что затрудняет прогноз хромитового оруденения и оценку ресурсного потенциала. И хотя научные исследования последних нескольких десятилетий позволили изучить закономерности локализации хромитового оруденения и создать научную методическую основу для оценки ресурсного потенциала путем применения региональных и локальных критериев прогноза, относится к последним надо с определенной осторожностью. Прогноз хромитового оруденения в любом случае носит вероятностный характер и исключительное значение для его достоверности имеет степень изученности исследуемых ультрабазитовых массивов.

Литература

1. *Макеев А.В., Брянцининова Н.И.* Топоминералогия ультрабазитов Полярного Урала. СПб.: Наука, 1999. 252 с.
2. *Чащухин И.С.* Генетические типы хромитовых руд в альпинотипных ультрамафитах // Ультрабазит-базитовые комплексы складчатых областей и связанные с ними месторождения: Матер. III Междун. конф.. Т. 2. Екатеринбург, 2009. С. 252-255.
3. *Чащухин И.С., Вотяков С.Л.* Ультрамафиты Алапаевского массива (Средний Урал): петрология, геохимия, хромитоносность // Литосфера. 2012. № 4. С. 140-157.
4. *Юричев А.Н.* Акцессорные шпинелиды из ультрамафитов: индикаторы условий формирования // Руды и металлы. 2013. № 6. С. 30-34.
5. *Юричев А.Н., Чернышов А.И.* Эволюция составов шпинелиевой минерализации из различных формационных типов мафит-ультрамафитовых комплексов Канской глыбы (Восточный Саян) // Отечественная геология. 2012. № 2. С. 42-50.

ТЕХНОЛОГИЯ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ОТБОРА КЕРНА ПРИ ПОИСКАХ И РАЗВЕДКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НЕФТИ И ГАЗА В СЛОЖНЫХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

Я.В. Яцковский

*Национальный исследовательский Томский политехнический
университет, студент 5 курса, yar.92@mail.ru*

Научный руководитель: к.т.н., доцент В.И. Брылин

Аннотация: предложена усовершенствованная конструкция бурового снаряда с кернорвателем закрытого типа ДКС-ПК-ТПИ с расположением рычажков, которые не соприкасаются с керном в процессе бурения и обеспечивают высокий вынос керна.

Ключевые слова: скважина, бурение, нефть, газ, керн, кернорватель.

TECHNOLOGY OF IMPROVING THE QUALITY OF CORING AT PROSPECTING AND EXPLORATION OF OIL AND GAS IN COMPLEX GEOLOGICAL CONDITIONS

Y.V. Yatskovsky

National Research Tomsk Polytechnic University,

5th year Student, yar.92@mail.ru

Research Supervisor: Candidate of Technical Sciences, Reader V.I. Brylin

Abstract: is offered improved construction of the drilling implement with core catcher of closed type DKS-PC-TPI with location of levers, which are not contact the core during the drilling process and ensure high core recovery.

Key words: well, drilling, oil, gas, core, a core catcher.

Одним из основных критериев эффективности геологоразведочных работ на нефть и газ является коэффициент успешности (эффективности) поискового бурения, которое находится в прямой зависимости от изученности геологического разреза, характеристик и свойств нефтегазосодержащих пород, полученных при изучении кернового материала, отобранного в процессе бурения керноотборными снарядами.

На территории юго-восточной части Западной Сибири открыты залежи нефти и газа в отложениях палеозойского комплекса, в котором породы характеризуются высокой кавернозностью и трещиноватостью, отдельные их разности разрушаются в ходе бурения при воздействии на них параметров режима бурения и конструкции керноотборного снаряда. Отложения этого комплекса сложены различными породами состава – мергелями, доломитами, известняками, соответственно, присутствует широкий разброс сложных геологических условий, при наличии пород твердых сильно трещиноватых и разрушенных с невысокими показателями механических свойств, а также пород поглощающих, гидратирующихся пород при взаимодействии с промывочным раствором. В подобных условиях получение необходимого количества качественного керна существенно осложняется. Практика работ показала, что выход керна палеозойских отложений не превышал 18-

35% при применении широко используемых отечественных снарядов для отбора керна.

Коллективом кафедры техники разведки Томского политехнического института (университета) и сотрудниками АО «Томскнефтегазгеология» выполнены исследования свойств трещиноватых, кавернозных и слабо сцементированных пород палеозойских отложений для оценки их влияния на получение качественного керна при бурении скважин на нефть в данных условиях. Исследования показали, что наиболее важным свойством пород палеозойского комплекса, влияющим на качество и выход керна, в данных условиях является показатель их трещиноватости [1]. Были выявлены основные факторы, влияющие на снижение выхода керна и его представительность в исследованных породах как в процессе отбора керна, так и его перемещения в керноприемную трубу во время углубки скважины.

Практика показала, что на сохранность сформированного на забое керна при поступлении его в буровой снаряд серии «Недра» оказывает большое влияние механическое воздействие рычажкового кернорвателя, постоянно контактирующего с керном.

Проведенными исследованиями показано, что для предупреждения разрушения поступающего в керноприемник керна необходимо исключить взаимодействие керна и рычажков кернорвателя в процессе бурения. Была предложена конструкция бурового снаряда с кернорвателем закрытого типа ДКС-ПК-ТПИ с расположением рычажков, которые не соприкасаются с керном в процессе бурения (рис.) [2]. Важной особенностью конструкции данного снаряда является то, что в нем использованы основные узлы серийного снаряда «Недра» и включен новый узел подъема керноприемной трубы и изменена конструкция кернорвателя.

Другой важной проблемой бурения с отбором керна снарядом ДКС-ПК-ТПИ, как и снарядами других типов, является подклинка разрушенного керна, перемещающегося внутри керноприемной трубы. В связи с этим предложен ряд возможных вариантов, одним из которых является использование эластичного керноприемника.

Керноотборный снаряд ДКС-ПК-ТПИ, изготовленный на заводе ВНИИБТ (г. Котово), прошел производственные испытания в Новосибирском и Томском ПГО при бурении скважин с отбором керна в интервалах залегания пород мягких и средней крепости, трещиноватым песчаникам и аргиллитам [3,4].

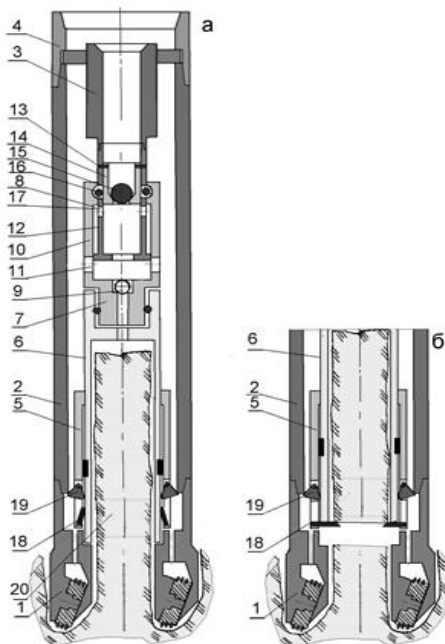


Рис. Керноотборный снаряд ДКС-ПК-ТПИ с кернорвателем закрытого типа

а – снаряд в положении для бурения с отбором керна; б – снаряд в положении отрыва и удержания керна при подъеме из скважины: 1 – бурголовка; 2 – корпус снаряда; 3 – механизм регулирования; 4 – переходник; 5 – корпус кернорвателя; 6 – керноприемная труба; 7 – подшипниковый узел; 8 – камера подъема; 9 – шар; 10 – корпус камеры подъема; 11 – отверстия; 12 – трубчатый поршень; 13 – срезаемые стопоры; 14 – стопорная втулка; 15 – управляющий шар; 16 – шариковые фиксаторы; 17 – отверстие; 18 – подпружиненные кернорвательные элементы; 19 – маятниковые фиксаторы; 20 – керна.

Эти испытания подтвердили работоспособность снаряда ДКС-ПК-ТПИ и высокую надежность отбора керна в осложненных условиях – вынос керна в указанных условиях составил от 50 до 85%, а это существенно выше, чем выход керна (18-35%) с использованием серийного снаряда «Недра» при бурении скважин по подобным породам. Также весьма важно, что за счет отсутствия взаимодействия рычажков кернорвателя и керна в процессе его прохождения в керновую трубу, диаметр керна увеличился на 3-7 мм по отношению к диаметру керна, отобранного серийным снарядом «Недра».

Литература

1. Сулакиин С.С., Брылин В.И., Редутинский Л.С., Филиппов В.Н. Пути совершенствования отбора кернa при бурении скважин на нефть и газ в палеозойских отложениях в условиях Новосибирской и Томской областей // В сб.: Технология и техника геологоразведочных работ в Сибири. Томск, 1981, С. 116-119.
2. Сулакиин С.С., Брылин В.И., Редутинский Л.С. Патент РФ № 1106891 МКИ E21 В 25/00. Колонковый снаряд // Приоритет 12.1.83, зарегистрирован в Государственном реестре изобретений 14 мая 1993 г.
3. Сулакиин С.С., Брылин В.И., Редутинский Л.С., Филиппов В.Н., Лычев В.Н. Снаряд для отбора кернa в сложных геологических условиях // Экспресс-информация. Серия Бурение. Вып. 2. М.: ВНИИ ОЭНГ, 1987. С. 1-4.
4. Сулакиин С.С., Редутинский Л.С., Брылин В.И., Филиппов В.Н. Керноотборные снаряды Томского политехнического университета // Материалы региональной конференции геологов Сибири, Дальнего Востока и Северо-Востока России, т.1. Томск: Издательство «Гала – Пресс», 2000. С. 457-460.

**ОСОБЕННОСТИ УПОРЯДОЧЕНИЯ КАЛЬЦИЯ И
ВАКАНСИЙ В КРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЕ
КАЛЬЦИОКАТАПЛЕИТА ИЗ МАССИВА БУРПАЛА
(СЕВЕРНЫЙ БАЙКАЛ, РОССИЯ)**

С.М. Аксенов

*Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского
РАН, Москва, молодой ученый, aks.crys@gmail.com*

Научный руководитель: д.г.-м.н., главный научный сотрудник
Р.К. Расцветаева

***Аннотация:** методом рентгеноструктурного анализа при 120 K и ИК-спектроскопии изучен образец голотипного кальциокатаплеита. Распределение кальция по Ca1- и Ca2-позициям в структуре приводит к образованию зигзагообразных цепочек типа ...Ca1–Zr–Ca1–Zr... и ...Ca2–□–Ca2–□....создают предпосылки для потенциальной проводимости по катионам Ca²⁺.*

***Ключевые слова:** кальциокатаплеит, цирконосиликаты, упорядочение катионов, кристаллическая структура.*

**FEATURES OF CALCIUM AND VACANCY ORDERING IN
THE CRYSTAL STRUCTURE OF CALCIUM CATAPLEITE
FROM BURPALA MASSIF (NORTHERN BAIKAL, RUSSIA)**

S.M. Aksenov

*Vernadsky Institute of Geochemistry and Analytical Chemistry RAS,
Moscow, Young Researcher, aks.crys@gmail.com*

Research Supervisor: Doctor of Geology and Mineralogy, Chief Researcher
R.K. Rastsvetaeva

***Abstract:** the crystal structure of holotype calcium catapleite has been studied by the single-crystal X-ray analysis at 120 K and IR spectroscopy. Distribution of calcium between Ca1- and Ca2-sites leads to forming zig-zag chains ...Ca1–Zr–Ca1–Zr... as well as ...Ca2–□–Ca2–□... and potential Ca²⁺ – conductivity.*

***Key words:** calcium catapleite, zirconium silicates, cation ordering, crystal structure.*

Кальциокатаплеит $\text{CaZr}[\text{Si}_3\text{O}_9] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ – природный водный цирконосиликат кальция, образующий непрерывный изоморфный ряд с катаплеитом $\text{Na}_2\text{Zr}[\text{Si}_3\text{O}_9] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Минерал впервые найден и описан в сиенитовых пегматитах массива Бурпала [2], к настоящему времени его находки отмечаются и в других щелочных комплексах.

Кристаллическая структура кальциокатаплеита изучена ранее на кристалле, представляющем собой тройник, компоненты которого связаны поворотом на 120° вокруг оси $[001]$ [5]. Каждая компонента характеризуется ромбической симметрией (пр. гр. *Pbnn*) и параметрами элементарной ячейки $a = 7.38$, $b = 12.78$, $c = 10.10$ Å. Однако результат отличался высокими значениями итоговых факторов расхожимости: $R = 5.28\%$, $wR = 16.01\%$ ($2167 I > 3\sigma(I)$; $R_{\text{ср}} = 9.81\%$). Попытки уточнить структуру в гексагональной ячейке (пр. гр. *P6₃/mmc*; $a = 7.38$, $c = 10.10$ Å) привели к $R = 4.68\%$, но при этом игнорировалось значительное число отражений, не соответствующих гексагональной симметрии [5].

Нами методом рентгеноструктурного анализа и ИК-спектроскопии изучен голотипный образец кальциокатаплеита из массива Бурпала (Северный Байкал, Россия) и уточнена его кристаллическая структура с использованием дифракционных данных, полученных при 120 К [1]. Образцы кальциокатаплеита, в том числе голотипные, найдены в ходе полевых работ А.М. Портновым в сиенитовых пегматитах, в пустотах между кристаллами микроклина в ассоциации с пиррофанитом, пирохлором, лейкофанитом, лопаритом-(Ce), куплетскимитом, апатитом, высокотитановым ловенитом и высококальциевым сейдозеритом [2] и переданы нам для изучения.

Химический состав изучен с помощью электронного микрозонда Cameca SX 100 (рабочее напряжение 15 кВ, сила тока 40 нА при диаметре расфокусированного пучка 3 мкм). Эмпирическая формула (средняя по 15 значениям), рассчитанная на 11 атомов кислорода, имеет вид ($Z = 4$): $\text{Ca}_{0.97}\text{Na}_{0.02}\text{Zr}_{1.01}\text{Si}_3\text{O}_9 \cdot n\text{H}_2\text{O}$.

Экспериментальный набор интенсивностей получен при температуре 120 К в полной сфере обратного пространства с использованием дифрактометра Bruker SMART APEX2, оснащенного двухкоординатным CCD-детектором и низкотемпературной приставкой. Рентгеноструктурный анализ подтвердил ромбическую элементарную ячейку кальциокатаплеита. Анализ карты остаточной электронной плотности ($\Delta\rho$) в сечении плоскостью, проходящей через позиции атомов Ca1–Ca2–O6, установил наличие положительных пиков (~ 0.6 э/Å³) вблизи позиций Ca2 и O6, что свидетельствует об их слабой статистической разупорядоченности. Уточнение итоговой

модели МНК привело к итоговому значению $R = 2.91\%$ в анизотропном приближении атомных смещений с использованием $1177 I > 2\sigma(I)$. Все расчеты выполнены по комплексу программ Jana2006 [6].

Кристаллическая структура кальциокатаплеита аналогична структурам других, ранее изученных представителей группы катаплеита, и характеризуется смешанным каркасом, образованным ZrO_6 -октаэдрами и трехчленными кремнекислородными кольцами $[Si_3O_9]$. В структуре кальциокатаплеита присутствует две пересекающиеся системы каналов шестиугольного сечения (вдоль направлений $[100]$ и $[110]$), образованные двумя ZrO_6 -октаэдрами и четырьмя SiO_4 -тетраэдрами, в которых располагаются атомы кальция и молекулы воды.

Один атом кальция, приходящийся на формульную единицу, статистически разупорядочен по двум Ca1- и Ca2-позициям с заселенностью ~ 0.91 и 0.09 соответственно и расстоянием Ca1–Ca2 $3.677 \text{ \AA}$ (рис.1). Такое разупорядочение фиксировалось и ранее в структуре кальциокатаплеита, но с другой заселенностью позиций (Ca1 ~ 0.78 ; Ca2 ~ 0.22) [5]. Атомы кальция центрируют крупные восьмивершинники, представленные гексагональными бипирамидами (со средними расстояниями $\langle Ca1-O \rangle$ и $\langle Ca2-O \rangle$, равными 2.503 и $2.572 \text{ \AA}$ соответственно), которые объединяются общими ребрами. В апикальных вершинах бипирамид располагаются молекулы H_2O на укороченных расстояниях до позиций кальция (Ca1–O6 = $2.368 \text{ \AA}$; Ca2–O6 = $2.329 \text{ \AA}$). Статистически преобладающие Ca1-восьмивершинники объединяются ребрами с ZrO_6 -октаэдрами, формируя зигзагообразные цепочки ...Ca1–Zr–Ca1–Zr... вдоль оси $[010]$ (рис.а).

В структуре катаплеита $Na_2Zr[Si_3O_9] \cdot 2H_2O$ аналогичный гетерополиэдрический слой образован ZrO_6 -октаэдрами и $NaO_6(H_2O)_2$ -восьмивершинниками (гексагональными бипирамидами). Все позиции в слое полностью заселены, и его симметрия гексагональная (рис.б). Замещения щелочных элементов щелочноземельными в структуре кальциокатаплеита приводит к формированию вакансий ($Na^+ + Na^+ \leftrightarrow Ca^{2+} + \square$) и понижению симметрии до ромбической. Впервые схема такого гетеровалентного изоморфизма была предложена в [2] и далее подтверждена данными порошковой дифрактометрии и электронографии [3].

Для микропористых цирконосиликатов характерно наличие ионообменных свойств [4]. Слабозаселенная Ca2-позиция и ее чередование с вакансией, в результате которого образуются цепочки

типа ...Ca2–□–Ca2–□..., создают предпосылки для потенциальной катионной проводимости [5]. Увеличение анизотропных смещений атомов Ca2 в направлении [010] ($U_{22} = 0.05(1) \text{ \AA}^2$) свидетельствует о сильной подвижности ионов Ca^{2+} вдоль оси b .

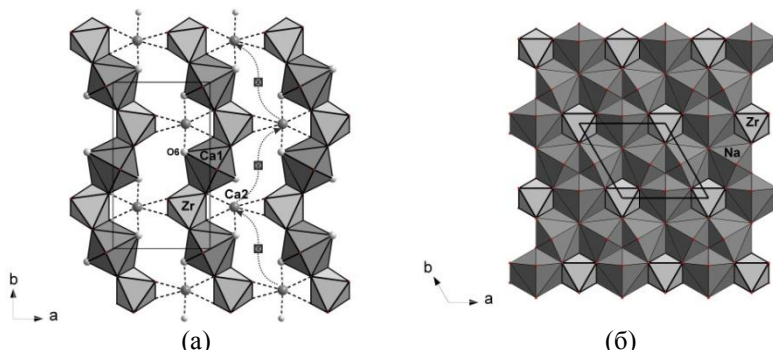


Рис. Зигзагообразные цепочки ...Ca1–Zr–Ca1–Zr... и ...Ca2–□–Ca2–□... в структуре голотипного кальциокатаплеита (а) и плотный гетерополиэдрический слой в структуре гексагонального катаплеита (б). Стрелками показан вероятный путь миграции ионов Ca^{2+}

Упорядоченное чередование атомов кальция и вакансий подтверждается данными ИК-спектроскопии и объясняет расщепление полос валентных колебаний Si–O.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (грант № 15-17-30019).

Литература

1. Аксенов С.М., Портнов А.М., Чуканов Н.В., Расцветаева Р.К., Нелюбина Ю.В., Кононкова Н.Н., Акименко М.И. Упорядочение кальция и вакансий в кальциокатаплеите $\text{CaZr}[\text{Si}_3\text{O}_9] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ // Кристаллография. 2016. Т. 61. № 3.
2. Портнов А.М. Кальциевый катаплеит – новая разновидность катаплеита // Докл. АН СССР. 1964. Т. 154. № 3. С. 607.
3. Портнов А.М., Дубинчук В.Т., Солнцева Л.С. Несимметричный изоморфизм и трехмерная политипия в минералах группы катаплеита // Докл. АН СССР. 1972. Т. 202. № 2. С. 430.
4. Чуканов Н.В., Пеков И.В., Расцветаева Р.К. Кристаллохимия, свойства и синтез микропористых силикатов, содержащих переходные элементы // Успехи химии. 2004. Т. 73. № 3. С. 205.
5. Merlino S., Pasero M., Bellezza M. et al. The crystal structure of calcium catapleite // Can. Mineral. 2004. V. 42. P. 1037.
6. Petricek V., Dusek M. and Palatinus L. Jana2006. Structure determination software programs. Institute of Physics, Praha, Czech Republic, 2006.

ПЕТРОХИМИЧЕСКИЕ И МИНЕРАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ТЕРРИГЕННЫХ ОСАДКОВ (ТАСИЙСКАЯ ПЛОЩАДЬ, ЗАПАДНАЯ СИБИРЬ)

И.В. Афонин

*Национальный исследовательский Томский государственный
университет, молодой ученый, heaven05@list.ru*

Научный руководитель: к.г.-м.н., доцент И.Ф. Гертнер

Аннотация: исследован керн скважины № 160 Тасийской площади методами рентгеноструктурного и рентгенофлуоресцентного анализов. Установлены закономерности изменения химического и минерального состава.

Ключевые слова: петрохимия, глинистые минералы, Западная Сибирь.

PETROCHEMICAL AND MINERAL CHARACTERISTICS OF TERRIGENOUS SEDIMENTS (TASIYSKAYA AREA, WESTERN SIBERIA)

I.V. Afonin

Tomsk State University, Young Researcher, heaven05@list.ru

Research Supervisor: Candidate of Geology and Mineralogy,

Reader I.F. Gertner

Abstract: research core borehole № 160 Tasiyskaya area X-ray diffraction and X-ray fluorescence analysis. The regularities of changes in the chemical and mineral composition.

Key words: petrochemistry, clay minerals, Western Siberia.

Изучение минеральных и химических особенностей терригенных пород имеет важное значение для решения задач по реконструкции палеогеографических условий их формирования. Объектом исследования являются образы керна, представленные песчаником, отобранные из 5 интервалов скважины № 160 Тасийской площади. Исследования базировались на основании 45 рентгеноструктурных и 45 рентгенофлуоресцентных анализах, выполненных в Центре коллективного пользования «Аналитический центр геохимии природных систем» (НИ ТГУ).

Для петрохимической типизации была использована систематика Э.Я. Юдовича и М.П. Кетрис [2,4]. Согласно данной классификации разрез сложен силитами, сиаллитами и гидролизатами. При этом отмечается следующая особенность: кровля представлена сиаллитами, средняя часть – частым чередованием всех трех типов,

подошва, преимущественно, сложена силитами. Из этого следует, что вверх по разрезу увеличивается содержание глинистых минералов. На разных уровнях исследуемого разреза отмечается повышение содержания CaO и Fe_2O_3 (до 15,4% и 13,2% соответственно), что, скорее всего, связано с процессами карбонатизации и сидеритизации.

Анализ распределения петрохимических модулей по разрезу фиксирует широкие вариации их значений, что, вероятно, подчеркивает частую смену обстановок осадконакопления (рис.1,2).

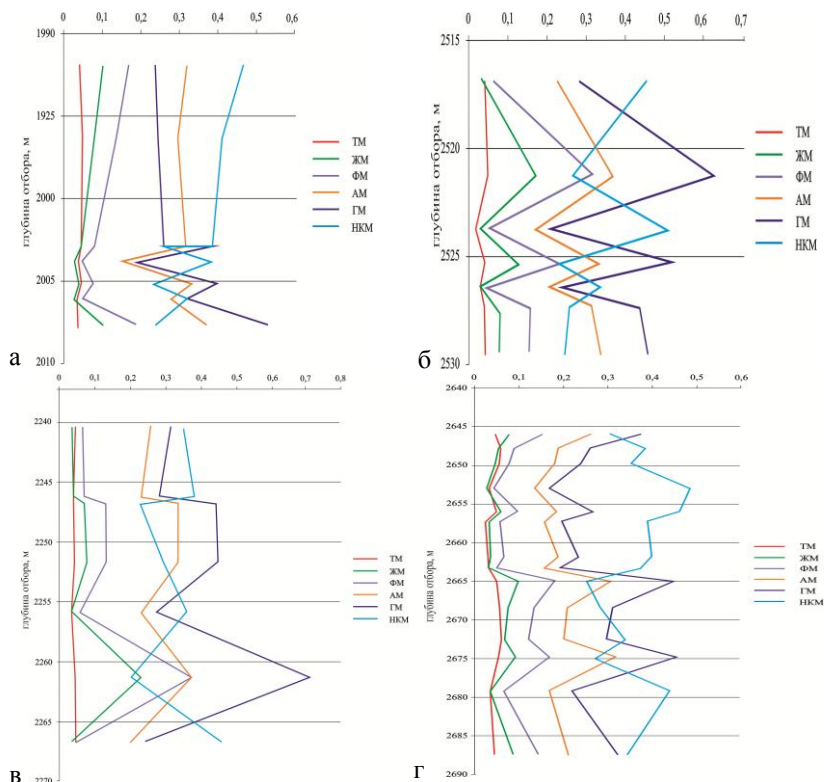


Рис. 1. Распределение значений петрохимических модулей по разрезу:
а - первый интервал; б - второй интервал; в - третий интервал; г - четвертый интервал

Некоторые скачки значений модулей объясняются процессами карбонатизации и сидеритизации, что приводит к росту гидролизатного и железного модулей. Не смотря на это, в разрезе

можно выделить трансгрессивно-регрессивные циклы, на основании поведения титанового модуля (ТМ) и модуля нормативной щелочности (НКМ). При этом трансгрессия характеризуется увеличением НКМ и уменьшением ТМ, а регрессия фиксирует обратную зависимость.

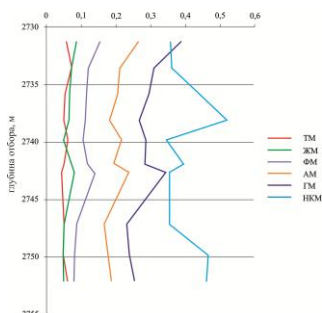


Рис. 2. Распределение значений петрохимических модулей в разрезе 5 интервала

Для типизации песчаников была использована диаграмма Ф. Петтиджона [3], разделяющая граувакки и аркозы, что позволило выявить следующую особенность верхняя часть разреза, как правило, представлена аркозовыми песчаниками, а подошва граувакковыми (рис.3).

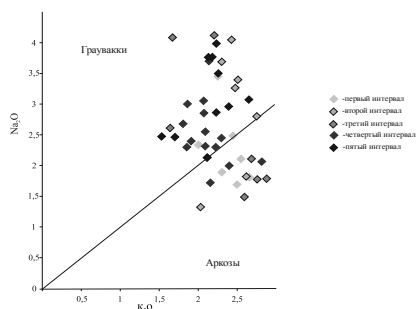


Рис. 3. Диаграмма Ф. Петтиджона для разделения граувакк и аркоз [3]

По результатам рентгеноструктурного анализа можно заключить, что глинистая фракция представлена каолинитом, гидрослюдами, хлоритом, монтмориллонитом и смешанно-слоистыми образованиями хлорит-иллитового ряда. Для типизации глинистой составляющей был проведен кластерный анализ, на основании

которого было выявлено 4 минеральные ассоциации: каолининовая, каолинит-хлоритовая, каолинит-гидрослюдистая, каолинит-хлорит-гидрослюдистая. Распределение ассоциаций по разрезу не дает четкой фациальной привязки, в виду слабой выдержанности горизонтов одного минерального состава. Однако наличие мощного развития каолининовой составляющей с подчиненным содержанием остальных минералов, позволяет сделать вывод, что формирование происходило в прибрежно-морских обстановках [1]. Предположительно подошва разреза может соответствовать дельтовым фациям, средняя часть разреза может относиться к фациям заливаемых дельт или подводной части дельты, кровля возможно отвечает дистальным частям дельты – подводным конусам выноса.

На основании проведенных исследований можно сделать вывод, что формирование изученных интервалов, предположительно происходило в прибрежно-морских обстановках в условиях нарастающей трансгрессии, что подчеркивается изменение НКМ, ТМ и подтверждается вариациями минерального состава глинистой компоненты.

Литература

1. Котельников Д.Д., Конюхов А.И. Глинистые минералы осадочных пород. М.: Недра, 1986. 247 с.
2. Маслов А.В. Осадочные породы и методы изучения и интерпретации полученных данных. Екатеринбург: УГГУ, 2005. 289 с.
3. Петтиджон Ф. Осадочные породы. М.: Недра, 1981. 751 с.
4. Юдович Я.Э., Кетрис М.П. Основы литохимии. СПб.: «Наука», 2000. 479 с.

СТРУКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ И ЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ БИОГЕННОГО АПАТИТА КОСТНОЙ ТКАНИ МАМОНТОВ

Е.А. Белоголова

Национальный исследовательский Томский государственный университет, студент 4 курса, 790072@mail.ru

Научный руководитель: к.г.-м.н., доцент О.В. Бухарова

Аннотация: в работе представлены результаты рентгеноструктурного и спектрального анализов костной ткани мамонтов.

Ключевые слова: мамонты, кости, рентгеноструктурный анализ, спектральный анализ.

STRUCTURAL FEATURES AND ELEMENTAL COMPOSITION OF BIOGENIC APATITE IN MAMMOTH BONE

Belogolova E.A.

Tomsk State University, 4th year Student, 790072@mail.ru

Research Supervisor: Candidate of Geology and Mineralogy, Reader
O.V. Bukharova

Abstract: *the results of X-ray and spectral analyzes of the mammoth bone tissue.*

Key words: *mammoth, bones, X-ray, spectral analysis.*

Современные тенденции исследований предполагают междисциплинарность, что приводит к появлению новых научных направлений. Так, в середине 80-х годов прошлого столетия на стыке таких наук как минералогия, биология и медицина появилась наука биоминералогия. К объектам изучения биоминералогии относятся образования, созданные при участии живого организма или непосредственно в нем самом и состоящие как из органической составляющей, так и из минеральной части. Из-за специфики строения и состава таких образований, их принято называть органо-минеральными агрегатами (ОМА). К подобным объектам относятся кости человека и различных животных [1]. Костная неорганическая составляющая несет в себе информацию об условиях жизни организма. Изучение минеральной составляющей костной ткани можно реализовать классическими методами исследования минералов, такими как рентгеноструктурный, спектральный, люминесцентный, рентгеноспектральный микроанализ и другими. Комплекс исследований позволит обстоятельно говорить о характеристиках и свойствах минеральной составляющей ОМА. В область наших научных интересов попали кости мамонта.

Мамонты являются ближайшими родственниками современных слонов. Причина вымирания столь крупных животных до сих пор оспаривается. Большинство ученых придерживается мнения о том, что мамонты вымерли из-за резкой смены климатических условий, другие же ученые полагают, что сокращение популяции мамонтов, вплоть до ее исчезновения, произошло из-за активной охоты людей. Однако в последнее время появилась новая гипотеза, выдвинутая научными сотрудниками Томского государственного университета – это минеральное голодание. Материал для исследований был предоставлен заведующим лабораторией континентальных экосистем

мезозоя и кайнозоя Томского государственного университета С.В. Лещинским. В коллекции были образцы костной ткани мамонтов с 4 местонахождений (Свердловская область, Томская область, Новосибирская область, Кемеровская область).

Совместно с сотрудниками лаборатории была разработана концепция исследований минеральной составляющей костной ткани мамонта: определение минеральной фазы и структурных характеристик минерала, а также определения состава примесных элементов в ОМА.

Рентгеноструктурный анализ показал, что неорганическая составляющая кости мамонта представлена кристаллическим апатитом. Расчет параметров элементарной ячейки приведен в таблице 1.

Таблица 1

Параметры гексагональной решетки апатита костной ткани мамонтов

№	Место находки	$a(a=b)$	c
1	Свердловская область, м-е Гари	9,36	6,87
2		9,38	6,87
4	Томская область, м-е Красноярская курья	9,36	6,88
5		9,38	6,89
6	Новосибирская обл., м-е Волчья Грива	9,44	6,88
7	Кемеровская область, м-е Кочегур, р. Кия	9,38	6,90

Пояснение: анализы выполнены в Центре коллективного пользования «Аналитический центр геохимии природных систем» ТГУ (аналитик Т.С. Небера).

Работа с эталонной базой данных PDF-4 и анализ рассчитанных параметров элементарной ячейки минерального вида позволяет полагать, что минерал представлен гидроксилapatитом.

При проведении количественного спектрального анализа был получен элементный состав костей мамонтов, который представлен в таблице 2. Ниже предела обнаружения метода оказались следующие элементы: Sc, Sn, La, Ge, Cd, As, W, Li, Tl, Mo, что может указывать на их отсутствие либо очень незначительные концентрации.

Таблица 2

Содержание редких рассеянных элементов в костной ткани мамонтов, ppm

Элементы	Местонахождения			
	1 (3)	2 (2)	3 (1)	4 (1)
Ba	413,33	355,00	200,00	580,00
Sr	640,00	390,00	550,00	410,00
Mn	901,67	1147,50	590,00	100,00
Yb	0,87	0,60	0,00	0,00
Ag	0,63	0,55	2,00	0,60

Окончание таблицы

Bi	3,17	3,25	0,00	0,00
Be	3,67	1,50	0,00	0,00
Zn	69,00	62,50	56,00	58,00
Ti	70,00	95,00	20,00	25,00
Zr	44,67	49,00	0,00	0,00
Pb	22,00	26,50	10,00	22,00
Y	18,67	15,50	25,00	7,00
Ni	11,67	31,50	6,00	6,00
Cu	7,67	5,50	6,00	3,00
Cr	16,67	32,50	0,00	0,00
Co	10,00	10,00	0,00	0,00
V	9,00	10,50	8,00	0,00
Ga	3,33	3,50	0,00	3,00

Пояснение: 1 – местонахождение Гари, Свердловская область; 2 – местонахождение Красноярская курья, Томская область; 3 – местонахождение Волчья Грива, Новосибирская область; 4 – местонахождение Кочегур, Кемеровская область. В скобках указано количество проанализированных проб. Анализы выполнены в Центре коллективного пользования «Аналитический центр геохимии природных систем» ТГУ (аналитик Е.Д. Агапова).

Насколько соответствуют концентрации и распределения элементов в кости мамонта его прижизненным значениям - сказать трудно. Однако, анализ данных количественного спектрального анализа, показал, что в местонахождении Гари в Свердловской области отмечается повышенное содержание Sr, Zn, Yb, Bi, Ga, Be относительно других местонахождений. В образцах с местонахождения в Томской области обнаружено повышенное количество Ti, Ni, Cr, Ga, Bi, Mn по сравнению с другими областями. Сильный разброс в количестве того или иного элемента наблюдается в образцах с Новосибирской и Кемеровской областей. В костях мамонта с местонахождения Волчья Грива (Новосибирская обл.) обнаружены типоморфные элементы - Ag, Y. В ОМА этого объекта не зафиксированы такие элементы как Zr, Cr, Co, Yb, Bi, Ga, Be. Для образцов Кемеровской области, относительно других местонахождений, характерны высокие концентрации Ba и весьма низкое содержание – Mn, а также отсутствуют Zr, Cr, Yb, Bi, Be, V.

Таким образом, результаты исследований показали, что, биогенная составляющая костной ткани мамонтов сложена гидроксилapatитом, параметр ячейки a ($a = b$) которого варьирует в пределах от 9,35 Å до 9,44 Å; параметр c изменяется в пределах от 6,87 Å до 6,90 Å. Эти параметры соответствуют характеристикам abiогенного апатита. Содержание и распределения примесей в кости мамонтов из местонахождения Сибири и Урала очень сильно

отличаются. Следующий этап работы предполагает установку причин геохимических контрастов в этом органоминеральном агрегате.

Литература

1. Кораго А.А. Введение в биоминералогию / А.А. Кораго. СПб.: Недра, 1992. 280 с.

ХЛОРИТЫ ОКОЛОРУДНОИЗМЕНЕННЫХ ПОРОД И РУД БАРИТ – ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЗМЕИНОГОРСКОГО РУДНОГО РАЙОНА (РУДНЫЙ АЛТАЙ)

К.В. Бестемьянова

*Национальный исследовательский Томский государственный
университет, аспирант 3 года обучения, KsenijaVT@mail.ru*

Научный руководитель: к.г.- м.н. доцент Гринев О.М.

Аннотация: изучены хлориты из окolorудноизменённых пород и руд барит – полиметаллических месторождений Рудного Алтая, выявлены вариации химического состава хлоритов, определены их разновидности, характер распределения, а также рассчитаны примерные температуры их образования.

Ключевые слова: хлориты, окolorудноизмененные породы, руда, природные геотермометры.

CHLORITES FROM WALLROCK – ALTERATION ROCKS AND ORES BARITE – POLYMETALLIC DEPOSITS AT ZMEINOGORSK DISTRICT (RUDNY ALTAI)

K.V. Bestemianova

Tomsk State University,

3^d year Post-graduate Student, KsenijaVT@mail.ru

Research Supervisor: Candidate of Geology and Mineralogy, Reader
O.M. Grinev

Abstract: chlorites from wallrock – alteration rocks and ores barite – polymetallic deposits of Rudny Altai are investigated; chemical compositions are estimated. Phases and allocations of chlorites are described and model temperatures of their mineralization are calculated.

Key words: chlorites, wallrock – alteration rocks, ores, natural geothermometer.

Для изучения вариаций химического состава, определения принадлежности к разновидностям, изучения характера распределения и расчета температур минералообразования были отобраны хлориты из околорудноизменённых пород (метасоматитов) и руд барит – полиметаллических месторождений Змеиногорского рудного района – Змеиногорского, Стрижковского и Зареченского. Месторождения данного типа локализуются в нижнедевонских толщах и в региональном плане приурочены к зонам пересечения субширотных и субмеридиональных разломом, узлов их пересечения. Рудовмещающей является эмская нижнемельничная свита, а именно нижняя и средняя ее части.

Руды месторождений, как в минералогическом, так и в промышленном плане являются своего рода уникальными – в составе руд известно более 45 минералов состоят из пяти промышленных компонентов – Cu-Pb-Zn-Au-Ag.

Руды образуют вкрапленные, прожилковые, прожилково – вкрапленные и массивные штокверковые, жилообразные и линзообразные рудные тела.

Главные рудные минералы – сфалерит, галенит, халькопирит, пирит; второстепенные – тетраэдрит, борнит, теннантит, халькозин; малораспространенные – арсенопирит, самородное серебро, акантит, электрум, амальгамы золота и серебра; редкие – самородный теллур, гессит, силванит, штроемейерит, ялпаит, полибазит, стефанит, ленгенбахит.

Рудные тела месторождений сопровождаются околорудноизменёнными породами - метасоматитами.

Представлены они кварц-хлорит-серицитовыми, кварц-серицитовыми, кварц-хлоритовыми породами. Кроме типичных для них кварца, хлорита, серицита, отмечаются также пирит, небольшая вкрапленность галенита, халькопирита, сфалерита, апатита, циркона, лейкоксена, а также отмечено наличие редкоземельной минерализации [1].

Хлорит – один из наиболее характерных минералов полиметаллических месторождений [2]. Для изученных месторождений отмечается как в составе околорудноизменённых пород (10-25%), так и в составе руд, но крайне незначительно.

В околорудноизменённых породах чешуйчатые и пластинчатые агрегаты хлорита размером от 0,0001 – до 5,2 см, особенно характерны для пород, образуемых по туфам кислого и основного состава, и наибольшее распространение имеют в породах лежачего бока.

ГЕОЛОГИЯ В РАЗВИВАЮЩЕМСЯ МИРЕ

В рудах хлорит присутствует в виде небольших прожилков, мелко-, среднечешуйчатых агрегатов размером от 0,001-3,2 см, отмечается преимущественно в колчеданно-полиметаллических и полиметаллических типах руд в нижних, местами, средних частях разреза вмещающих оруденение пород.

По данным химического анализа (табл.), выполненного на растровом электроном микроскопе «VGA II LMU» совмещенным с энергодисперсионным спектрометром (Oxford INCA Energy 350) в «Аналитическом центре геохимии природных систем» НИ ТГУ, изученные хлориты относятся к группе магнезиально-железистых. По классификационной диаграмме хлориты околорудноизменных пород представлены клинохлором-пеннином, руд-пеннином. В таблице представлены основные окислы, входящие в состав хлоритов, кристаллохимические формулы и характеристики (определены в пересчете на 28 атомов кислорода), а также рассчитана температура кристаллизации хлоритов, выполненная по методике [3] .

Таблица

Химический состав, кристаллохимические характеристики и температура кристаллизации хлоритов из околорудноизменных пород и руд

Окислы	Хлориты (образцы)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
SiO ₂	33,20	33,06	33,54	33,85	33,25	33,15	32,96	32,82	32,52	32,76
Al ₂ O ₃	17,91	19,19	18,27	20,11	20,55	17,78	17,71	17,73	17,68	17,70
FeO	3,64	3,61	3,61	4,94	4,24	11,40	11,41	11,39	11,37	11,42
MnO	0,36	0,42	0,48	0,53	0,31	0,57	0,60	0,58	0,59	0,61
MgO	33,94	33,63	31,17	30,02	30,15	27,65	27,5	27,48	27,46	27,63
Сумма	89,05	89,97	87,07	89,18	88,5	90,55	90,18	90,00	89,62	90,12
Кристаллохимические формулы										
Si	6,34	6,36	6,27	6,60	6,30	6,61	6,55	6,52	6,44	6,51
Al(VIII)	0,35	0,53	0,29	0,86	0,60	0,70	0,63	0,59	0,50	0,59
Al(XII)	1,66	1,64	1,73	1,40	1,70	1,39	1,45	1,48	1,56	1,49
Fe	0,58	0,58	0,56	0,79	0,67	1,90	1,90	1,89	1,88	1,90
Mn	0,06	0,07	0,08	0,09	0,05	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Mg	9,66	9,64	8,69	8,25	8,52	8,22	8,15	8,13	8,10	8,19
Кристаллохимические характеристики										
ΣAl	2,01	2,17	2,02	2,26	2,29	2,09	2,08	2,07	2,06	2,07
Fe/ΣFe ⁺	0,06	0,05	0,06	0,08	0,07	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19
$\frac{Mg}{Mg+Fe}$	10,24	10,22	9,25	9,04	8,96	10,12	10,05	9,61	9,98	10,09
Al ^{IV} cor	1,70	1,68	1,77	1,46	1,75	1,52	1,57	1,61	1,69	1,62
T, °C	241	255	213	230	237	223	224	226	230	228

Примечание: номера образцов 1-5 соответствуют хлоритам из околорудноизменённых пород, 6-10 хлоритам из руд.

Как видно из таблицы содержания MgO колеблется в пределах 30,02-33,94%; FeO 3,61-4,94% (для хлоритов из околорудноизменных пород); MgO 27,46-27,65%, FeO 11,37-11,42% (для хлоритов из руд).

В некоторых зернах хлоритов из околорудноизменных пород по контуру зерен, либо в их средней части наблюдаются выделения серицита (рис.а), а также отмечаются зерна хлорита, в которых по трещинам спайности наблюдаются выделения апатита, лейкоксена, а также минералов редких земель (монацита и ксенотима) (рис.б).

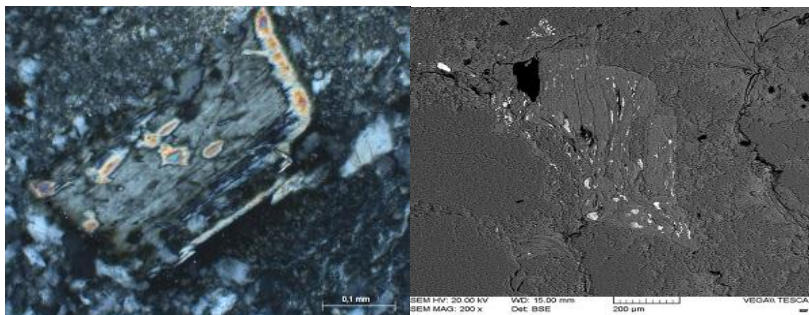


Рис. а – зерно хлорита (никилы скрещенны) с включениями серицита; б – фото РЭМ (режим BSE, ув. 2000), по трещинам отдельности в зерне хлорита отмечаются выделения зерен апатита, лейкоксена и минералов редких земель.

Таким образом, температура кристаллизации хлоритов характеризовалась скачкообразным изменением: хлориты околорудноизменных пород образовывались при несколько более высоких температурах, хлориты руд при более низких. Изменение температур и химического состава хлоритов связано, по-видимому, с подновлением и изменением минералообразующих растворов.

Литература

1. Бестемьянова К.В., Гринев О.М. Околорудноизменные породы барит – полиметаллических месторождений Змеиногорского рудного района (Рудный Алтай). Материалы III всероссийской молодежной научной конференции «Байкальская молодежная научная конференция по геологии и геофизике». 2015. С. 190-194.
2. Кебезинская К.Б. Статистический анализ хлоритов и их парагенетические типы. Изд. Наука, 1965. С. 137.
3. Patrice de Caritat, Ian Hutcheon, John L.Walsh Chlorite geothermometry // Clays and minerals. V.41, № 2. P. 219-239.

КОНЦЕНТРИЧЕСКИ-ЗОНАЛЬНОЕ РИТМИЧНОЕ СТРОЕНИЕ КОНКРЕЦИИ ИЗ ПЕСКОВ НИЖНЕГО ПАЛЕОГЕНА БУЧАКСКОЙ СВИТЫ (МИЛЛЕРОВСКИЙ РАЙОН РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ)

К.К. Вислогузов, А.С. Гайворонская, И.А. Голованев
*Южно-Российский государственный политехнический
университет (НПИ) им. М.И. Платова,
студенты 3 курса, alina-gayvoronskaya@mail.ru*

Научный руководитель: к.г.-м.н., доцент В.С. Исаев

***Аннотация:** в статье приводятся результаты исследования фрагмента довольно необычного геологического образования концентрически-зонального строения. Рассматривается его состав и строение. Делается вывод о его происхождении.*

***Ключевые слова:** конкреция, концентрическая слоистость, ритмичность.*

CONCENTRICALLY ZONED RHYTHMIC NODULES STRUCTURE OF LOWER PALAEOGENE SANDS IN BUCHAKSK FORMATION (MILLEROVO AREA, ROSTOV- ON-DON REGION)

K.K. Visloguzov, A.S. Gayvoronskaya, I.A. Golovanev
*Platov South-Russian State Polytechnical University (NPI),
3^d year Students, alina-gayvoronskaya@mail.ru*
Research Supervisor: Candidate of Geology and Mineralogy, Reader
V.S. Isayev

***Abstract:** it was found that the minimum radiocarbon age have fresh water in Quaternary sediments. It is confirmed by the increased activity of tritium in them. Mineral waters have Late Pleistocene age, they may become contaminated with surface only by wellbores.*

***Key words:** nodule, concentric layering, rhythmicity.*

Во время летних каникул 2015 года мы решили обследовать некоторые из ближайших к городу Миллерово (Север Ростовской области) обнажения меловых отложений, с целью поиска различных окаменелостей. В перекрывающих меловые отложения песках, нижнего палеогена бучакской свиты, нами был обнаружен довольно необычный геологический объект, имеющий отчётливо выраженное концентрически-слоистое строение (рис.1а,1б.). На приведённых рисунках отчётливо видно, что он представляет собой, с большой

долей вероятности, фрагмент более крупного образования округлой формы, диаметром не менее 50 мм. Окраска его неоднородна, в желтовато-коричневатых тонах, но слойки имеют разный оттенок, чем подчёркивается его концентрически-слоистое строение и различный состав слойков. Первые предположения об объекте – он имеет органогенное происхождение.

Однако, не смотря на это однозначного мнения о генезисе рассматриваемого объекта у группы исследователей не сложилось, что послужило мотивом, побудившим нас к дальнейшему, более детальному его изучению.

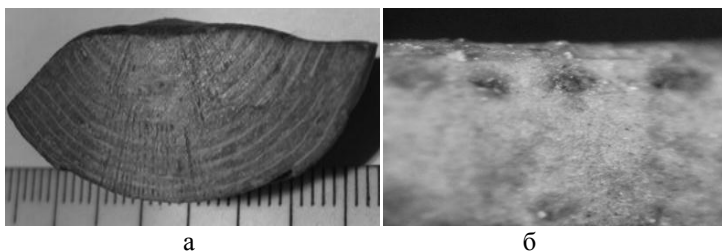


Рис. 1. а - фотография правой плоскости образца; б - фотография торцевой поверхности образца, на которой отчётливо видны округлые пятна серого цвета

При исследовании образца в лабораторных условиях, оказалось, что первоначальная форма его, вероятно, была шарообразной. Кроме этого, из приведённого выше рисунка (рис.1а.) следует, что его концентрически-слоистое «генеральное» строение (КСС) не выдержано и часто нарушается радиальными прерывистыми веерообразными «трещинками» с минеральным выполнением.

Проверка объекта на твёрдость показала, что она не превышает 3 по шкале Мооса, но при проверке его твёрдости на стекле, можно однозначно утверждать, что в его составе присутствуют зёрна минералов с твёрдостью превышающей твёрдость стекла. При проверке реакции образца с соляной кислотой, она оказалась бурной.

Для получения более детальной информации о строении и составе данного образца, нами была выполнена полировка его поверхностей. В ходе последующего его исследования под бинокулярной лупой, под микроскопом в отражённом свете и на минералогическом микроскопе при боковом освещении, было установлено, что все циклически чередующиеся концентрические слойки, слагающие образец, различаются по составу, мощности и структуре.

В целом, в строении рассматриваемого фрагмента данного образования принимают участие 28 слоев. Мощность их, измеренная по одному из пересечений приведена в таблице.

Таблица

Измерение мощности слоев

№ п/п	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Светлые слои, мощ-ть (мм)	0,41	0,49	0,33	0,32	0,33	0,32	0,21	0,31	0,21	0,23	0,24	0,16	0,15	0,13
Темные слои, мощ-ть (мм)	0,16	0,9	0,95	0,91	0,82	0,73	0,57	0,98	0,82	0,74	0,65	0,72	0,63	0,62

Пояснение: Мощ-ть – мощность.

Из её анализа следует, что мощность слоев, хотя и испытывает заметные вариации, но в целом изменяется достаточно однозначно, постепенно уменьшаясь от ядра к периферии.

Концентрически-зональное строение рассматриваемого объекта указывает на то, что рост его, вероятно, происходил от центра к периферии в результате последовательного наращивания слоев различного состава и структуры [1]. При достаточно значительных увеличениях отчетливо видно: слои, имеющие более темную окраску, характеризуются обломочной структурой и представляют собой пелитоморфный известняк с кластогенной алевроитовой неравномерно распределенной примесью (рис.2а,2б.). Последняя представлена в основе своей кварцем с включением редких рассеянных зёрен ильменита.

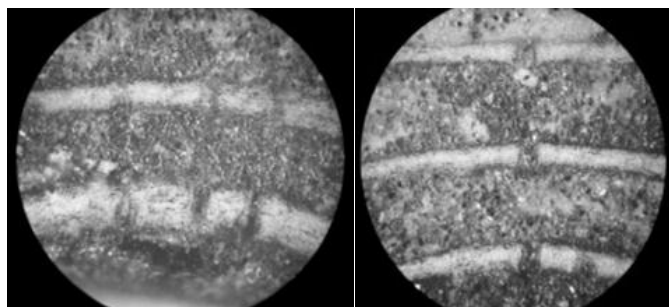
Слои, имеющие более светлую окраску, обнаруживают мономинеральный состав и сложены пелитоморфным кальцитом «пузырчатой» структуры. В пределах слоев «пузырьки» распределены часто ритмично, обычно заметно сгущаясь от подошвы к кровле слоев.

Концентрически-слоистое строение образца не выдержано и часто нарушено. Кроме выше отмеченного нарушения КСС наблюдаются и другие. Довольно крупное нарушение его в виде срезания и замещения по простираанию кластогенной составляющей отмечается в одной части образца.

Наряду с этим наблюдается ещё целый ряд более мелких нарушений КСС в виде нарушения сплошности слоев (рис.2а,2б.).

Нарушения этого вида затрагивают слои обоих структурных типов, но наиболее четко они проявлены в слоях «пузырчатой»

структуры. Данные нарушения КСС, обычно телескопированы и охватывают по вертикали несколько слоев. Создается впечатление, что КСС нарушается в результате течения карбонатного материала, который находился ещё в гелеобразном текучем состоянии.



а)

б)

Рис. 2. Фотографии приполированной поверхности образца на минералогическом микроскопе при боковом освещении. Диаметр поля зрения 1,2 мм. а) На рисунке отчетливо видны 3 слоя кластогенной структуры (тёмно-серое) и 2 мономинеральных карбонатных слоя (светло-серое).

Сплошность нижних слоев нарушена 3 каналами; б) на рисунке наблюдаются 4 слоя кластогенной структуры и 3 мономинеральных слоя карбонатного состава. Сплошность слоев нарушена одним каналом.

Таким образом, это подтверждает то, что данный объект возник в результате последовательного хемогенного осаждения карбоната кальция в водной среде. Динамическая обстановка среды в которой он формировался, вероятно, была изменчивой и в её состоянии можно выделить тиховодные и активноводные условия. Это в конечном счёте определило слоистое строение объекта и разнородный состав его слоев.

Литература

1. Суздальский О.В. Конкреции послепалеогеновых отложений Усть-Енисейской впадины. Ученые записки НИИГА. Серия региональная геология. Выпуск 5, 1965. С. 7-9.

ДЕКОРАТИВНО-ПОДЕЛОЧНЫЕ ЯШМЫ ПРИСЕВАНСКОГО ОФИОЛИТОВОГО ПОЯСА АРМЕНИИ

М.Р. Геворкян, А.К. Джугарян¹

Ереванский государственный университет,

¹-аспирант 1 года обучения, lyosh777@gmail.com

Научный руководитель: к.г.-м.н., ассистент М.Р. Геворкян

Аннотация: яшма издревне использовалась как материал для украшений. В Присеванском офиолитовом поясе тела яшмовидных пород (с прослоями яшм) наиболее характерны для «кремнистоэффузивной формации». Среди офиолитовой ассоциации встречаются разные типы яшм.

Ключевые слова: яшма, офиолит, радиолариты, кремнистые породы.

DECORATIVE-SEMIPRECIOUS JASPER FROM SEVAN BELT REGION OF ARMENIA

M.R. Gevorgyan, A.K. Juharyan¹

Yerevan State University,

¹-1st year Post-graduate Student, lyosh777@gmail.com

Research Supervisor: Candidate of Geology and Mineralogy, Assistant

Lecturer M.R. Gevorgyan

Abstract: jasper since ancient times has been used as a material for ornaments. In Sevan belt there are many rock bodies interbedded with jasper. Which are most typical for effusive chert rocks. Many types of jaspers were found among this ophiolite-association.

Key words: jasper, ophiolite, radiolarites, cherts.

Яшма издревле использовалась как материал для украшений. С прикладной точки зрения к яшмам относятся «любые массивные микрозернистые породы, обладающие красивой окраской и способные принимать зеркальную полировку». Генезис яшм исключительно разнообразен. Некоторые из них, например, фельзитовые порфиры, имеют магматическое происхождение и перешли в «разряд» яшм благодаря метаморфическому преобразованию. Известны типичные «контактовые» яшмы – кварц-полевошпатовые роговики и сливные тонкозернистые кварциты. Однако, наиболее характерными и распространенными представителями группы яшм являются окрашенные кремнистые породы, входящие в состав спилитдиабазовых и кератофировых формаций. Среди

зеленокаменных вулканогенно-осадочных толщ целесообразно выделять особую «яшмовую» фацию.

Характеристики основных цветовых разновидностей яшмы

В Присеванском офиолитовом поясе тела яшмовидных пород (с прослоями яшм) наиболее характерны для «кремнистоэффузивной формации». Прерывистые выходы кремнистых пород протягиваются почти на 200 км; однако наиболее значительны они в пределах Севанского хребта (около 75 км). Мощность их доходит до 300 м, что соответствует примерно трети мощности формации. В кровле формации развита ассоциация брекчиевидных радиоляритов, пелитовых туффитов, спилитовых порфиритов с отдельными пачками эффузивных пород умеренно-кислого состава, марганцевых руд и радиоляритов.

Наибольшее разнообразие существенно кремнистых пород-«силицитов» сосредоточено в местах максимальных мощностей формации. Среди них радиоляриты проявлены повсеместно в форме пластов (до 10-20 м), они подчинены двум горизонтам вулканитов. С радиоляритами ассоциированы проявления и месторождения кварц-гематитовых яшм (Даранакского месторождения и другие).

В зоне максимальных мощностей формации обнаруживаются марганцевые и железомарганцевые радиоляриты. Черные с металлическим блеском эти породы чередуются с красными яшмами на склонах гор Саринар и Сатанахач. Мощность марганецсодержащих слоев колеблется от 1-2 до 15-20 м, по простирацию марганцевистые радиоляриты представляют собой средне-тонкослоистую породу с пропластками мелкозернистых кремней (пигментированных марганцев), кремнистых пелитовых туффитов, иногда яркокрасных глобулярных кремней. Прослои красных и сургучных яшм чаще ассоциируется с железистокремнистыми радиоляритами и субрадиоляритами.

Яшмы имеют среднюю и тонкую слоистость, пологое залегание, обычно выдержанную (иногда наблюдается выклинивание отдельных слоев) мощность.

Структура этих пород под микроскопом органогенная, органогенно-микрозернистая, чаще реликтовая («следы» и «тени» радиолярий). Органогенная структура нередко сменяется мелкозернистой, без реликтов радиолярий. Текстура породы однородная, тонколоистая, массивная, конседиментационно-брекчиевая. В случае деформированности породы бурые окислы железа, которые пигментируют породу, нередко выносятся за пределы

слоя. В результате происходит депигментация или осветление слоя до серо-желтого, а также изменение первоначальной структуры породы.

На отдельных участках в результате динамометаморфизма в радиоляритах генерируются новообразования граната (андрадита, андратит-гроссуляра). Радиоляриты, ассоциированные с прослоями известняков и известковистых радиоляритов, ритмично чередуются с известняками и известковистыми яшмами. Радиоляриты кирпично-красные и светло-розовые, состоят из криптокристаллического кварца, тонкораспыленного гематита, остатков радиолярий, нередко спикул кремниевых губок и фораминифер.

На Севанском хребте с яшмовыми радиоляритами ассоциируются также силициты, так называемые «фтанитоиды», слагающие линзы и слои мощностью до 1-1,5 м. Эти темносерые, темно-зеленые породы обладают тонкой слоистостью. Под микроскопом структура породы органогенномелкозернистая. В них отмечаются остатки радиолярий, иногда иглы спикул. По сравнению с собственно яшмовыми радиоляритами во фтанитоидах происходит повышение содержания железа и органического углерода.

Повсеместно в зоне встречаются кремнистые породы с глобулярной структурой (эксгальционные кремни). Мощность пластовой и линзовидной формы тел не более 0,7 м, иногда встречаются также их секущие формы.

Под микроскопом обнаруживаются реликты глобулярной структуры, в значительной степени затушеванные последующей раскристаллизацией кремнезема. Структура основной массы мелкозернистая, состав существенно кварцевый. Бурые и красные окислы железа подчеркивают особенности исходной глобулярной структуры породы. В отдельных образцах эксгальционных кремней, содержание окиси железа составляет 11,95-19,36%, закиси – 0,14-0,58%. Очевидно, что при таком составе эти породы могут представить определенный практический интерес как пигменты.

Яшмовые брекчии встречаются в нескольких пунктах южного склона Севанского хребта (села Сатанахач, Авазан (Гейсу) и другие). Эти участки и узлы имеют мощность около 3–5 м. Угловатые обломки скреплены кварцевым, либо кварцхалцедоновым цементом сферолитово-вокрустификационной структуры. Данные по морфологии этих тел, как и гомогенизация газовой-жидких включений в кварце (от 240-260°C до 100-115°C), свидетельствуют о том, что эти тела приурочены к конседиментационным разломам, вдоль которых имели место подъем и разгрузка вулканических газо-гидротерм.

В приводораздельной части Севанского хребта яшма залегает на участке от бассейна р. Даранак до верховья р. Гегамасар (Шишка) в виде линз, мощностью 5-10 м, а также слагает мощные пачки (50-80 м), чередующиеся с вулканитами. Среди офиолитовой ассоциации встречаются разные типы яшм.

1. Железисто-кремнистые яшмовые радиоляриты – красные, сургучные яшмы, имеющие значение как поделочные камни. Больше всего распространены окрашенные в красный, кирпично-красный, сургучный цвета; имеют тонкую слоистость, горизонтальную, иногда с выклиниванием слоев. **2.** Полосчатые яшмы определяются чередованием красных сургучных и марганцевистых, более коричневатых и почти черных слойков (2-5 мм). Крупные выходы этих пород крайне незначительны, они слагают переход между железистокремнистыми и марганцо-вистыми яшмами слойков. **3.** Фтанитоиды слагают маломощные (0,2-0,5 м, реже до 1,5 м) линзы и прослой среди радиоляритов и прочих силицитов. Встречаются в районе Севанского хребта. Это темно-серые, зеленые, темно-зеленые породы; окраска сгущается к середине линз; порода слоистая, слоистость горизонтальная. Иногда резко переходит к яшмовым радиоляритам. Структура под микроскопом органогенно-микрозернистая. По сравнению с яшмовыми радиоляритами во фтанитоидах повышены содержания закисного железа, S_{org} ; обращает внимание низкое содержание Mn, Ti, V, Co, Ni. **4.** Брекчиевидные яшмы с халцедон-кварцевым цементом; выходы обнаружены в нескольких пунктах южного склона Севанского хребта. Брекчии слагают прерывистые зоны северо-западного простирания и близвертикального падения. Мощность зон не превышает 3-5 м. Угловатые обломки яшмы, состоящие из радиоляритов и микрозернистых сургучных яшм, скреплены кварц-халцедоновым цементом со сферолито-крустификационной структурой **5.** Красная яшма. В красных яшмах пигментирующим материалом является тонкорассеянный (вкрапленный) гематит. Лишь в отдельных случаях красителями могут являться также гидраты окислов железа, придающие породе сургучную окраску или же минерал из группы эпидота – пьомонтит с его малиновым тоном. Главными минералами, слагающими красные яшмы Даранака (Дара) (на южных склонах Севанского хребта) и некоторых других месторождений и проявлений, являются кварц и халцедон. По преобладающему минералу выделяются гематит-кварцевые и гематит-кварц-халцедоновые яшмы. **6.** Зеленая яшма чаще принадлежит к параллельно-ленточным текстурным разновидностям этого самоцвета с шириной полосы не

более 5-6 мм. Под микроскопом в составе яшмы различаются пумпеллиит, хлорит, селадонит, монтмориллонит, халцедон, реже пирит, гематит, гидрогетит. 7. Яшма желтого цвета обладает неоднородной окраской и чаще всего характеризуется афанитовым сложением. Она состоит из халцедона с примесью кварца, гетита, кварцина, реже встречаются гематит и гидрогематит. 8. Пестроцветные (пятнистые) яшмы характеризуются наибольшим разнообразием структур и текстур. Они являют собой удивительную мозаику цвета, тонов, рисунка. В большинстве случаев пестроцветные яшмы представляют собой полностью или частично перекристаллизованные породы с крупностью зерен от тысячных до сотых долей мм. Состав их обычно стабильный, встречаются кварц, халцедон, гематит, магнетит, хлорит, реже пумпеллиит, пирит.

Высокие качества и декоративность яшм позволяют применять их как поделочные камни и рекомендовать добычу. Яшмы – весьма плотные, хорошо отполированные красивые поверхности и используют как декоративно-поделочный камень.

Литература

1. Геворкян Р.Г., Геворкян М.Р. Офиолитовая палеоокеаническая кора Армении (Южный Кавказ). Ереван: ГЕОИД, 2003. 259 с.
2. Геворкян Р.Г., Геворкян М.Р., Каминский Ф.В., Сатиан М.А. Яшмоиды и фтанитоиды из офиолитовой ассоциации Армении. Сб. тез. докл. II-го Всесоюз. совещ.
3. Сатиан М.А. Офиолитовые прогибы Мезотетиса. Ереван: Изд. АН Арм. ССР, 1984. 195 с.

ВНУТРЕННЕЕ СТРОЕНИЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ МИКРОСФЕР ИЗ ОСАДОЧНЫХ ПОРОД

М.С. Глухов, Б.М. Галиуллин, Е.О. Стаценко

**Казанский (Приволжский) федеральный университет,
магистранты 1 года обучения, gluhov.mikhail2015@yandex.ru
Научный руководитель: д.г.-м.н., профессор Р.Х. Сунгатуллин**

Аннотация: методами электронной микроскопии и рентгеновской микротомографии исследовано внутреннее строение экзотических металлических шариков из осадочных пород. Процессы дифференциации вещества при образовании микросфер фиксируются по закономерному изменению (от центра к периферии) геохимических и минералогических характеристик.

Ключевые слова: микросферы, микрозонд, микротомография, внутреннее строение, Восточно-Европейская платформа.

INTERNAL STRUCTURE OF METAL MICROSPHERES FROM SEDIMENTARY ROCKS

M.S. Glukhov, B.M. Galiullin, E.O. Statsenko

Kazan (Volga region) Federal University,

1st year Master's Degree Students, gluhov.mixail2015@yandex.ru

Research Supervisor: Doctor of Geology and Mineralogy, Professor

R.Kh. Sungatullin

Abstract: *methods of electronic microscopy and x-ray microtomography have investigated an internal structure of exotic metal balls from sedimentary rocks. Processes of differentiation of substance at formation of microspheres are fixed on natural change (from the center to the periphery) geochemical and mineralogical characteristics.*

Key words: *microspheres, microprobe, microtomography, internal structure, East European platform.*

В настоящее время благодаря достаточно широкому внедрению современных физико-химических методов, геологов все больше привлекают микрообъекты, например, металлические микросферы (преимущественно диаметром до 1 мм) в осадочных породах разного возраста. Интерес к подобным экзотическим частицам связан с изучением их генезиса, влиянием земных и космических процессов на биотические кризисы в геологической истории, перспективностью получения дополнительного метода корреляции разнофациальных толщ. Происхождение металлических шариков вызывает споры среди геологов уже 150 лет, начиная с экспедиции на судне «Челленджер», когда в глубоководных красных глинах Атлантики были обнаружены данные объекты и названы «космическими шариками» [8]. В настоящее время к основным причинам их образования относят вулканическую деятельность [1,3], техногенные процессы [5] и космические [2,4] события.

Ранее с помощью электронной микроскопии и микрозондового анализа нами изучены морфологические и химические особенности поверхности микросфер из мезозойских и каменноугольных отложений Восточно-Европейской и Западно-Сибирской платформ [6,7,9]. Состав поверхности микросфер в основном оказался магнетитовым.

В последнее время проведены дополнительные исследования внутреннего строения микросфер из каменноугольных отложений Волго-Уральской антеклизы и мезозойских отложений плато Устюрт (Республика Казахстан) с помощью рентгеновской микротомографии (метод, который не разрушает образец) и изучения распределения химических элементов в полированных шлифах. Результаты анализа по геохимическому профилю показали (рис.1), что от центра к поверхности микросфер происходит уменьшение содержания железа. Это может указывать на минеральную дифференциацию вещества в следующем направлении (рис.2): самородные железо и никель («ядро» микросферы) → железо-никелевый интерметаллид и вюстит («мантия») → магнетит и гематит («кора»). Подтверждено, что железо отрицательно коррелирует с кислородом, что является дополнительным признаком дифференциации вещества внутри микросфер.

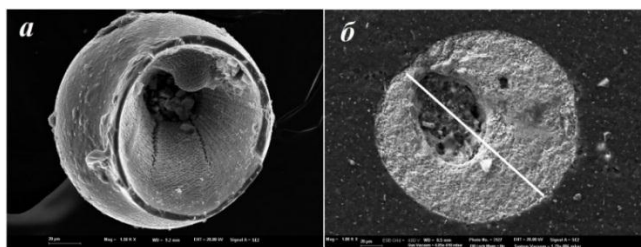


Рис. 1. Микросфера (а) и полированный шлиф (б) с линией геохимического профиля (белая линия)

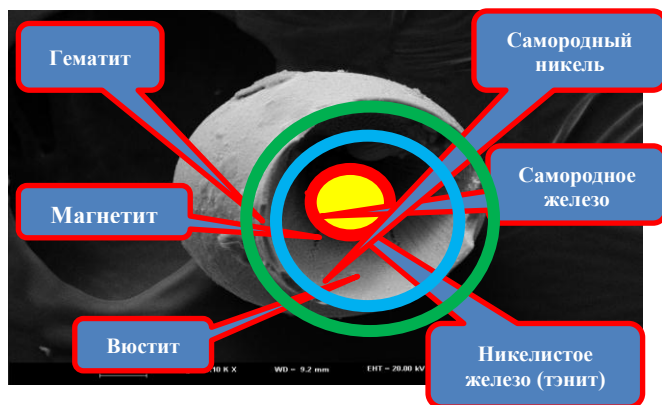


Рис. 2. Изменение минерального состава микросфер

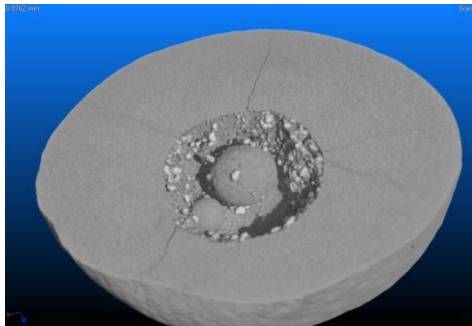


Рис. 3. Внутреннее строение микросферы по результатам рентгеновской микротомографии. В центре встречаются микросферы меньшего диаметра

Установлено, что оболочка микросфер («кора») имеет неоднородное строение, которое образуется слоями кристалликов магнетита разной формы. Среди исследованных образцов обнаружена полая микросфера, в центре которой встречаются 3 микросферы меньшего диаметра (рис.3). Это напоминает в миниатюре строение земного шара, что позволяет нам сделать предположение о возможности с помощью современной аппаратуры детального изучения микрообъектов для последующего познания крупных геологических объектов.

Нами продолжают исследования внутреннего строения микросфер с возможностью использования полученных данных для расшифровки их генезиса и применения в геологической практике.

Литература

1. Голева Р.В., Луговская И.Г., Мельников М.Е. О генезисе «космических шариков» в железомарганцевых рудах Мирового океана // Отечественная геология. 2014. № 1. С. 55-61.
2. Грачев А.Ф. К вопросу о природе космической пыли в осадочных породах // Физика Земли. 2010. № 11. С. 3-13.
3. Карпов Г.А., Мохов А.В. Микрочастицы самородных металлов, сульфидов и оксидов в андезитовых пеплах Карымского вулкана // Вулканология и сейсмология. 2010. № 3. С. 19-35.
4. Корчагин О.А. Присутствие металлических микросфер и микрочастиц в раннем сеномане Крыма – «космическое пылевое событие» // Доклады Академии наук. 2010. Т. 431, № 6. С. 783-787.
5. Осовецкий Б.М., Меньшикова Е.А. Природно-техногенные осадки. Пермь: Пермский государственный университет, 2006. 209 с.
6. Сунгатуллин Р.Х., Сунгатуллина Г.М., Глухов М.С., Осин Ю.Н., Воробьев В.В. Возможности использования космических микросфер при

корреляции нефтегазоносных отложений // Нефтяное хозяйство. 2015. № 2. С. 16-19.

7. Сунгатуллин Р.Х., Бахтин А.И., Цельмович В.А., Сунгатуллина Г.М., Глухов М.С., Осин Ю.Н., Воробьев В.В. Железо-никелевые микрочастицы в осадочных породах как индикаторы космических процессов // Ученые записки Казанского университета. Естественные науки. 2015. Т. 157. Кн. 3. С. 102-118.

8. Murray S., Renard A.F. Report on deep-sea deposits based on the specimens collected during the voyage of H.M.S. Challenger in the years 1872 to 1876. V. 3. Neil. Edinburg. 1891.

9. Sungatullin R.H., Bakhtin A.Io., Sungatullina G.M., Tsel'movich V.A., Glukhov M.S., Osin Yu.N. and Vorobiev V.V. Composition And Morphology Of Metal Microparticles In Paleozoic Sediments Of Caspian Depression // International Journal of Applied Engineering Research. 2015. Vol. 10, No 24. P. 45372-45382.

ЧЕРНЫЕ СЛАНЦЫ НЯРОВЕЙСКОЙ СЕРИИ (ПОЛЯРНЫЙ УРАЛ)

О.В. Гракова, Н.С. Уляшева

*Институт геологии КомиНЦ УрО РАН,
молодой ученый, ovgrakova@geo.komisc.ru*

Научный руководитель: д.г.-м.н., ведущий научный сотрудник
лаборатории региональной геологии Ю.И. Пыстина

Аннотация: черные сланцы няровейской серии представлены хлорит-мусковит-кварцевыми и мусковит-кварцевыми разновидностями. Углеродное вещество в сланцах представлено нанокристаллическим графитом. Средние значения температур его образования, рассчитанные по рамановскому термометру, составили около 500°C.

Ключевые слова: черные сланцы, углеродистое вещество, Полярный Урал.

BLACK SHALES OF NYAROVEY SERIES OF POLAR URALS

O.V. Grakova, N.S. Ulyasheva

*Institute of Geology of the Komi Science Center of the Ural Branch of the
Russian Academy of Sciences,
Young Researcher, ovgrakova@geo.komisc.ru*

Research Supervisor: Doctor of Geology and Mineralogy, Leading
Researcher of Regional Geology Laboratory Y.I. Pystina

Abstract: black shales of nyarovey series presents chlorite-muscovite-quartz and muscovite-quartz varieties. Carbon material in shales presents nanocrystalline

graphite. The average values of the temperature of its formation, calculated on Raman thermometer, amounted to about 500°C.

Key words: *black shales, carbon material, Polar Urals.*

В древних толщах черные сланцы характеризуются повышенными содержаниями благородных металлов, редких рассеянных элементов. Углеродное вещество оказывает сильное влияние на образование, перемещение и накопление рудных компонентов в породах черносланцевого типа. Изучение углеродного вещества представляет большой практический интерес.

Пробы для исследования были отобраны из углеродистых сланцев няровейской серии среднерифейского возраста Центрально-Уральской зоны Полярного Урала, расположенных вдоль руч. Няршор, Графитовый и по безымянным притокам р. Ингилорьеган. Черные сланцы залегают в виде пластов и тонкоплитчатых образований мощностью до 2 м среди клиноцоизит-хлорит-мусковит-кварцевых, хлорит-мусковит-кварцевых и альбит-мусковит-хлорит-кварцевых пород, представлены метапсаммитами и метапелитами [6]. По данным В.А. Душина [3] углеродистые сланцы няровейской серии имеют надкларковые значения серебра, цинка, свинца, ванадия, фосфора, платиноидов и др. По результатам дифференциально-термического анализа углеродистое вещество в сланцах няровейской серии представлено двумя модификациями углерода, которые обусловлены на кривых ДТА двумя экзотермическими пиками – 400-600°. Судя по температурам выгорания графита, углеродное вещество, может быть связано с двумя этапами метаморфизма углеродсодержащих отложений рифея, соответствующих эпидот-амфиболитовой и зеленосланцевой фации [2].

Нами был изучен петрографический состав черных сланцев няровейской серии и установлены формы проявления углеродного вещества в них.

Минеральный состав, структурные и текстурные особенности черных сланцев изучались на поляризационном микроскопе, а углеродное вещество исследовалось с помощью спектроскопии комбинационного рассеяния света (КР) (аналитик С.И. Исаенко) в ЦКП «Геонаука» (ИГ Коми НЦ УрО РАН).

В результате петрографического описания пород установлено, что практически все черные сланцы представлены хлорит-мусковит-кварцевыми и мусковит-кварцевыми разновидностями. Содержания углеродного вещества 2-15%, мусковита 10-20%, хлорита 0-10%, кварца 60-80%. Углеродное вещество распределено в породах в виде полос и прослоев мощностью от 0.02 мм до 0.1 мм и в виде

изометричных и струевидных обособлений, линз. Отмечаются участки пород мощностью до 2 мм, где углеродное вещество практически отсутствует. Часто хлорит и мусковит приурочены к углеродистым прослоям и отделяются от полос, обогащенных кварцем. Местами порода милонитизирована, в результате чего кварц превращается в тонкозернистый материал, а углеродное вещество и мусковит образуют мелкие складочки. Структура пород лепидогранобластовая, текстура сланцеватая, полосчатая, местами пльичатая.

По данным рамановской спектроскопии графитовые частицы в исследуемых образцах (рис.) характеризуются присутствием основной полосы G графита $1569\text{--}1586\text{ см}^{-1}$.

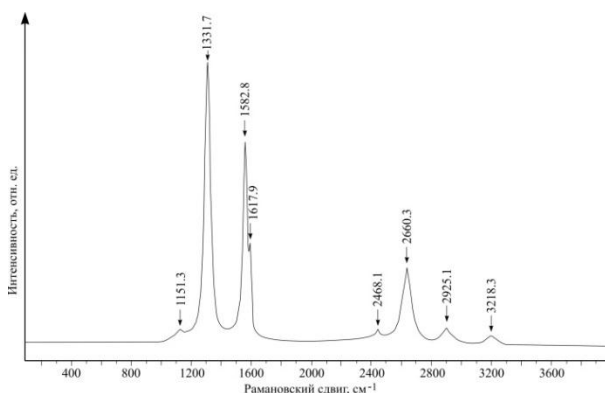


Рис. Типичный рамановский спектр графита в сланцах няровейской серии.

Ширина на половине высоты полосы G (FWHMG) изменяется от 21 до 43 см^{-1} . Полоса D1 имеет значение $1324\text{--}1337\text{ см}^{-1}$. Отмечается полоса D2 — 1618 см^{-1} , что может указывать на проявление внутрислоевых дефектов в углеродном веществе из-за присутствия гетероатомов, включая O, H, N и повышением степени структурного упорядочения вещества при графитизации [1]. Размер кристаллитов L_a [5] составляет 4-9 нм, отсюда, можно сделать вывод, что углеродное вещество представлено нанокристаллическим графитом по классификации [8]. По [9] изученные образцы, с характерными пиками полос G и D1, их полуширине и соотношению интегральных интенсивностей сопоставимы с графитом хлоритовой фации метаморфизма.

Используя геотермометр максимальных температурных условий графитизации, достигнутых при региональном метаморфизме, на основе величины $R2 = D1/(G + D1 + D2)$, можно оценить температуру с точностью до $\pm 50^\circ\text{C}$ в диапазоне $330\text{--}650^\circ\text{C}$ [7]. С помощью

величины $R2 = D1/(G + D1 + D2)$, которая соответствует отношению интегральных интенсивностей соответствующих рамановских полос (площадей пиков) в спектрах в области первого порядка ($1100-1800 \text{ см}^{-1}$), также можно оценить и степень организации углеродного вещества [1]. В углеродистых сланцах няровейской серии рассчитанная величина $R2$ составляет 0.29-0.30, что характеризует низкую степень упорядоченности углеродного вещества [4,7]. По рамановскому термометру: $T^{\circ}\text{C} = -445 \cdot R2 + 641$ [7], рассчитана возможная температура образования углеродного вещества в углеродистых сланцах няровейской серии, она составляет около $500 \pm 50^{\circ}\text{C}$.

По результатам проведенных исследований установлено, что черные сланцы няровейской серии Полярного Урала представлены хлорит-мусковит-кварцевыми и мусковит-кварцевыми разновидностями. По рамановскому термометру установлены средние значения температур его образования, они составили около 500°C , что подтверждает результаты дифференциально-термического анализа [2]. Углеродное вещество в сланцах представлено нанокристаллическим графитом, его образование проходило в стабильных условиях ($R2 < 0.5$).

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 16-35-00146 мол а, а также при поддержке Программы фундаментальных исследований РАН № 15-18-5-17.

Литература

1. Данилова Ю.В., Исаенко С.И., Шумилова Т.Г. Оценка условий флюидогенной углеродизации // Доклады РАН, 2015. Том 463, № 4. С. 446-450.
2. Душин В.А. Магматизм и геодинамика палеоконтинентального сектора севера Урала. М.: Недра, 1997. 213 с.
3. Душин В.А., Сердюкова О.П., Малюгин А.А. и др. Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1:200000. Издание второе. Серия Полярно-Уральская. Листы Q-42-I, II. Объяснительная записка. СПб.: ВСЕГЕИ, 2007. 340 с.
4. Ковальчук Н.С., Исаенко С.И. Углеродное вещество в метаморфических сланцах пуйвинской свиты (Приполярный Урал) // Материалы 24-ой научной конференции «Структура, вещество, история литосферы Тимано-Североуральского сегмента». Сыктывкар, 2015. С. 93-95.
5. Уляшев В.В., Исаенко С.И. Структурное преобразование шуньгита при импульсном лазерном воздействии // Материалы 24-ой научной конференции «Структура, вещество, история литосферы Тимано-Североуральского сегмента». Сыктывкар, 2015. С. 157-160.

6. Уляшева Н.С. Геохимические особенности метабазитов няровейской серии Харбейского выступа (Полярный Урал) // Вопросы естествознания (Иркутский государственный университет путей сообщения) 2015. №4. С. 132-134.
7. Beyssac O., Goffe B., Chopin C. and Rouzaud J.D. Raman spectra of carbonaceous material in metasediments: a new geothermometer // J. Metamorph. Geol., 2002. V. 20. № 9. P. 859-871.
8. Ferrari A.C., Robertson J. Raman spectroscopy of amorphous, nanostructured, diamond-like carbon, and nanodiamond // Phil. Trans. Roy. Soc. London. A., 2004. V. 362. P. 2477-2512.
9. Wopenka B., Pasteris J.D. Structural characterization of kerogens to granulite-facies graphite: Applicability of Raman microprobe spectroscopy // Amer. Mineral., 1993. V. 78. P. 533-557.

ХРОМДИОПСИД МЕСТОРОЖДЕНИЯ «ИНАГЛИ» (РЕСПУБЛИКА САХА (ЯКУТИЯ), РОССИЯ)

С.Д. Гунько, У.С. Усольцева

*Национальный исследовательский Томский политехнический
университет, студенты 2 курса, gunko9696@list.ru*

Научный руководитель: к.г.-м.н., доцент Л.Г. Ананьева

***Аннотация:** рассмотрены особенности ювелирного хромдиопсида месторождения (Республика Саха). Приводится минералогическое и петрографическое описание, а также данные по химическому составу хромдиопсида.*

***Ключевые слова:** ювелирный камень, хромдиопсид.*

CHROME-DIOPSIDE DEPOSIT «INAGLI» (REPUBLIC OF SAKHA (YAKUTIA), RUSSIA)

S.D. Gunko, U.S. Usoltseva

Tomsk State University, 2nd year Student, gunko9696@list.ru

Research Supervisor: Candidate of Geology and Mineralogy,
L.G. Ananyeva

***Abstract:** the features chrome-diopside gem-quality deposits (Republic of Sakha (Yakutia)). We present the mineralogical and petrographic description, as well as data on the chemical composition of chrome-diopside.*

***Key words:** gemstone, chrome-diopside.*

Среди разновидностей камнесамоцветного сырья, которые используются в качестве ювелирного камня, хромдиопсид не является

особенно распространенным самоцветом. Однако за свои качественные характеристики он получил названия «Сибирский изумруд» или «Якутский изумруд». Такие заслуженные названия камень получил не только за его насыщенный глубокий зеленый цвет, но и благодаря тому, что впервые такая ювелирная разновидность диопсида была открыта в Якутии, на реке Инагли (поэтому минерал получил еще одно название инаглит), правом притоке Алдана. Первооткрывателем месторождения стал А.М. Корчагин в 1968 году. А.М. Корчагиным впервые была дана минералогическая характеристика хромдиопсида Инаглинского массива, приведены оптические свойства и данные химического анализа, а также фотографии, сделанные под электронным микроскопом [1]. Необходимо отметить, что хромдиопсид известен как породообразующий минерал и встречается во многих месторождениях мира. Его проявления были встречены в Финляндии, ЮАР, Мьянме, Швейцарии, Кении, Чехии, Мексике, Мадагаскаре и других странах [5,6]. В перечисленных странах хромдиопсид в незначительных количествах добывается попутно, однако крупные скопления этого самоцвета отмечены только на Инаглинском месторождении.

Целью работы было изучение минералогического состава метасоматитов диопсид-ортоклаз-вермикулитового состава, вмещающих ювелирный хромдиопсид, а также исследование химического состава и флюидных включений хромдиопсида. Исследование проводилось на базе кафедры геологии и разведки полезных ископаемых Национального исследовательского Томского политехнического университета.

Месторождение ювелирного хромдиопсида приурочено к одноименному Инаглинскому массиву ультраосновных-щелочных пород, который относится к кольцевым интрузиям центрального типа, площадь которого занимает около 20 кв. км. В строении массива принимают участие дуниты, щелочные габброиды, пуласиты, сиенит-порфиры и разнообразные жильные образования. Среди дунитов, залегают амфибол-полевошпатовые и непосредственно крупно и гигантозернистые диопсидсодержащие жильные образования. По данным А.М. Корчагина, Г.П. Пацкевича диопсидсодержащие породы древнее амфибол-полевошпатовых жил. Амфибол-полевошпатовые породы представлены ортоклазом и арфведсонитом, в качестве вторичных минералов по ортоклазу развивается натролит, частично ортоклаз замещен альбитом и пелитизирован, амфибол частично замещен хлоритом. Диопсидсодержащие породы разделяются на диопсид-ортоклазовые, мономинеральные диопсидовые и диопсид-

ортоклаз-вермикулитовые, все они относятся к одной возрастной группе и связаны между собой постепенными переходами. При этом диопсид-ортоклазовые и диопсидовые породы отнесены исследователями к пегматитам, а диопсид-ортоклаз-вермикулитовые к метасоматитам [4]. Минеральный состав характеризует зональность диопсидсодержащих жил.

Во всех телах диопсид представлен хромдиопсидом с различным содержанием окиси хрома. В тоже время пегматиты разного состава не представляют интереса, с точки зрения, перспективности на ювелирный хромдиопсид.

Единственным источником ювелирного хромдиопсида являются метасоматиты, по составу отвечающие диопсид-ортоклаз-вермикулитовым. Такие метасоматиты представлены сложными по форме и строению жильными телами, разбитыми разноориентированными трещинами, с частыми коленообразными изгибами, изменением мощности при изменении простирания. В местах интенсивной трещиноватости в отдельных блоках проявляется брекчирование пород с образованием своеобразной пятнистой текстуры, получивших название «леопардиты». Это породы, сложенные темными обломками дунита, сцементированными хромдиопсидом [2,3].

Состав диопсид-ортоклаз-вермикулитовых метасоматических жил неравномерен, мономинеральные диопсидовые зоны сменяются зонами с полевыми шпатами и вермикулитом. В их составе среднее содержание диопсида не превышает 10...20%, ортоклаза – 10...30% и вермикулита – 70%. Ортоклаз часто пелитизирован и замещен альбитом. В качестве аксессуаров встречаются апатит и редкие кристаллы циркона. Кристаллы диопсида достигают 15...20 см в поперечнике. Структура породы гипидиоморфнозернистая, крупно- и гигантозернистая. Диопсид имеет цвет от желтовато-зеленого до темно-зеленого с высокой степенью прозрачности (рис.1).

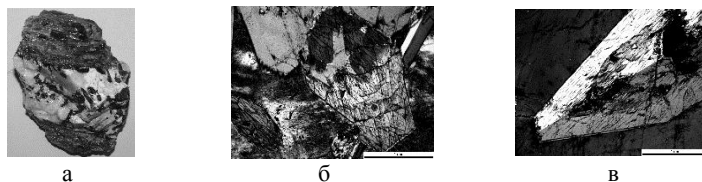
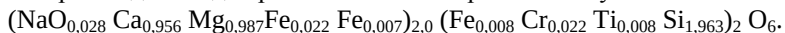


Рис. 1. Прожилек пегматита амфибол-полевошпатового состава с контактной оторочкой хромдиопсида (а); фрагмент кристалла арфведсонита с включением зерна апатита в матрице пелитизированного ортоклаза (б); включение сдвойникового кристалла арфведсонита в пелитизированном ортоклазе (в)

Исследование химического состава хромдиопсида проводилось с применением рентгено-флуоресцентного микроскопа XGT-7200 (аналитик М.А. Рудмин). Средний состав темноокрашенного ювелирного диопсида приближается к теоретическому:



При этом при увеличении содержания Fe и уменьшении содержания Cr окраска меняется, – от темно зеленой до желтовато-зеленой [4].

Для изучения условий формирования хромдиопсида и в целом массива метасоматитов, проведено термотермическое изучение флюидных включений. Из образцов хромдиопсида были выполнены полированные пластины, которые изучались в системе, включающей в себя холодильно-нагревательную станцию Linkam, микроскоп ZEISS AX10 (аналитик А.И. Бушманов). Большинство флюидных включений представлены двухфазной системой (рис.2). В результате термометрии методом гомогенизации обнаружилось, что используемая холодильно-нагревательная станция не позволяет получить информацию об условиях формирования хромдиопсида. При этом температура охлаждения хромдиопсида достигала -150°C , а температура нагревания – $+557^{\circ}\text{C}$ (интервал возможных температур для используемой станции: $-150...+600^{\circ}\text{C}$). Таким образом, отрицательный результат проведенных исследований позволяет сделать вывод о более высоких температурах формирования хромдиопсида и, в целом, всего массива метасоматитов.



Рис. 2. Флюидные включения в хромдиопсиде

Использование хромдиопсида как ювелирного камня пока весьма ограничено. По характеру своих физических свойств этот самоцвет уступает таким известным ювелирным прозрачным зеленым камням как, в первую очередь, изумруд, а также турмалин (верделит), хризолит и некоторые разновидности гранатов. К ухудшающим свойствам относиться его невысокая твердость, хрупкость и

трещиноватость. Бездефектные участки хромдиопсида Инаглинского месторождения составляют от первых мм до 3 см [3]. Тем не менее, учитывая запасы этого кристаллосырья на месторождении, красоту камня и относительно невысокую его стоимость можно предположить, что самоцвет займет достойную позицию в ряду зеленых самоцветов.

Литература

1. Гадиятов В.Г., Маршинцев В.К. Цветные камни Якутии и их месторождения. Екатеринбург, 2000. 324 с.
2. Гадиятов В.Г. Хромдиопсид месторождения Инагли // Геммология: Сборник статей. Томск: Томский ЦНТИ, 2011. 92 с.
3. Корчагин А.М. Инаглинский плутон и его полезные ископаемые. М.: Недра, 1996. 157 с.
4. Пацкевич Г.П. Инаглинское месторождение ювелирного хромдиопсида. В кн.: Драгоценные и цветные камни. М.: Наука, 1980. 146-157 с.
5. URL: <http://pro-kamni.ru/xromdiopsid> (дата обращения 11.02.2016).
6. URL: http://prevesti.ru/public_stone/197 (дата обращения 09.02.2016).

ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССОВ БИОСОРБЦИИ КОСТНОЙ ТКАНЬЮ

Т.О. Гущина

*Забайкальский государственный университет,
студент 4 курса, tanyshkagychina@imbox.ru*

Научный руководитель: к.г.-м.н., доцент Е.Е. Барабашева

Аннотация: в статье представлены результаты изучения минерального и химического состава остатков бивня мамонта и зубов шерстистого носорога из плейстоценовых аллювиальных отложений пещеры Хээтэй (Забайкальский край).

Ключевые слова: биоминерализация, рентгенограмма бивня, биосорбция костными остатками.

THE STUDY OF BIOSORPTION PROCESSES OF BONE TISSUET

T.O. Gushchina

*Transbaikal State University,
4th year Student, tanyshkagychina@imbox.ru*

Research Supervisor: Candidate of Geology and Mineralogy, Reader
E.E. Barabasheva

Abstract: the article presents the results of studying the mineral and chemical composition of the residues of mammoth Tusk and teeth of woolly rhinoceros from the Pleistocene alluvial deposits of the cave Cheeta (Zabaykalsky Krai).

Key words: Biomineralization, radiographs incisors, biosorption of bone remains.

Для биосферы характерны разные формы движения материи, но сущность системы определяется высшей формой – работой органического вещества. Органическое вещество можно представить как совокупность живых организмов, продуктов их жизнедеятельности, органогенных и биоминеральных остатков в геосистеме.

В последние годы резко возрос интерес к биогеохимическим исследованиям органических и биоминеральных образований. Для классической минералогии изучение состава костной ткани органических остатков весьма малоизученная область.

Нами представлены результаты изучения минерального и химического состава остатков бивня мамонта и зубов шерстистого носорога из плейстоценовых аллювиальных отложений пещеры Хэтэй, расположенных на юго-востоке Забайкальского края.

Состав пещерного аллювия, в котором найдены изучаемые обломки, согласно полученной рентгенограмме, в основном известковистый. В примесях содержатся – Fe – 2,58%, Cu – 0,009%, Zn – 0,095%, Mo – 0,003%, Ag – 0,001%, Cd – 0,001%, Sn – 0,002%, Sb – 0,004%, W – 0,002%, Hg – 0,001%, Pb – 0,005%, Th – 0,002%, U – 0,002%.

Изучаемый обломок бивня мамонта имеет размеры 23x12x8,5 см, вес 2,14 кг. Поверхность частично разрушена, имеет коричневато-бурый цвет. На изломе видна желтовато-белая уплотненная кость. Отчетливо видно неоднородное строение бивня – чем ближе к середине, тем более трещиноватым и пористым становится строение обломка.

Рентгенограмма бивня, выполненная переносным спектральным аппаратом методом Mining-L(PP4) при продолжительности измерения 10,6 секунд, представляет собой следующий набор элементов: Si – 8,23%, P – 18,6%, S – 0,6%, Cl – 0,52%, K – 0,67%, Ca – 65,8%, Ti – <0,036%, V – <0,022%, Cr – <0,010%, Mn – 1,25%, Fe – 2,68%, Co – <0,023%, Ni – <0,006%, Cu – <0,012%, Zn – 0,095%, Ga – <0,003%, As – 0,005%, Se – <0,002%, Br – <0,003%, Rb – <0,002%, Sr – 0,0895, Y – <0,004%, Zr – <0,004%, Nb – <0,005%, Mo – <0,007%, Ag – <0,009%, Cd – <0,007%, Sn – <0,014%, Sb – <0,017%, I – <0,015%, Ba – <0,066%, Ta – <0,010%, W – <0,011%, Hg – <0,005%, Tl – <0,002%, Pb – 0,008%, Bi – <0,005%, Th – <0,007%, U – <0,008%.

Зуб шерстистого носорога имеет размеры 8,5х7х8 см, вес 0,28 кг, поверхность коричневатого оттенка, жевательная поверхность плотная, состоящая из нескольких отдельных образований. Отчетливо видно неоднородное строение зуба, лучше всего оно проявлено со стороны жевательной поверхности, где выделяются массивные желтовато-кремовые пластины, шириной около 3 мм, разделенные пористым коричневато-бурым цементом, шириной от 2 до 10 мм. Контакт цемента и зубных пластин маркируется тонкими до 1,5 мм прожилками переотложенного молочно-белого апатита. Структура тканей зуба существенно изменяется – у пластин она массивная, у цемента – микропористая. Соответственно они обладают различной плотностью.

Рентгенограмма зуба, выполненная также переносным спектральным аппаратом методом Mining-L(PP4) при продолжительности измерения 60,2 секунд, представляет собой следующий набор элементов: Si – 3,31%, P – 11,2%, S – 0,56%, Cl – 0,24%, K – 0,44%, Ca – 33,8%, Ti – <0,024%, V – <0,003%, Cr – <0,002%, Mn – 0,072%, Fe – 0,16%, Co <0,002%, Ni – <0,001%, Cu – <0,004%, Zn – 0,044%, Ga – <0,001%, As – 0,001%, Se – <0,001%, Br – <0,001%, Rb – <0,001%, Sr – 0,068%, Y – <0,001%, Zr – <0,001%, Nb – <0,001%, Mo – <0,001%, Ag – <0,002%, Cd – <0,001%, Sn – <0,003%, Sb – <0,003%, I – <0,003%, Ba – <0,024%, Ta – <0,002%, W – <0,002%, Hg – <0,001%, Tl – <0,001%, Pb – 0,006%, Bi – <0,001%, Th – <0,001%, U – <0,001%.

Рентгенограммы цемента и пластин практически идентичны и имеют достаточно высокий фон, что отражает наличие органического вещества – коллагена и, возможно, аминокислот и других органических соединений. В цементе заметно больше Fe, отмечается присутствие F, Cl, а в заполненных порах и трещинах встречаются микрозерна вторичного мышьяковистого пирита. Пластины отличаются чуть большим содержанием Mg. Строение цемента пористое со сложным рисунком. Для пластин характерно зонально-слоистое строение, выделяемое цветом, разной степенью пористости и вариациями примесей. Костная ткань зуба соответствует минеральной фазе апатита.

При сравнении рентгенограмм костных тканей бивня и зубов обнаружилась следующая закономерность – при одинаковых условиях захоронения костных остатков бивня и зубов, в составе бивня зафиксировано повышенное содержание (приблизительно в 3-4 раза по сравнению с зубами) серебра, радиоактивных элементов – тория и

урана, тяжелых металлов и кальция, а также петрогенных элементов – силиция, фосфора.

Вероятнее всего, это связано с прижизненными функциями представленных костных остатков. Присутствие зубного аппарата в ротовой полости располагало к постоянному контакту с микрофлорой и органическими кислотами и не испытывало при этом особых механических нагрузок. В отличие от последних бивни располагались во внешней среде, не имели тесного контакта с микрофлорой и органическими кислотами, но зато испытывали постоянную механическую нагрузку, в результате чего, пронизаны большим количеством пор и микротрещин.

Непосредственное проявление урана и тория, как компонентов живого вещества не доказано [1]. Здесь мы имеем дело с геохимическими циклами урана и тория, связанными с процессами выветривания, карстообразования и осадконакопления в виде пещерного аллювия. Накопление происходило в результате первичного перевода их в растворимые формы с участием микроорганизмов и последующей биосорбцией в костных остатках. Причем, наибольшее количество отлагалось именно в пористых и трещиноватых остатках бивней.

По сравнению с радиоактивными элементами у серебра значительно снижена функция перевода в растворимые формы. В основном это происходило за счет продуктов метаболизма бактерий (аминокислот и перекисных соединений). Затем шло активное поглощение серебра трещиновато-пористой костной биомассой.

Тяжелые металлы в незначительном количестве накапливались в результате процессов биосорбции в условиях осадконакопления пещерного аллювия. Их соотношение также свидетельствует о более благоприятных условиях их вторичного накопления в условиях пористо-трещиноватой костной среды бивней, чем в плотных зубных пластинах и цементе.

В то же время, количество органического углерода, присутствующего в большей степени в бивнях, чем в зубах, свидетельствует о первичности фосфатов и соединений кальция и менее значимом вторичном преобразовании костного вещества бивней. Наличие прижизненной микрофлоры наоборот способствовало образованию в зубном аппарате носорога значительного количества вторичных минеральных образований.

Согласно существующим классификациям функций органического вещества [1,2], представленные костные остатки зубов шерстистого носорога и бивня мамонта выполняют концентрационную

функцию, избирательно накапливая определенные химические элементы и деструктивную функцию с вторичной минерализацией образований.

Литература

1. Манская, С.М. Геохимия органического вещества / С.М. Манская, Т.В. Дроздова. М.: Наука, 1964. 314 с.
2. Репина, С.А. К минералогии и химии зуба мамонта / С.А. Репина, С.С. Потапов, Д.С. Потапов // Биокосные взаимодействия. Жизнь и камень. Материалы III Международного симпозиума. Спб, 2007. С. 20-23.

ИЗУЧЕНИЕ МОРФОЛОГИИ И ХИМИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ХРОМШПИНЕЛИДОВ ТРУБКИ 746Б (АРХАНГЕЛЬСКАЯ АЛМАЗОНОСНАЯ ПРОВИНЦИЯ)

Д.В. Еременко

*Воронежский государственный университет,
аспирант 2 года обучения, Krilova_dasha@mail.ru*

Научный руководитель: д.г.-м.н., профессор В.М. Ненахов

Аннотация: в статье дана оценка перспектив алмазности трубки 746-б, основанная на морфологических особенностях и закономерностях вариаций химического состава хромшпинелидов.

Ключевые слова: хромшпинелиды, микрорельеф, Архангельская алмазоносная провинция, трубка 746-б.

THE RESEARCH OF MORFOLOGY AND CHEMICAL CHARACTERISTICS OF CR-SPINELS FROM PIPE 746-B (ARCHANGELSK DIAMOND-BEARING PROVINCE)

D.V. Eremenko

Voronezh State University,

2nd year Post-graduate Student, Krilova_dasha@mail.ru

Research Supervisor: Doctor of Geology and Mineralogy, Professor
V.M. Nenachov

Abstract: the paper deals with a problem of estimation of pipes 746-b diamonds prospects. The research based on morphology characteristics and regularities of chemical composition variations of Cr-spinels.

Key words: Cr-spinels, microsurface, Archangelsk diamond-bearing province, pipe 746-b.

Целью данной работы: на примере морфологии хромшпинелидов и их химического состава изучить перспективы алмазоносности трубки 746б. Трубка 746б находится на территории Кепинской площади, в восточной части Зимнебережного алмазоносного района Архангельской области и приурочена к Золотицкому выступу Кольско-Двинской палеорифтовой системы [3]. Для этого под стереоскопическим микроскопом Stereo Discovery V8 были изучены 20 зерен хромшпинелидов из трубки 746б. Большинство изученных минералов представлены обломками зерен округло-овальной и неправильной формы с тонкоматированной поверхностью, местами с раковистыми сколами. В некоторых зернах прослеживается октаэдрический габитус.

Более детальное изучение поверхностей хромшпинелидов из трубки 746-б проводилось с помощью поляризационного микроскопа AxioLab объективами с увеличением: 20х/0,40 Pol и 50х/0,70 Pol.

На тонкоматированной поверхности хромшпинелидов при больших увеличениях можно наблюдать микроскульптуры, образованные закономерно чередующимися округлыми валиками и углублениями (рис.1б). Также для данного типа поверхности характерны более крупные неправильной формы каверны, местами наблюдаются каналы травления.

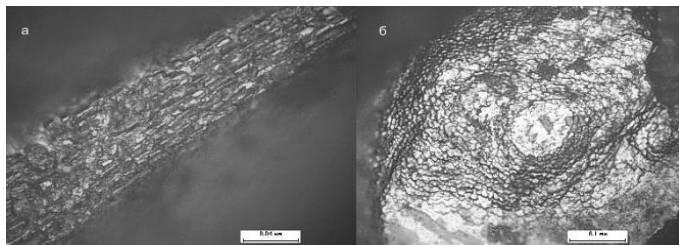


Рис. 1. а - фрагмент поверхности хромшпинелида с комбинационной штриховкой; б - фрагмент тонкоматированной поверхности хромшпинелида.

У некоторых зерен хромшпинелидов на поверхностях граней наблюдается микрорельеф, напоминающий по форме комбинационную штриховку (рис.1а). Некоторые авторы считают присутствие данной поверхности в хромшпинелидах Архангельской алмазоносной провинции как результат трансформации формы кристалла от октаэдра к кубу при быстрой смене условий кристаллизации [4].

Таким образом, для хромшпинелидов трубки 746-б установлено присутствие двух типов форм микрорельефа:

1. микрорельеф, образованный в процессе роста кристалла (комбинационная штриховка);

2. микрорельеф, образованный в процессе последующих коррозионных воздействий на минерал (каналы травления). По данным некоторых авторов, присутствие различных типов микрорельефа в одном кимберлитовом теле Архангельской алмазоносной провинции может быть связано со свободным взаимодействием зерен с флюидонасыщенным кимберлитовым расплавом различных фаз внедрения [4]. В связи с этим, следует также отметить, что результаты петрографического изучения пород трубки 746-б говорят о ее многофазном строении. В связи с этим следует отметить, что в Архангельской алмазоносной провинции промышленно алмазоносны только многофазные трубки [1].

Состав хромшпинелидов позволяет судить о степени алмазоносности диатрема и является одним из важнейших индикаторных признаков алмазоносности. Хромшпинелиды обладают наибольшей информативностью, позволяющей судить о глубинах очагов магмогенерации, поэтому им уделено особое внимание.

Были изучены микрорентгеноспектральным анализом с волновой дисперсией на микрозонде Cameca MS 46 (аналитик Т.И. Голованова, по договору с филиалом АК «АЛРОСА» в г. Архангельске) 20 зерен хромшпинелидов.

Их составы были вынесены на диаграммы в координатах Cr_2O_3 – Al_2O_3 – TiO_2 (рис.2) и TiO_2 – MgO с выделенными областями распространения хромшпинелидов, ассоциирующих с алмазами.

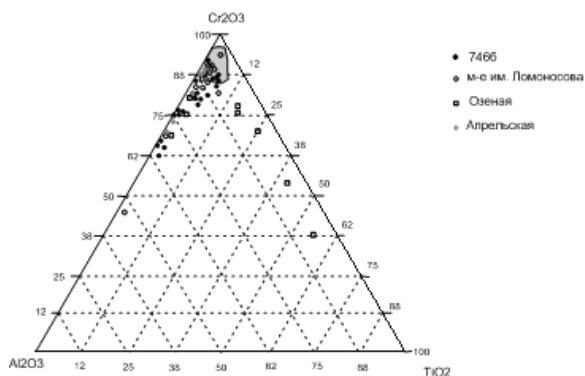


Рис. 2. Распределение хромшпинелидов на диаграмме Cr_2O_3 – Al_2O_3 – TiO_2 с выделенной областью распространения хромшпинелидов, ассоциирующих с алмазами

Анализ данной диаграммы показал, что хромшпинелиды из трубки 746-б, в основном, характеризуются довольно высоким содержанием Cr_2O_3 и относительно низким - TiO_2 по сравнению с хромшпинелидами других объектов Архангельской алмазонасной провинции [1]. Высокое содержание Cr_2O_3 указывает на формирование шпинелидов в условиях высоких Р-Т параметров [2]. Третья часть всех зерен хромшпинелидов из трубки 746-б попадает в поле хромшпинелидов, ассоциирующих с алмазами, либо находится близ этой области, что свидетельствует о значительной глубинности магмогенерации и говорит о потенциальной алмазонасности трубки. Можно отметить сходство исследуемых зерен с хромшпинелидами месторождения им. Ломоносова.

На диаграмме распределения составов в координатах TiO_2 - MgO исследуемые хромшпинелиды характеризуются широким диапазоном распределения по содержанию оксида титана, однако треть всех зерен находится в пределах области хромшпинелидов ассоциирующих с алмазами. Следует отметить сходство исследуемых хромшпинелидов на данной диаграмме с хромшпинелидами месторождения им. Ломоносова.

Содержание оксида магния в исследуемых хромшпинелидах варьирует в незначительном диапазоне и сравнимо с аналогичным содержанием в других объектах Архангельской кимберлитовой провинции [1].

Таким образом, изучение морфологии зерен хромшпинелидов позволяет сделать заключение о многофазности трубки 746-б и, как следствие, ее перспективности, что также подтверждается данными петрографических исследований. Вариации химического состава хромшпинелидов трубки 746-б и их сходство с химическим составом хромшпинелидов месторождения им. Ломоносова указывают на перспективность обнаружения в данной трубке алмазов.

Литература

1. Богатилов, О.А. Архангельская алмазонасная провинция / О.А. Богатилов, В.К. Гаранин, В.А. Кононова, Г.П. Кудрявцева, Е.Р. Васильева, В.В. Вержак, Е.М. Веричев, К.С. Парсаданян, Т.В. Посухова; Под ред. О.А. Богатикова. Москва: изд-во МГУ, 2000. 552 с.
2. Гаранин, В.К. Включения в алмазе и алмазонасные породы / В.К. Гаранин, Г.П. Кудрявцева, А.С. Марфунин, О.А. Михайличенко. М.: Изд-во МГУ, 1991, 256 с.
3. Еременко, А.В. Геология и геодинамическая модель формирования трубок взрыва Архангельской алмазонасной провинции / А.В.Еременко, В.М.Ненахов // Вестн. Воронеж. гос. ун-та. Сер. Геология, 2002. N 1. С. 36-42.

4. Кудрявцева, Г.П. Атлас. Морфогенез алмаза и его минералов-спутников из кимберлитов и родственных пород Архангельской алмазоносной провинции / Г.П. Кудрявцева, Т.В. Посухова, В.В. Вержак, Е.М. Веричев, В.К. Гаранин и др. 1-е изд. М.: Поляр. кр., 2005. 624 с.

ОСОБЕННОСТИ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА И КРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ МАГНЕЗИО-ФЕРРИ-ГОРНБЛЕНДИТА $\square\text{Ca}_2(\text{Mg}_4\text{Fe}^{3+})[(\text{Si}_7\text{Al})\text{O}_{22}](\text{OH})_2$ - ПОТЕНЦИАЛЬНО НОВОГО МИНЕРАЛА НАДГРУППЫ АМФИБОЛА

Е.С. Зарубина¹, С.М. Аксенов²

¹-Институт кристаллографии им. А.В. Шубникова РАН, Москва, аспирант, zarubina-gems@yandex.ru

²-Институт геохимии и аналитической химии им.

В.И. Вернадского РАН, Москва, молодой ученый, aks.crys@gmail.com

Научный руководитель: д.г.-м.н., гл.н.с. Р.К. Расцветева

Аннотация: методом рентгеноструктурного анализа изучена кристаллическая структура магнезио-ферри-горнблендита – потенциально нового минерала надгруппы амфибола. Кристаллохимическая формула ($Z = 2$): $A_{K_{0.04}}^{M(4)}(\text{Ca}_{1.92}\text{Na}_{0.08})_C^{M(1)}(\text{Mg}_{1.78}\text{Fe}^{3+}_{0.22})^{M(2)}(\text{Mg}_{1.62}\text{Fe}^{3+}_{0.26}\text{Al}_{0.12})^{M(3)}(\text{Mg}_{0.64}\text{Fe}^{2+}_{0.32}\text{Mn}_{0.04})_I^{T}[\text{Si}_{7.44}\text{Al}_{0.56}\text{O}_{22}]^W(\text{OH})_2$.

Ключевые слова: магнезио-ферри-горнблендит, надгруппа амфибола, семейство горнблендита; кристаллическая структура.

CHEMICAL AND STRUCTURAL FEATURES OF THE MAGNESIO-FERRI-HORNBLLENDE $\square\text{Ca}_2(\text{Mg}_4\text{Fe}^{3+})[(\text{Si}_7\text{Al})\text{O}_{22}](\text{OH})_2$ – A POTENTIALLY NEW MINERAL OF THE AMPHIBOLE SUPERGROUP

E.S. Zarubina¹, S.M. Aksenov²

¹-Shubnikov Institute of Crystallography RAS, Moscow, Russia
Post-graduate Student, zarubina-gems@yandex.ru

²-Vernadsky Institute of Geochemistry and Analytical Chemistry RAS,
Moscow, Russia, Young Researcher, aks.crys@gmail.com

Research Supervisor: Doctor of Geology and Mineralogy, Chief Researcher
R.K. Rastsvetaeva

Abstract: The crystal structure of a magnesio-ferri-hornblende – a potentially new mineral of the amphibole supergroup has been studied by the single-crystal X-ray

analysis. The crystal chemical formula is ($Z=2$): ${}^A K_{0.04} {}^{M(4)} (Ca_{1.92} Na_{0.08}) {}^{C(M(1))} (Mg_{1.78} Fe^{3+}_{0.22}) {}^{M(2)} (Mg_{1.62} Fe^{3+}_{0.26} Al_{0.12}) {}^{M(3)} (Mg_{0.64} Fe^{2+}_{0.32} Mn_{0.04}) [{}^T (Si_{7.44} Al_{0.56} O_{22})^W (OH)_2]$.

Key words: magnesio-ferri-hornblende, amphibole supergroup, hornblende family, crystal structure.

Минералы надгруппы амфибола являются важнейшими широко распространенными породообразующими минералами и характеризуются большим разнообразием химического состава, которое можно описать общей формулой $AB_2C_5(T_8O_{22})W_2$. Среди минералов надгруппы амфибола выделяется подгруппа кальциевых амфиболов, которая определяется следующим условием: ${}^B(Ca + \sum M^{2+}) / \sum B \geq 0.75$ и $\sum M^{2+} / \sum B > {}^B Ca / \sum B$. Данная подгруппа включает в себя восемь семейств, в том числе семейство горнблендита с общей формулой $\square(Ca_2)(C^{2+}_4C^{3+})(Si_7AlO_{22})W_2$, причем ${}^A(Na+K+2Ca) \leq 0.5$; $0.5 \leq {}^C(Al+Fe^{3+}+2Ti) \leq 1.5$ и $W = OH$ или F . К семейству горнблендита относят четыре минеральных вида, утвержденных в настоящее время: магнезио-горнблендит $\square Ca_2(Mg_4Al)[AlSi_7O_{22}](OH)_2$ [2], ферро-горнблендит $\square Ca_2(Fe^{2+}_4Al)[Si_7AlO_{22}](OH)_2$ [2], магнезио-ферри-фтор-горнблендит $\square Ca_2(Mg_4Fe^{3+})[AlSi_7O_{22}]F_2$ [2] и ферро-ферри-горнблендит $\square Ca_2(Fe^{2+}_4Fe^{3+})[Si_7AlO_{22}](OH)_2$ [4].

Методом рентгеноструктурного анализа нами был изучен образец потенциально нового кальциевого амфибола семейства горнблендита, отвечающего по составу еще неутвержденному минеральному виду магнезио-ферри-горнблендиту [1]. Образец происходит из доломитового карьера Отамо (Otamio dolomite quarry, Siikainen, Finland), в котором магнезио-ферри-горнблендит образует темно-зелёные до чёрных зёрна в зоне метасоматоза, где он ассоциирует с плагиоклазом, кальцитом и доломитом.

Химический состав изучен методом локального рентгеноспектрального анализа на сканирующем электронном микроскопе Tescan Vega II XMU с рентгеновским энергодисперсионным спектрометром INCAx-sight при ускоряющем напряжении 20 кВ, токе 190 пА и диаметре пучка 180 нм. Эмпирическая формула минерала, рассчитанная на 13 атомов $Mg+Mn+Fe+Al+Si$: $K_{0.03} (Ca_{1.92} Na_{0.07}) [(Mg_{4.01} Fe^{2+}_{0.33} Mn^{2+}_{0.03}) (Fe^{3+}_{0.48} Al_{0.15})] [(Si_{7.43} Al_{0.57} O_{22}) (OH)_2]$.

Рентгеноструктурный анализ проводился в полной сфере обратного пространства на дифрактометре Bruker SMART APEX2 с двухкоординатным CCD-детектором при комнатной температуре. Кристаллическая структура магнезио-ферри-горнблендита определена методом «charge flipping» [5]. Получено общее количество отражений

10581; после усреднения эквивалентных отражений экспериментальные данные содержали 1407 отражений ($R_{\text{уср}}=4.02\%$). Уточнение итоговой модели МНК привело к значению $R=2.82\%$ в анизотропном приближении атомных смещений с использованием 1166 $I > 2\sigma(I)$. Все расчеты выполнены по комплексу программ Jana2006 [6].

Полученная на основе рентгеноструктурного анализа с учетом неоднородностей химического состава кристаллохимическая формула магнезио-ферри-горнблендита может быть представлена в виде ($Z=2$): ${}^A K_{0.04} {}^{M(4)} (Ca_{1.92} Na_{0.08}) {}^{Cr} [{}^{M(1)} (Mg_{1.78} Fe^{3+}_{0.22}) {}^{M(2)} (Mg_{1.62} Fe^{3+}_{0.26} Al_{0.12}) {}^{M(3)} (Mg_{0.64} Fe^{2+}_{0.32} Mn_{0.04})] [{}^T (Si_{7.44} Al_{0.56}) O_{22}] {}^W (OH)_2$, что хорошо согласуется с эмпирической формулой.

Структура изученного минерала аналогична другим моноклинным представителям надгруппы амфибола (рис.).

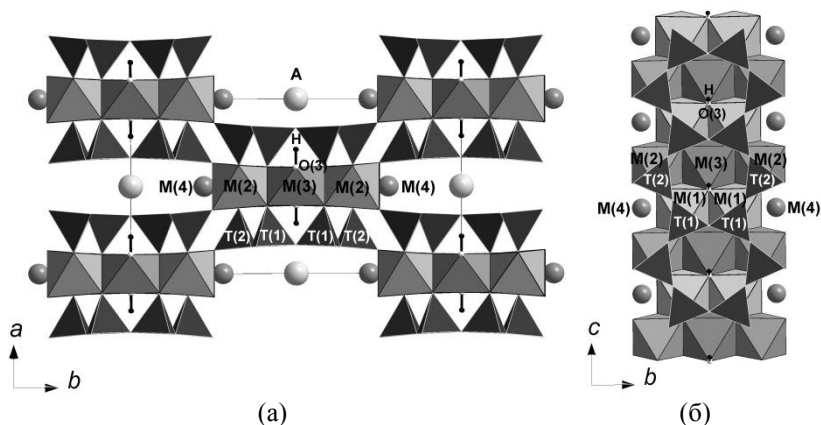


Рис. Общий вид (а) и октаэдрическая и тетраэдрическая ленты (б) в структуре магнезио-ферри-горнблендита.

В связи со сложным химическим составом распределение катионов по позициям проводили на основе кристаллохимических критериев – с учетом параметров атомных смещений, межатомных расстояний и ионных радиусов катионов – и контролировали расчетом R -фактора.

Установлено, что октаэдрические позиции заселены следующим образом. Позиция $M(1)$ со средним расстоянием $M(1)-O = 2.085 \text{ \AA}$ заселена преимущественно атомами Mg с примесью Fe^{3+} (1.78 и 0.22 атома соответственно), $M(2)$ со средним расстоянием $M(2)-O = 2.073 \text{ \AA}$ заполнена Mg (1.62 атома), Fe^{3+} (0.26 атома) и Al (0.12 атома), а в $M(3)$

со средним расстоянием $M(3)-O = 2.077 \text{ \AA}$ находятся 0.64 атома Mg, 0.32 атома Fe^2 и 0.04 атома Mn. По обе стороны от октаэдрической ленты располагаются В катионы, которые заселяют позицию $M(4)$ (рис.), представляющую собой восьмивершинник со средним расстоянием $M(4)-O=2.505 \text{ \AA}$, заселенный атомами Ca (1.92 атома) и Na (0.08 атома). Тетраэдрическая позиция $T(1)$, заселенная Si (3.44 атома) и Al (0.56 атома), характеризуется средним расстоянием $T(1)-O = 1.632 \text{ \AA}$. Позиция $T(2)$ представлена Si со средним расстоянием $T(2)-O = 1.634 \text{ \AA}$. В минералах семейства горнблендита А-позиции (А-, А(2)- и А(т)-позиции) в каналах структуры преимущественно вакансионны. При этом часто фиксируются небольшие содержания щелочных элементов. Анализ распределения разностной электронной плотности позволил установить примесь калия в А-позиции (0.04 атома) в структуре магнезио-ферри-горнблендита. Из разностного синтеза электронной плотности была также локализована и уточнена изотропно при фиксированном значении расстояния до кислорода-донора (0.98(2) Å) позиция атома водорода.

Таким образом, методом рентгеноструктурного анализа изучен образец магнезио-ферри-горнблендита, основной особенностью которого является преобладание Mg среди C^{2+} – катионов и доминирование Fe^{3+} над остальными C^{3+} – катионами. Исходя из современной номенклатуры надгруппы амфибола, данный образец может рассматриваться как потенциально новый минерал.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (грант № 15-17-30019).

Литература

1. Зарубина Е.С., Аксенов С.М., Чуканов Н.В., Расцветаева Р.К. Кристаллическая структура магнезио-ферри-горнблендита $\square Ca_2(Mg_4Fe^{3+})[(Si_7Al)O_{22}](OH)_2$ – потенциально нового минерала надгруппы амфибола // Доклады РАН, 2016.
2. Hawthorne F.C., Oberti R., Harlow G.E., Maresch W.V., Martin R.F., Schumacher J.C. and Welch M.D. IMA Report. Nomenclature of the amphibole supergroup // Am. Mineral. 2012. V. 97. P. 1031-2048.
3. Oberti R., Boiocchi M., Hawthorne F.C., Ball N.A. and Chiappino L. Magnesio-ferri-fluoro-hornblende from Portoscuso, Sardinia, Italy: description of a newly approved member of the amphibole supergroup // Mineral. Mag. 2015. V. 79. P. 247-251.
4. Oberti R., Boiocchi M., Hawthorne F.C., Ball N.A., Camara F., Pagano R., Pagano A. Ferro-ferri-hornblende from the Traversella Mine (Ivrea, Italy): occurrence, mineral description and crystal-chemistry // Mineral. Mag. 2015. V. 79. P. 1223.

5. Palatinus L., Chapuis G. SUPERFLIP – a computer program for the solution of crystal structures by charge flipping in arbitrary dimensions // J. Appl. Crystallogr. 2007. V. 40. P. 786-790.

6. Petricek V., Dusek M. and Palatinus L. Jana 2006. Structure determination software programs. Institute of Physics, Praha, Czech Republic, 2006.

МИНЕРАЛОГИЯ РУД ЗОЛОТО-СУРЬМЯНОГО ПРОЯВЛЕНИЯ ТУМАННОЕ (ВОСТОЧНЫЙ САЯН)

В.Ю. Калгин

*Бурятский государственный университет,
студент 3 курса, kalgin.vladislav@yandex.ru*

Научный руководитель: к.г.-м.н., старший преподаватель,
Б.Б. Дамдинов

Аннотация: статья посвящена исследованию минерального состава золото-сурьмяного проявления Туманное, расположенного в Восточном Саяне. В рудах преобладают арсенопирит, антимонит и сурьмяные сульфосоли, ассоциирующие с самородным золотом. Формирование рудной минерализации происходило в условиях понижения температуры от 400 до 180°C.

Ключевые слова Восточный Саян, золото-сурьмяное рудопроявление, минералогия.

MINERALOGY OF TUMANNOE GOLD-ANTIMONY DEPOSIT (EASTERN SAYAN)

V.Y. Kalgin

Buryat State University, 3^d year Student, kalgin.vladislav@yandex.ru

Research Supervisor: Candidate of Geology and Mineralogy, Senior
Lecturer, B. B. Damdinov

Abstract: this paper is devoted to study of mineral composition of the Tumannoe gold-antimony deposit in the East Sayan. Arsenopyrite, stibnite and antimony-bearing sulphosalts associated with native gold are predominate. Ore mineralization was formed at temperature decreasing from 400 to 180°C.

Key words: East Sayan, gold-antimony deposit, mineralogy.

Золото-сурьмяное рудопроявление Туманное расположено в юго-восточной части Восточного Саяна, в пределах Окинской металлогенической зоны. Оно открыто при проведении геологосъемочных работ в августе 1967 г., в бассейне р. Кадыр-Оса – первом притоке р. Сенца, где были обнаружены кварцевые жилы с пирит-

арсенопиритовой, полиметаллической и антимонитовой минерализацией.

В составе рудного поля принимают участие биотит-амфиболовые и биотит-гранатовые гнейсы и амфиболиты билинской свиты среднего протерозоя, южнее – мраморизованные известняки иркутной свиты.

Осадочно-метаморфические породы прорваны метадиабазами и порфиритами субвулканической интрузии кембрийского (?) возраста, биотитово-роговообманковыми гранодиоритами, кварцевыми диоритами, плагиогранитами и лейкократовыми гранитами таннуольского комплекса.

Непосредственной вмещающей средой золотого оруденения являются биотит-роговообманковые граниты таннуольского комплекса, раннепалеозойского возраста (около 530 млн. лет).

Рудные тела представлены кварц-антимонитовыми и малосульфидными кварцевыми жилами. Кварц-антимонитовые жилы вмещаются маломощными зонами дробления. В экзоконтактах малосульфидных жил, наблюдаются мощные (до 150-200 м мощностью) зоны вкрапленной арсенопиритовой минерализации в осветленных гранитах.

В пределах участка изучены две рудные зоны, характеризующиеся линейностью, приуроченностью к разрывным нарушениям и определенным типам минерализации: Антимонитовая и Восточная. Гипсометрически, малосульфидные жилы с кварц-пирит-арсенопиритовой минерализацией зоны Восточной расположены ниже на 200-300 м, чем кварц-антимонитовые жилы зоны Антимонитовой.

Зона Антимонитовая сложена катаклазированными биотитовыми и биотит-роговообманковыми гранитами, характеризующимися вторичным изменением плагиоклаза и темноцветов (серицитизация и хлоритизация соответственно), появлением трещин, залеченных карбонатным и серицитовым агрегатами. К зонам дробления приурочены линзующиеся кварцевые жилы и прожилки с сурьмяной минерализацией и видимым золотом. Жилы названы кварц-антимонитовыми, по преобладающему рудному минералу (антимониту), однако следует иметь в виду, что антимонит на является единственным рудным минералом, в жилах установлены также – арсенопирит, пирит, цинкениит, халькостит, андорит.

Зона Восточная представлена серией сближенных крутопадающих малосульфидных кварцевых жил, приуроченных преимущественно к сколовым трещинам северо-западного (290-300°) простирания.

Рудные минералы в малосульфидных кварцевых жилах слагают редкую рассеянную вкрапленность, где преобладают пирит и арсенопирит, в меньшем количестве встречаются галенит, антимонит и самородное золото. Видимых взаимоотношений рудных минералов в малосульфидных жилах кварца не установлено.

Кварцевые жилы сложены тремя генерациями кварца: крупнозернистый агрегат изометричных, часто округлых или вытянутых зерен неправильной формы (кварц1), мелкозернистый агрегат, развитый в межзерновых пространствах кварца1 (кварц2) и тонкие секущие прожилки мелкозернистого кварца, ассоциирующие с карбонатом и рудными минералами (кварц3).

Из рудных минералов в жилах преобладает антимонит, слагающий участки сплошных аллотриоморфнозернистых агрегатов. Однако чаще всего антимонит присутствует в виде агрегатов, заполняющих пространство между зернами кварца1 и кварца2, часто антимонит заполняет трещинки, просечки либо присутствует в виде игольчатых зерен в секущих карбонатных и кварцевых прожилках.

В агрегате антимонита в виде рассеянной вкрапленности присутствуют идиоморфные кристаллы арсенопирита, редко частично корродированного пирита, а также удлинённые или линзовидные выделения цинкениита ($\text{Pb}_9\text{Sb}_{22}\text{S}_{42}$), реже мелкие зерна халькостибита (CuSbS_2), причем последний обычно приурочен к краям зерен антимонита. Агрегаты антимонита приурочены преимущественно к приальбандовым частям жил, тогда как золотосодержащие агрегаты отмечены в центральных частях.

Арсенопирит чаще всего слагает идиоморфные и гипидиоморфные кристаллы в ассоциации с мышьяковистым пиритом. Присутствует в подчиненном количестве. По химическому составу арсенопирит характеризуется некоторым обогащением S и имеет S/As отношение 1.15-1.3, в среднем – 1.19. Средний состав арсенопирита рассчитывается на формулу $\text{Fe}_{1.076}\text{As}_{0.877}\text{S}_{1.048}$.

Выделения золота неправильной ксеноморфной формы присутствуют непосредственно в кварце, а также в виде полиминеральных сростаний зерен самородного золота, серебросодержащего тетраэдрита ($\text{Ag} - 12.82-14.74 \text{ мас.}\%$) и андорита ($\text{PbAgSb}_3\text{S}_6$) иногда в этих же сростаниях присутствуют частично корродированные кристаллы пирита. Андорит также отмечается в виде прожилков в пирит-арсенопиритовых агрегатах.

В результате отмечается следующая последовательность формирования рудных минеральных ассоциаций:

*Пирит+арсенопирит→антимонит+цинкениит+халькостибит
→андорит+самородное золото+Ag-содержащий тетраэдрит.*

Причем количественно в рудах преобладает ассоциация цинкениит – халькостибит – антимонит.

Температурные условия формирования оруденения могут быть установлены по условиям формирования минералов, слагающих руды. Известно, что температуры отложения арсенопирита находятся в интервале 300-400°C [1]

Тогда как температуры отложения антимонита и цинкениита в полиметаллических рудах Херия (Herja) в Румынии, установленные по данным изучения флюидных включений, а также минеральным и изотопным геотермометрам, соответствуют интервалу в 220-280°C, причем антимонит является относительно более высокотемпературным по сравнению с цинкениитом [2].

Условия формирования серебро-сульфосольной ассоциации, включающей такие минералы как Ag-содержащий тетраэдрит, буланжерит, андорит, миаргирит, стефанит и др. в рудах Ag-полиметаллического месторождения Халлефорс (Швеция), согласно термодинамическим расчетам и анализу природных ассоциаций, попадают в интервал температур 230-170°C, при давлениях 4.5-3.5 кбар [3]. Температуры формирования тетраэдрита и андорита, в данном случае, оцениваются в 230-200°C и 180°C соответственно.

В результате, формирование рудной минерализации происходило в условиях понижения температуры от 400 до 180°C, при продвижении гидротермальных растворов к апикальным частям гранитоидного массива. Генетическая связь золотого оруденения с гранитоидами таннуольского комплекса устанавливается по их совместному пространственному положению, As-Sb геохимической специализации оруденения, общему набору элементов-примесей в рудах и вмещающих гранитоидах.

Литература

1. *Гамянин Г.Н.* Минералого-генетические аспекты золотого оруденения Верхояно-Колымских мезозоид. – М.: ГЕОС, 2001. 222 с.
2. *Damian G.* The genesis of the base metal ore deposit from Herja // *Studia universitatis Babeş-Bolyai, Geologia*, XLVIII, 1, 2003. P. 85-100.
3. *Jasinsky A.W.* Some aspects of the silver mineralization in the Hällefors region (Bergslagen, Sweden) // *Mineralogical Magazine*. 1983, vol. 47. P. 507-514.

МИНЕРАЛЬНЫЙ СОСТАВ БОГАТЫХ ЖЕЛЕЗНЫХ РУД ЯКОВЛЕВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ КМА

М.Ю. Меркушова

*Воронежский государственный университет,
магистрант 1 года обучения, marina.merkushova@mail.ru.*

Научный руководитель: д.г.-м.н., профессор А.Д. Савко

***Аннотация:** минеральный состав богатых железных руд Яковлевского месторождения представлен гипогенными, гипергенными, диагенетическими и эпигенетическими минералами. От содержания тех или иных минералов зависит качество руд, а также возможность добычи руд гидроскважинным методом.*

***Ключевые слова:** богатые железные руды, кора выветривания, Яковлевское месторождение.*

MINERAL COMPOSITION OF RICH IRON ORE JAKOVLEVSKY DEPOSIT KMA

M.U. Merkushova

Voronezh State University,

1st year Master's Degree Student, marina.merkushova@mail.ru

Research Supervisor: Doctor of Geology and Mineralogy, Professor

A.D. Savko

***Abstract:** the mineral composition of rich iron ore Jakovlevsky deposits is presented hypogenic, hypergenic, diagenetic and epigenetic minerals. From their content depends on quality of ores and possibility hydraulic mining ores.*

***Key words:** rich iron ore, weathering crust, Yakovlevskoye deposit.*

Яковлевское месторождение богатых железных руд расположено в северной части Белгородского железорудного района КМА. В его геологическом строении принимают участие два различных комплекса пород, образующих два структурных этажа: нижний – сложнодислоцированный докембрийский кристаллический фундамент, и верхний, сложенный осадочными породами палеозойского, мезозойского и кайнозойского возрастов [1,2]. Продуктивной на железные руды является коробковская железорудная свита курской серии нижнего протерозоя [5].

В зависимости от количественного соотношения главных рудообразующих минералов на месторождении выделяются следующие основные минеральные типы руд: железнослюдковые,

железнослюдково-мартитовые и мартитовые; мартито-гидрогематитовые; гидрогематито-гидрогетитовые; карбонатизированные и хлоритизированные руды

В богатых железных рудах все минералы по генетическому признаку делятся на четыре группы: 1 – гипогенные, унаследованные от материнских пород: магнетит, железная слюдка, кварц и гидротермальный гематит; 2 – гипергенные, минералы коры выветривания – мартит, тонкочешуйчатый гематит, гидроокислы железа (гидрогематит, гётит, гидрогётит), шамозит; 3 – диагенетические, образовавшиеся при погружении коры выветривания в условиях гидроморфного режима (бертьерин, шамозит); 4 – эпигенетические минералы, связанные с инфильтрацией растворов сверху в уже образованную рудную зону — карбонаты, сульфиды [4].

Железная слюдка имеет форму идиоморфных чешуек и тонких пластинок, почти всегда ориентированных параллельно реликтовой слоистости железистых кварцитов. Их размеры 0,1-0,3 мм. Цвет кристаллов и плотных масс от серо-стального до тусклого серо-чёрного, у рыхлых разновидностей – красно-бурый. В коре выветривания железная слюдка практически не разрушается, лишь в подошве осадочных руд отмечается замещение ее по краям гидроокислами железа.

Магнетит присутствует в небольших количествах, входит только в состав мартита и находится в виде уцелевших от окисления сильно корродированных мелких реликтов различной формы. В верхней части обычно отсутствует и появляется в средней или нижней частях.

Кварц распространён в весьма ограниченном количестве и встречается лишь в приподошвенных частях залежей. Под влиянием растворов агрегаты кварца материнских пород испытывали замещение или растворение.

Мартит представляет собой псевдоморфозы гематита по магнетиту. Минерал обладает серым или серовато-синим цветом. Мартит находится в виде изометричных зерен обычно октаэдрического облика размером 0,02 до 0,1 мм, которые срастаются в сплошные рудные массы. В зёрнах и сростках мартита часто встречаются коричневатые в отражённом свете реликты магнетита.

Гидрогематит слагает красные и красно-коричневые породы, образует волокнистые или землистые массы агрегатов. От мартита и гематита отличается отсутствием видимых кристаллов при небольших увеличениях, землистым строением.

Гётит образует обычно желтые, охряно-желтые, желто-бурые массы, представлен концентрическими образованиями, которые на микроснимках выглядят как набор широких и тонких колец с псевдокруглой сердцевинкой и двойной каёмкой на периферии. Этот минерал часто имеет постепенные переходы в *гидрогётит*.

По данным рентгенографии хлориты в богатых железных рудах представлены *шамозитом* с серией рефлексов кратных $14 \text{ \AA}$.

В нижней части залежей развит остаточный шамозит, возникший в результате гидролиза более высокотемпературных Mg-Fe-силикатов. Минерал наследует послойную концентрацию в виде прослоек шириной от долей миллиметра до 1-2 мм, местами до 1 см или обволакивает зерна мартита подобно цементу. Сцементированные таким хлоритом руды представляют собой легко разрыхляющуюся порошковато-комковатую массу. Выше по профилю при выветривании хлорит окисляется с образованием гидроокислов железа.

В верхней части развит наложенный шамозит. Он распространен шире остаточного и является существенным минералом рудной зоны, присутствует в качестве цемента плотных руд или заполняет многочисленные трещины. Судя по парагенезису с сульфидами железа, сидеритом, шамозит образуется в условиях недостатка кислорода в прибрежных зонах морей.

В богатых железных рудах широкое распространение имеет *бертьерин* – слоистый силикат из подгруппы серпентина группы каолинита-серпентина. На основании рентгенографических и электронографических исследований А.П. Никитиной и В.И. Сиротиним выяснено, что некоторые шамозиты в бокситах КМА – не хлориты, а железоалюминиевые слоистые силикаты со структурой серпентинового типа 1:1, дающие серию базальных отражений, кратных $d_{001} \approx 7 \text{ \AA}$ [3]. Минерал идентифицируется на рентгеновских дифрактограммах по рефлексам $d_{001} \approx 7,105\text{-}7,04 \text{ \AA}$ и $d_{002} \approx 3,547\text{-}3,52 \text{ \AA}$.

Микроскопически бертьериновая минерализация чаще всего характеризуется сплошной стеклообразной массой оливково-зеленого и светло-зеленого цветов. Текстура руд тонкополосчатая. Мощность собственно рудных и бертьериновых прослоек колеблется от долей миллиметра до 1-2 мм, реже достигая 3-4 мм. Кроме самостоятельных прослоек, бертьерин развит и в собственно рудных прослоях, где он выполняет инверсии между гематитовыми зёрнами. В верхней части остаточного профиля выветривания встречается диагенетический бертьерин, выступающий в качестве цемента плотных руд. В нижних горизонтах коры выветривания бертьерин развит в виде невыдержанных прослоев различной мощности,

образовался он вероятно в результате разложения алюмосиликатов железистых кварцитов.

Карбонаты распространены в эпигенетических образованиях, приуроченных к кровлям кор выветривания. Возникновение их связано с инфильтрационными процессами. Карбонаты представлены кальцитом и сидеритом.

Сульфиды представлены пиритом, образующим сростки и сплошные массы. Основными формами выделения пирита являются идиоморфные кристаллы с квадратным, шестиугольным сечением размером 0,01 до 1 мм.

Таким образом, основными рудообразующими минералами коры выветривания железистых кварцитов Яковлевского месторождения являются: мартит, железная слюдка, гетит, гидроокислы железа (гидрогематит и гидрогетит) и в меньшей степени магнетит. Среди карбонатов обнаружены сидерит и кальцит. Вторичные минералы в богатых железных рудах представлены бертеринном, шамозитом кварцем и пиритом. Наиболее высокое количество железа (>60%) отмечается в железнослюдковых и мартито-железнослюдковых породах, а в мартит-гидрогематитовых и гидрогематит-гетитовых разновидностях оно всегда ниже. В зависимости от влияния процессов выветривания, диагенетического и эпигенетического преобразования руды приобретают различные физические свойства, образуются руды от рыхлых до сильно сцементированных разновидностей. Зная направленность изменения минерального состава, можно прогнозировать наиболее благоприятные для разработки участки развития богатых железных руд.

Литература

1. *Геология, гидрогеология и железные руды бассейна Курской магнитной аномалии* // Под ред. И.Н. Леоненко. Т. 3. Железные руды. М.: Изд-во «Недра», 1969. С. 319.
2. Голивкин Н.И., Кононов Н.Д., Орлов В.П., Романов И.И., Соколов Н.А., Шевырев И.А. Железные руды КМА, Геоинформмарк, М., 2001. С. 616.
3. Никитина А.П. Древняя кора выветривания кристаллического фундамента Воронежской антеклизы и ее бокситоносность // М.: Наука, 1968. С. 159.
4. Никулин И.И., Савко А.Д. Железорудные коры выветривания Белгородского района КМА // Тр. НИИ геологии Воронежского госуниверситета. Вып. 85. Воронеж. Изд-во ВГУ, 2015. С. 102.
5. Савко А.Д. Эпохи корообразования в истории Воронежской антеклизы // Воронеж: Изд-во ВГУ, 1979. С. 120.

МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ И МИКРОАНАТОМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЦИРКОНА ЕРГЕНИНСКОГО РЕДКОМЕТАЛЛЬНО-ТИТАНОВОГО РОССЫПЕПРОЯВЛЕНИЯ

М.В. Овчинникова¹, А.В. Чефранова²

*Институт геологии рудных месторождений, петрографии,
минералогии и геохимии РАН, ¹-аспирант 1 года обучения,
²-молодой ученый, mary.oo.viktorovna@gmail.com*

Научный руководитель: д.г.-м.н., старший научный сотрудник
ИГЕМ РАН А.В. Лаломов

Аннотация: изучение морфологических и микроанатомических особенностей циркона Ергенинского россыпепроявления позволило установить, что большинство зерен имеет типоморфные признаки, характерные для мигматитов, анатектических гранитов и вулканитов, либо подверглось глубинному высокотемпературному метаморфизму.

Ключевые слова: циркон, морфология, типы зональности.

MORPHOLOGICAL AND MICRO-ANATOMICAL FEATURES OF ZIRCON OF ERGENINSKY RARE-METAL- TITAN PLACER MANEFISTATION

Ovchinnikova¹ M.V., Chefranova² A.V.

*The Institute of Geology of Ore Deposits, Petrography, Mineralogy, and
Geochemistry, ¹-1st year Post-graduate Student,
²-Young Researcher, mary.oo.viktorovna@gmail.com*

Research Supervisor: Doctor of Geology and Mineralogy,
Senior Researcher IGEM A.V. Lalomov

Abstract: the study of morphological and micro-anatomical features of zircon of Ergeninsky placer manifestations had established that most of the grains has typomorphic signs typical of migmatites, granites and volcanics or has undergone deep high-temperature metamorphism.

Key words: zircon, morphology, types of zoning.

Ергенинский россыпной район входит в состав Южно-Русской россыпной провинции [3] и приурочен к полю развития неогеновых (средне- верхнесарматских) терригенных отложений северного побережья Восточного Паратетиса. Изучение характера слоистости россыпемещающих отложений указывает снос материала с северо-запада, где в то время располагались возвышенные, хорошо

обнаженные кристаллические породы Ростовского выступа Украинского щита. В тоже время палеогеографические реконструкции, проведенные разными авторами, указывают на расположение в неогене (миоцене) в области Ергенинской возвышенности дельты палео-Волги (палео-Дона). Таким образом, вопрос источников сноса для данного россыпепроявления остается остро дискуссионным.

С целью выявления типов пород, служивших источниками сноса, проведено детальное изучение типоморфных особенностей циркона, как минерала-индикатора петрогенеза.

При изучении умеренно окатанных зерен циркона не сохранивших огранку в россыпях важным морфологическим параметром является коэффициент удлинения (КУ). Величина КУ связана с особенностями химизма и генезиса породы, включающей этот минерал. Многими исследователями отмечено, что КУ интрузивных гранитов колеблется от 2 до 3, КУ 3-4 и выше – для вулканического циркона, КУ интрузивных кристаллов циркона среднего и более основного субстрата 1,5-2, а метаморфического циркона 1-1,5 [1]. Использование КУ при изучении большей части окатанных зерен циркона целесообразно в комплексе с CL-изображениями микроанатомического строения этих зерен.

Рисунок зональности циркона отражает эволюцию среды кристаллизации каждого конкретного индивида. Интерпретация CL изображений сама по себе является достаточно сложной задачей. При этом есть ряд «типоморфных» признаков зональности, которые можно уверенно использовать при петрогенетических реконструкциях – это сложная пятнистая и лоскутная зональность, волнистая зональность, секторная елочная зональность, присутствие ксеноморфных ядер, а также ширина и контрастность осцилляторной зональности роста, природа которых достаточно подробно раскрыта в «Атласе текстур циркона» Ф. Корфу [4].

В случае петрогенетической типизации в различной степени окатанных кристаллов циркона из россыпей возможно выделение групп зерен со схожими Р-Т-С условиями кристаллизации по значению КУ и выявление внутри этих групп зерен с «типоморфными» признаками и контрастно различными рисунками зональности.

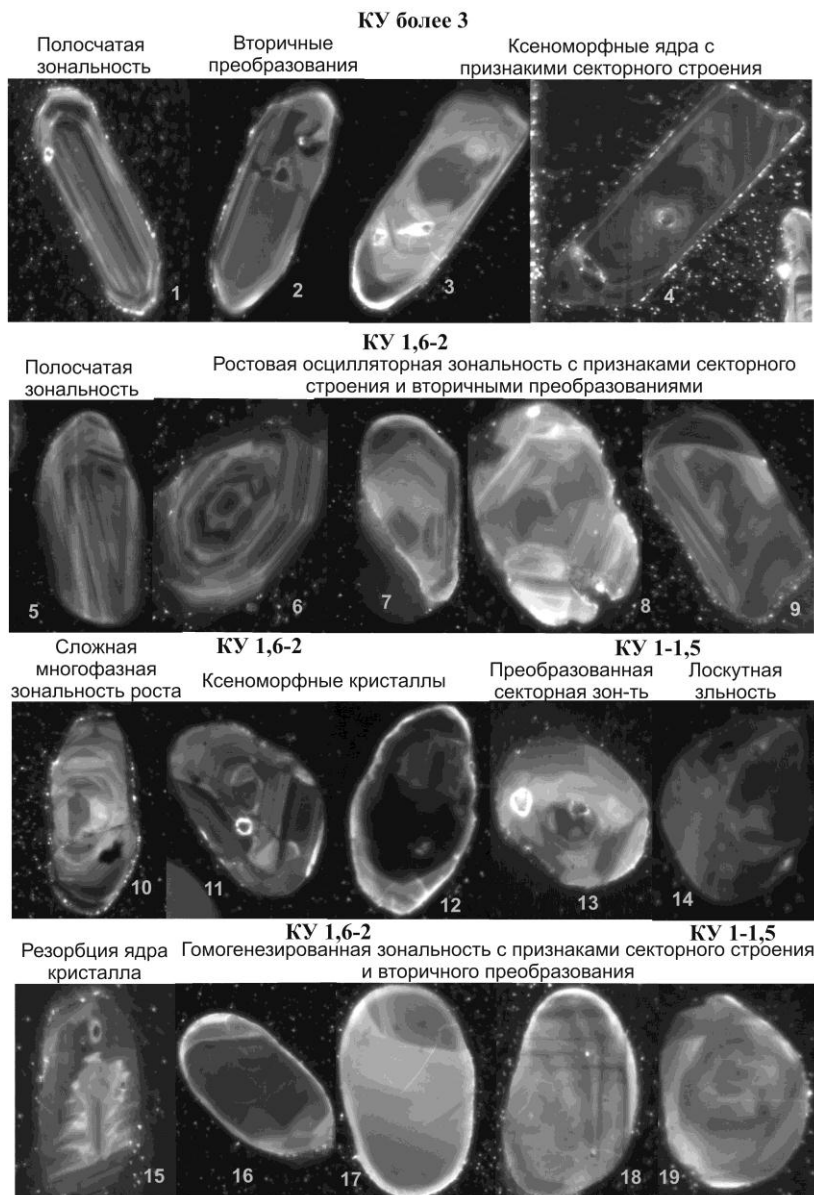


Рис. CL-изображения полированных зерен циркона Ергенинского россыпей (размер зерен 0,1-0,071 мм)

Согласно величине КУ зерна циркона Ергенинского россыпепроявления можно разделить на 3 группы: КУ 1-1,5 (16%), КУ 1,6-2,9 (70%), КУ более 3 (14%). Поверхность зерен у 65% изученных зерен шероховатая мелкоямчатая. У 30% зерен отмечена гладкая поверхность, иногда со следами совместного роста с меньшими по размеру кристаллами и сколами регенерационных кайм. В подчиненном количестве отмечаются зерна неправильной формы (5%).

Изучение микроанатомических рисунков циркона внутри выделенных морфологических групп (рис.) указывает на то, что большинство зерен проявляет признаки зональности, характерные для мигматитов, анатектических гранитов и вулканитов, либо подверглось глубинному высокотемпературному метаморфизму. Этим объясняется высокая частота встречаемости ксеноморфных ядер, реликтов ксеноморфных кристаллов во всех морфологических группах. Более того, в данном случае мы сталкиваемся с эффектом псевдоокатанности, что обусловлено растворением кристаллов циркона в процессе анатексиса, либо регионального метаморфизма.

Первое знакомство с микроанатомией циркона Ергенинского редкометалльно-титановых россыпепроявления показывает эффективность выбранной методики ее изучения, что подтверждается высокой частотой встречаемости «типоморфных» зональностей для каждой морфологической группы. Также является целесообразным изучение геохимических особенностей циркона и других россыпеобразующих минералов по опробованным на Бешпагирском месторождении россыпям оптимизированным методикам [2]

Литература

1. Ляхович В.В. Акцессорные минералы горных пород. М.: Недра, 1979. 296 с.
2. Чефранова А.В., Лаломов А.В., Борисовский С.Б., Григорьева А.В., Чефранов Р.М., Бочнева А.В. Геохимические особенности типоморфных метаморфических минералов Бешпагирского месторождения редкометалльно-титановых россыпей // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015, № 10 (81). С. 46-52.
3. Чефранова А.В. Лаломов А.В. Питающие провинции позднеплиоценовых редкометалльно-титановых россыпей Таманского полуострова // Геология рудных месторождений. 2013. Т.55. № 1. С. 68.
4. Corfu F., Hanchar J., Hoskin P.W.O. and Kinny P. (2003) Atlas of Zircon Textures. Reviews in Mineralogy and Geochemistry, 53, P. 469-500.

БРЕКЧИЯ ГРЯЗЕВЫХ ВУЛКАНОВ КАК ОБЪЕКТ ЛИТОХИМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Ю.А. Перстнева

*Институт морской геологии и геофизики ДВО РАН,
молодой ученый, yulbox@mail.ru*

Научный руководитель: к.ф.-м.н., старший научный сотрудник
В.В. Ершов

Аннотация: *предпринята первая попытка систематизации и анализа данных по химическому составу грязевулканической брекчии. Используются материалы собственных исследований и литературные данные по грязевым вулканам мира. Для решения задач генезиса и классификации выбросов грязевых вулканов применяются петрохимические модули и диаграммы.*

Ключевые слова: *грязевой вулкан, брекчия, литохимия.*

BRECCIA OF MUD VOLCANOES AS AN OBJECT OF LITHOGEOCHEMICAL SURVEY

Y.A. Perstneva

*Institute of Marine Geology and Geophysics FEB RAS,
Young Researcher, yulbox@mail.ru*

Research Supervisor: Candidate of Physics and Matematics, Senior
Researcher V.V. Ershov

Abstract: *the first attempt of systematization and analysis of data on chemical composition of mud volcanic breccia was realized. Data of own researches and published information on different mud volcanoes of the world are used. Petrochemical modulus and diagrams are used to the solution of problems of genesis and classification of ejected material of mud volcanoes.*

Key words: *mud volcano, breccia, lithochemistry.*

Грязевой вулканизм – распространенное геологическое явление, связанное с процессами в глубинных слоях земной коры, в результате которых на поверхность Земли в большом количестве извергаются твердые грязевые массы (сопочная брекчия), воды и газы. Замечено, что проявления грязевого вулканизма сосредоточены в осадочных бассейнах подвижных поясов Земли [1]. Для развития грязевого вулканизма необходимо наличие, как минимум, двух факторов: присутствие в разрезе большой мощности терригенных глинистых отложений и высокой активности тектонических процессов, обеспечивающих миграцию углеводородов к поверхности Земли [1]. В

тоже время грязевой вулканизм – это опасное природное явление, поэтому существует практическая потребность в изучении и прогнозе активности грязевых вулканов.

К настоящему времени опубликовано много работ по изучению закономерностей формирования вещественного состава таких продуктов грязевулканической деятельности как сопочные воды и газы. Тогда как аналогичные вопросы для сопочной брекчии разработаны очень слабо. В этой работе сделана первая попытка систематизации и анализа данных по химическому составу грязевулканической брекчии. Для этого нами применялся ряд общепринятых методов и подходов, разработанных для интерпретации химического состава осадочных горных пород [2,5,7].

В работе использовались полученные нами данные о валовом составе свежей брекчии, изливаемой грифонами вулканов о. Сахалин, Керченского и Таманского п-овов. Гранулометрический анализ проб нами специально не проводился, но опыт пробоподготовки свидетельствует о том, что сопочная брекчия представлена главным образом глинистой и алевритовой фракциями. Использовались также литературные данные по грязевым вулканам Пакистана [8], Китая [11], Тайваня [10] и о. Сахалин [4]. В ряде случаев привлекались данные из работы [1], в которой указан химический состав глинистой фракции (< 1 мкм) брекчии вулканов Грузии и Таманского п-ова. Однако там отсутствуют сведения о содержании SiO_2 , что ограничивает использование этих данных.

Содержание SiO_2 и Al_2O_3 в сопочной брекчии изменяется в узких пределах, коэффициент вариации составляет 6-10%. Наиболее сильные вариации претерпевает содержание MnO и CaO , коэффициент вариации составляет 50-60%.

Гидролизатный (ГМ) и алюмокремниевый (АМ) модули указывают на степень химического выветривания пород и позволяют разделять породы, содержащие продукты гидролиза от пород, в которых преобладает кремнезем [2]. По значениям этих модулей сопочная брекчия образует строгий непрерывный ряд от мезомиктовых и полимиктовых кварцевых песчаников до гидролизатных пород. Большинство проб попадает в область глинистых пород $\text{ГМ} = 0.3-0.5$ и $\text{АМ} = 0.22-0.35$. На диаграмме Херрона [9] фигуративные точки образуют компактное облако в поле глинистых сланцев, отдельные точки отвечают составу вакк.

Для систематики глинистых пород использовалась модульная диаграмма Я.Э. Юдовича и М.П. Кетрис [7], которая позволяет выделить шесть главных литохимических типов глинистых пород,

различающихся по минеральному составу глинистой фракции. Большинство фигуративных точек присутствуют в поле V (хлорит-монтмориллонит-гидрослюдистые глины), в меньшей степени попадают в поле IV (хлорит-гидрослюдистые глины), и единичные точки попадают в другие поля. Заметим, что одной из гипотез, объясняющих механизм деятельности грязевых вулканов, является представление о том, что аномально-высокие пластовые давления возникают при фазовом преобразовании глинистых минералов – иллитизации смектита [6]. Исходя из этой гипотезы, глинистый материал, выбрасываемый действующими грязевыми вулканами, должен содержать смешанослойные иллит-смектиты как промежуточные формы гидрослюдизации монтмориллонитов. Видно, что наши данные не противоречат этим представлениям.

На диаграмме А.Б. Ронова и З.В. Хлебниковой [3], применяемой для разделения глинистых отложений из различных климатических фациальных зон, большинство точек сосредоточено в области перекрытия полей I (континентальных глин холодного и умеренно холодного климата) и III (морских глин и глин засоленных лагун и озер аридной зоны).

Вариационные диаграммы также показывают, что составы сопочной брекчии из разных вулканов являются достаточно однотипными. Почти все рассматриваемые пробы образуют на них единые поля составов. Исключение составляет диаграмма $\text{CaO}-\text{SiO}_2$, где обособляется несколько групп точек. Вероятно, вариации содержания CaO в сопочной брекчии определяют также специфику значений плагиоклазового модуля (ПМ) [5]. Самые низкие значения ПМ (1.0-1.3) характерны для брекчии грязевых вулканов о. Сахалин и Тайваня. При этом имеется довольно сильная положительная корреляция между значениями ICV (Index of Compositional Variability) [2] и значениями ПМ. Диапазон значений ICV для рассматриваемых проб составляет от 0.73 до 1.49.

По региональному признаку разделяются фигуративные точки на разработанной для реконструкции палеогеодинамических обстановок осадконакопления дискриминационной диаграмме $\text{SiO}_2-\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ [12]. Составы сопочной брекчии вулканов Пакистана и Тайваня тяготеют к полю пород, сформированных в обстановке активной континентальной окраины. Составы сопочной брекчии остальных вулканов соответствуют преимущественно отложениям океанических островных дуг.

Результаты нашего исследования показывают, в частности, что твердые выбросы грязевых вулканов в разных регионах мира во

многом схожи. Это можно объяснить общностью условий и факторов, определяющих протекание процессов грязевого вулканизма.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант № 15-05-01768).

Литература

1. Лаврушин В.Ю., Корф А., Deyhle A., Степанец М.И. Изотопы бора и формирование грязевулканических флюидов Тамани (Россия) и Кахетии (Грузия) // Литология и полезные ископаемые, 2003. № 2. С. 147-182.
2. Маслов А.В. Осадочные породы: методы изучения и интерпретации полученных данных. Екатеринбург: УГГУ, 2005. 289 с.
3. Ронов А.Б., Хлебникова З.В. Химический состав важнейших генетических типов глин // Геохимия, 1961. № 6. С. 449-469.
4. Сорочинская А.В., Шакиров Р.Б., Веникова А.Л., Пестрикова Н.Л. Элементы-примеси в современной сопочной брекчии грязевых вулканов о. Сахалин // Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле, 2015. № 1. С. 19-30.
5. Сляров Е.В., Гладкозуб Д.П., Донская Т.В. и др. Интерпретация геохимических данных. М: Интермет Инжиниринг, 2001. 288 с.
6. Холодов В.Н. Грязевые вулканы: закономерности размещения и генезис. Сообщение 2. Геолого-геохимические особенности и модель формирования // Литология и полезные ископаемые, 2002. № 4. С. 339-358.
7. Юдович Я.Э., Кемприс М.П. Основы литохимии. СПб.: Наука, 2000. 479 с.
8. Delisle G., von Rad U., Andruleit H. et al. Active mud volcanoes on- and offshore eastern Makran, Pakistan // International Journal of Earth Sciences, 2002. Vol. 91. P. 93-110.
9. Herron M.M. Geochemical classification of terrigenous sands and shales from core or log data // Journal of Sedimentary Petrology. 1988. Vol. 58. P. 820-829.
10. Liu C.-C., Maity J.P., Jean J.-S., Li Z. The geochemical characteristics of the mud liquids in the Wushanting and Hsiaokunshui Mud Volcano region in southern Taiwan: Implications of humic substances for binding and mobilization of arsenic // Journal of Geochemical Exploration, 2013. Vol. 128. P. 62-71.
11. Nakada R., Takahashi Y., Tsunogai U. et al. A geochemical study on mud volcanoes in the Junggar Basin, China // Applied Geochemistry, 2011. Vol. 26. P. 1065-1076.
12. Roser B.P., Korsch R.J. Determination of tectonic setting of sandstone-mudstone suites using SiO₂ content and K₂O/Na₂O ratio // Journal of Geology, 1986. Vol. 94. P. 635-650.

МОРФОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЭКЗОГЕННОГО И ЭНДОГЕННОГО РОССЫПНОГО И КОРЕННОГО ЗОЛОТА ПЕРЕДОВОГО ХРЕБТА СЕВЕРНОГО КАВКАЗА

А.А. Попов, Н.А. Рыбалкин

*Южно-Российский государственный политехнический
университет (НПИ) им. М.И. Платова,
студент 2 курса, lex45697@gmail.com*

Научный руководитель: к.г.-м.н., доцент Г.В. Рябов

***Аннотация:** проведены исследования морфометрии россыпного золота зоны Передового хребта Северного Кавказа. Показаны морфометрические различия речного и коренного золота и даны рекомендации при поисках золотоносных участков.*

***Ключевые слова:** морфометрия, россыпь, золото, Северный Кавказ.*

MORPHOMETRIC ANALYSIS OF EXOGENOUS AND ENDOGENOUS PLACER GOLD AND INDIGENOUS FRONT RANGE NORTH CAUCASUS

A.A. Popov, N.A. Ribalkin

*South-Russian State Technical University (NPI) to them. M.I. Platov,
2nd year Student, lex45697@gmail.com*

Research Supervisor: Candidate of Geology and Mineralogy, Reader
G.V. Ryabov

***Abstract:** the investigations morphometry placer gold area of the Front Range of the Northern Caucasus. Showing morphometric differences river and vein gold and recommendations in the search for gold sites.*

***Key words:** morphometry, placer, gold, North Caucasus.*

Урупо-Кубанский район входит в металлогеническую зону Передового хребта Северного Кавказа. В пределах этой зоны основные богатства связаны с вольфрамовыми, медно-колчеданными и золоторудными месторождениями [3]. В западной части металлогенической (Урупо-Лабинской) зоне известно золоторудное колчеданное месторождение. В пределах этого участка золоторудного Урупского месторождения и расположены многочисленные точки россыпного золота [5]. В настоящее время большая часть залежей шлихового золота (прииски) «Азиатский», «Рожнал» отработаны. В долине р. Бескес тела россыпного золота разведаны, но в настоящий момент не отрабатываются. Золоторудная минерализация в виде

современных косовых россыпей сейчас обнаруживается в аллювиальных отложениях р. Власенчиха, Уруп, Бескес, Б. Лаба.

Источниками россыпного золота считаются медно-колчеданные месторождения «Урупское», «Власенчихинское», «Быковское», «Бескесское», в пределах которых из «железных шляп» добывалось золото. Коренное золото колчеданных руд встречается в свободном виде, в ассоциации с халькопиритом, а также в виде теллуридов. Шлиховое золото поступает в аллювий рек в результате размыва крупных региональных зон пиритизированных метасоматитов. В этих зонах золото часто обнаруживается в пределах 0,01-2 г/т. В настоящее время эти зоны активно эродируются.

В качестве исходного материала шлихового золота нами исследованы черные шлихи косового аллювия рек Урупа и Б. Лабы. Главным источником информации стал черный шлих, по плотностным показателям минералов наиболее близкий к золоту. В черном шлихе при промывке обнаруживалось до 5-18 знаков золота на лоток. Размеры видимого золота до 2-2,5 мм. По данным Богуша И.А. и Курбанова М.М. золото бассейна р. Уруп обладает высокой пробностью (до 930) [1,4].

Шлиховое золото Урупа и Б. Лабы имеет исключительно пластинчатую форму, размеры отдельных пластин достигают 2х3 мм, при толщине 0,4 – 0,7 мм (рис.1). Соотношение толщины пластин к их удлинению колеблется от 1:8 до 1:2, при этом чем крупнее зерно золота, тем более плоскую форму оно имеет. Пластины золота слабо удлинены или изометричны в плане. Они окатаны, единичные пластины загнуты на тонком крае и сплюснуты. Однако, боковые поверхности пластин почти полностью лишены следов транспортировки речным потоком: расплющивания, развальцевания и шлифовки.

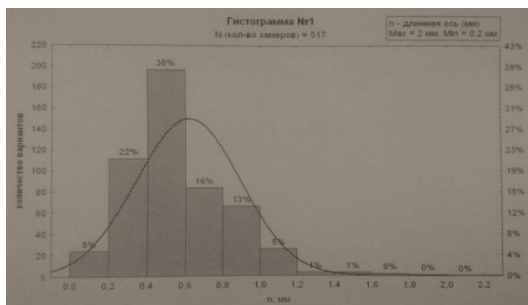


Рис. 1. Диаграмма распределения гранулометрических фракций зерен речного золота.

Исследование россыпного золота в Кубанском районе из делювия сульфидизированных зон Мариинского рудного поля обнаружило резкое морфометрическое и структурное отличие делювиального золота от речного. Делювиальное золото золотоносных зон пиритизации не испытало транспортировки и по форме выделений его можно считать близким к коренному рудных гидротермалитов. В отличие от речного золота коренное золото четко обладает трехмерным измерением (длина, ширина и высота). В некоторых случаях делювиальное золото сохраняет сложное дендритовидное строение.

Морфологические исследования делювиального золота показали сложность рельефа его поверхности. Местами в зернах золота обнаруживаются первичные включения кварца. Отличительной особенностью делювиального золота является трехмерность морфометрических показателей (длина, ширина и высота). Исследование этих показателей были проведены с помощью бинокулярного микроскопа и масштабной сетки. Размеры зерен делювиального золота такие же, как и у аллювиального. Результаты представлены на статистической треугольной (барицентрической) диаграмме (рис.2) [2].

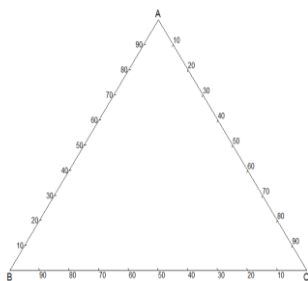


Рис. 2. Треугольная диаграмма распределения гранулометрических фракций зерен делювиального золота. Линия BA – длина, CB – ширина, AC – толщина зерна золота.

Проведенные исследования морфометрии россыпного золота зоны Передового хребта Северного Кавказа показали, что зерна аллювиального золота и коренного золота делювия разнообразны по морфологии и близки по размерности. Четко выделяется чешуйчатая развальцованность зерен золота речных отложений и трехмерное со сложным рельефом строение зерен делювиального золота. Исходя из этих данных, можно прогнозировать расположение источников

золотоносных пород. Развальцованное аллювиальное золото транспортировалось горными реками не менее 8-10 км. Трехмерность зерен золота делювия подчёркивает непосредственную близость источника коренного золота. Эти показатели могут быть использованы при поисках золота в пределах Северного Кавказа.

Литература

1. *Богущ И.А., Курбанов М.М.* Концепции рудоносности и перспективы благородных металлов черносланцевых толщ Северного Кавказа // Основные проблемы геологического изучения и использования недр Северного Кавказа. Ессентуки, 1995. С. 308-311.
2. *Богущ И.А., Богилев А.А.* Шлиховое золото Урупского района // материалы III международной научной конференции. Новочеркасск ЮРГПУ (НПИ), 2002. С. 251-254
3. *Богущ И.А.* Палеозойское золото Северного Кавказа // Геология, оценка и локальный прогноз месторождений цветных, редких и благородных металлов: Сб. научн. Трудов НГТУ. Новочеркасск, 1993. С. 3-13.
4. *Василенко В.Н., Парада С.Г.* Генетические типы проявлений золота в Урупо-Лабинском районе (Северо-Западный Кавказ) // Проблемы геологии, полезных ископаемых и экологии Юга России и Кавказа. Т.1. Геология, полезные ископаемые, минералогия и геохимия. Материалы II международной научной конференции. Новочеркасск ЮРГПУ (НПИ), 1999. С.135-138.
5. *Рябов Г.В., Кафтантаий А.Б.* Материалы платиновой группы в колчеданных рудах Урупского месторождения (Карачаево-Черкессия) // Сб. науч. Трудов ЮРГПУ (НПИ), Новочеркасск, 2007. С. 45-53.

**К ВОПРОСУ О ВЕЩЕСТВЕННОМ СОСТАВЕ
СЕРПЕНТИНИТОВ ДАХОВСКОГО
КРИСТАЛЛИЧЕСКОГО МАССИВА
(СЕВЕРО-ЗАПАДНЫЙ КАВКАЗ)**

Т.Ю. Саранцева¹, К.А. Кондаурова², В.В. Чернышева²

Воронежский государственный университет,

¹-студент 6 курса, ²-студенты 2 курса, nika.tchernysheva@yandex.ru

Научный руководитель: к.г.-м.н., доцент С.В.Бондаренко

Аннотация: приводится нормативно-минералогическая диагностика ультрамафитов Даховского кристаллического массива по методу CIPW для выяснения их первичного минерального состава, который завуалирован интенсивной серпентинизацией. По диаграмме $Orx-Ol-Crx$, предложенной IUGS [5], выявлено резкое преобладание гарцбургитов.

Ключевые слова: Даховский кристаллический массив, апогарцбургитовые серпентиниты.

TO THE QUESTION OF MATERIAL STRUCTURE OF SERPENTINITE OF THE DAKHOVSKY CRYSTAL MASSIF (NORTHWEST CAUCASUS)

T.J. Sarantseva¹, K.A. Kondaurova², V.V. Chernysheva²

Voronezh State University,

^{1-6th} year Student, ^{2-2nd} year Student, *nika.tchernysheva@yandex.ru*

Research Supervisor: Candidate of Geology and Mineralogy

S.V. Bondarenko

Abstract: *it provides legal and mineralogical diagnosis ultramafic Dakhovskaya crystalline array on CIPW method to determine their primary mineral composition of which is veiled intensive serpentinization. In the diagram Opx-Ol-Cpx, proposed by IUGS (1991), revealed belong.*

Key words: *Dahovsky crystalline array apogartsburgitovye serpentinite.*

Геологическое строение и полезные ископаемые Кавказа в течение длительного времени остаются важным предметом исследования и дискуссий [1,3]. Изучение столь крупного тектонического элемента земной коры невозможно без тщательных региональных исследований.

В строении Даховского кристаллического массива (ДКМ) принимают участие метаморфические комплексы, вмещающие герцинский гранитный массив, а также протрузии серпентинитов, локализованные в зонах крупных разломов. Серпентиниты в различной степени меланжированы и встречаются, как и в виде относительно массивных разностей, так и в виде серпентинитового меланжа. Несмотря на многочисленные исследования этих пород, представления о генезисе, тектоническом положении и механизме локализации серпентинитовых тел данного района остаются на фиксированных позициях прежней классической тектоники, в связи с чем, требуют дополнительного изучения.

Серпентиниты ДКМ представляют собой породу зеленовато-серого, темно-серого, почти черного с зеленоватым оттенком цвета (рис.1), которая преимущественно состоит из агрегатов серпентина с пылевой примесью рудных минералов. Модальная классификация ультрабазитов, по которым образованы серпентиниты, в образцах и под микроскопом затруднена и часто невозможна ввиду их почти полной серпентинизации, часто превышающей 90–97%. Иногда можно распознать апогарцбургитовую природу серпентинитов по наличию в

них единичных слабо измененных зерен гиперстена в массе серпентина, развитого по оливину. Однако это очень приблизительные качественные оценки.



Рис. 1. Серпентиниты Даховского кристаллического массива

Серпентинизация перидотитов до определенного предела, без окремнения и интенсивной карбонатизации, представляет собой изохимическую гидратацию слагающих минералов – оливина и ромбического пироксена [2,4]. С целью уточнения исходных составов Серпентинитов ДКМ в настоящей работе приведена их нормативная диагностика на основе современной классификации ультрамафитов по Международной Терминологической Комиссии IUGS [5]. Расшифровка исходного минерального состава приведена по методу CIPW. Результаты отражены на классификационной диаграмме IUGS (рис.2), где пунктиром выделено поле ультрамафитов океанической мантии. Как видно из диаграммы, среди ультрамафитов преобладающими являются мантийные гарцбургиты.

Положение тел серпентинитов вдоль глубинных разломов и результаты пересчетов, позволяют предположить, что изучаемые породы представляют собой фрагмент измененной древней океанической коры.



Рис. 2. Серпентиниты ДКМ на классификационной диаграмме IUGS

Химический анализ выполнены в Центре коллективного пользования научным оборудованием ФГБОУ ВО «ВГУ» с помощью рентгеновского дифрактометра Empyrean B.V., аналитик Д.И. Серганов.

Выражаем благодарность доценту, кандидату геолого-минералогических наук Бондаренко Светлане Владимировне за чуткое руководство, ценные советы и помощь на всех этапах работы.

Литература

1. Геология и полезные ископаемые России. В шести томах. Т.1. Запад России и Урал. Кн. 1. Запад России / Ред. Б.В. Петров, В.Л. Кириков. СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2006. 528 с.
2. Максимович З., Максимович С. Литий, натрий, калий в альпинотипных ультраосновных породах. В кн.: Распространенность элементов в земной коре (под ред. Л. Арена). М.: Мир, 1972. С. 139-150.
3. Объяснительная записка к государственной геологической карте РФ масштаба 1:200 000. Серия Кавказская. Лист L-37-XXXV. Майкоп / сост. С.Г. Корсаков [и др.]. СПб.: ФГУП «Кавказгеолсъемка», 2004. 311 с.
4. Coleman R.G., Keith T.E. A chemical study of serpentinization-Burro Mountain, California // Journal of Petrology, 1971, v. 12, № 2, P. 311-328.
5. Le Bas M.J & Streckeisen A.L. The IUGS systematics of igneous rocks // J. Geol. Soc. London, 1991, v. 148, P. 825-833

РОЛЬ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА В ФОРМИРОВАНИИ КАОЛИНОВ ВЕРХНЕАШУТСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ БОКСИТОВ (КАЗАХСТАН)

Д.В. Сивков

Московский государственный университет

имени М.В. Ломоносова,

магистрант 1 года обучения, sivkovdmitrij@yandex.ru

Научные руководители: д.г.-м.н., ведущий научный сотрудник

В.М. Новиков, к.г.-м.н. старший научный сотрудник Н.М. Боева

(ИГЕМ РАН)

Аннотация: статья посвящена изучению физико-химических реакций протекающих на участках контактов ожелезненных каолиновых глин и лигнита в пределах литологического разреза Верхнеашутского месторождения бокситов и огнеупорных глин.

Ключевые слова: каолиновая глина, Верхнеашутское месторождение, обеление.

ROLE OF ORGANIC SUBSTANCE IN FORMATION OF KAOLIN OF THE VERKHNEASHUTSKOE BAUXITE DEPOSIT (KAZAKHSTAN)

D.V. Sivkov

Lomonosov Moscow State University,

1st year Master's Degree Student, sivkovdmirij@yandex.ru

Research Supervisors: Doctor of Geology and Mineralogy, Leading
Research Supervisor V.M. Novikov, Candidate of Geology and Mineralogy,
Senior Research Supervisor N.M. Boeva

Abstract: *the article is devoted to the study of physico-chemical reactions occurring at the sites of contacts between ferruginous kaolin and lignite within lithological profile of Verkhneashutskoe bauxites and refractory clays deposit.*

Key words: *kaolin clay, Verkhneashutskoe deposit, whitewash.*

Верхнеашутское месторождение располагается в восточной части Амангельдинского бокситорудного района в Центральном Казахстане. Оно приурочено к стратиграфическому перерыву палеозойского кристаллического фундамента и мезо-кайнозойского осадочного платформенного чехла, сложенного алюмосиликатными и карбонатными породами. В плане месторождение представляет собой вытянутую в субмеридиональном направлении извилистую цепочку крупных бокситорудных и каолиноносных залежей. Таким образом, оно является комплексным, кроме бокситов, содержит промышленные горизонты каолиновых огнеупорных глин. Вмещающие породы продуктивной толщи выполняют весьма широкую (до 600 м) корытообразную депрессию, положение которой контролируется контактом франских карбонатов и фаменских сланцев. В пределах структур кристаллического фундамента тела бокситов и огнеупоров локализованы в крупных карстовых воронках, контролирующих процесс бокситонакопления.



Рис. 1. Забой карьера и точки отбора образцов

Формирование бокситов происходило в условиях гумидного климата, близкого современным тропическим саваннам.

Считается, что основным источником глинозема служила кора выветривания преимущественно андезитовых порфиров валерьяновской свиты (C_{1vl}) и базальтов туринской серии (T_{1-2tr}), а также песчано-глинистых гидрослюдистых сланцев франского яруса (D_{3f}).

Одной из особенностей литологического разреза рассматриваемого объекта является наличие мощных пластов лигнита (рис.1), что нашло отражение в минералого-геохимических характеристиках полезных ископаемых Верхнеашутского месторождения. В частности в процессе изучения литологического разреза на одном из забоев было установлено, что в пластах бокситоподобных глин, перекрытых толщами лигнита, наблюдается их обеление (рис.1), обусловленное выносом железа. В процессе его удаления происходит восстановление $Fe^{3+} \rightarrow Fe^{2+}$ водами преимущественно атмосферного происхождения. Согласно А.И. Перельману повышение pH вод, просачивающихся сверху сквозь толщи лигнитов, обусловлено насыщением их основаниями кислот (в рассматриваемом случае предположительно HNO_3 и H_2CO_3) [1]. Наличие в составе лигнитов оснований указанных кислот подтверждается результатами проведенной инфракрасной спектроскопии (рис.2).

Таким образом, восстановленные ионы Fe^{3+} до Fe^{2+} , способны легко мигрировать с атмосферными осадками вниз по разрезу. При взаимодействии с кислородом воздуха Fe^{2+} вновь окисляется, образуя скопления оксидов трехвалентного железа, чем объясняется присутствие конкреций гематита в толщах бокситоподобных глин.

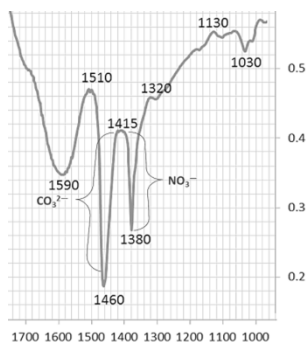


Рис. 2. Интерпретация результатов инфракрасной спектроскопии образцов лигнита (обр. №9, №12)

Согласно результатам химического и синхронного термического анализов содержание Fe_2O_3 в образцах, претерпевших процесс выщелачивания (обр. №№2,3,4,6,10) значительно ниже, чем в образцах (обр. №№7,8,11), не подвергшихся последнему (табл.). Так в составе образца №11 содержание железа в окисной форме более чем в 70 раз превышает содержание того же соединения в составе образца №3. Разница в содержании оксида железа в образцах нашла свое отражение и в их окраске, что хорошо заметно на рисунке 1. Согласно А.И. Перельману изменение окраски является ярким показателем смены окислительно-восстановительных условий [1]. В среднем, содержание Fe_2O_3 в «обеленных» образцах в 21 раз ниже аналогичного в образцах, не подвергшихся выносу железа.

Проведенные исследования показали, что органическое вещество лигнитов в продуктивных толщах месторождений карстовых бокситов может играть созидательную роль. В рассмотренном случае в результате выноса органоминеральных форм железа произошло формирование высококачественных бокситов и огнеупорных глин.

Таблица

Результаты химического анализа породообразующих элементов

№№ обр.	ппп	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	TiO ₂	MnO	Fe ₂ O ₃	P ₂ O ₅	S
	%	%	%	%	%	%	%	%	%
2	31,1	0,14	55,15	4,59	3,47	<0,01	2,43	0,04	2,38
3	20,87	<0,10	44,75	30,11	3,19	<0,01	0,56	<0,02	0,07
4	22,02	<0,10	51,6	22,09	3,25	<0,01	0,57	<0,02	0,12
6	13,24	0,29	35,69	45,76	1,18	<0,01	2,75	0,05	<0,02
7	24,4	<0,10	40,4	6,95	3,54	0,08	23,93	0,05	0,2
8	28,64	<0,10	47,47	3,41	3,78	0,04	15,96	0,06	0,22
9	47,4	2,78	21,27	4,16	2,39	<0,01	0,45	<0,02	9,4
10	30,54	<0,10	57,63	4,99	5,34	<0,01	0,82	<0,02	0,22
11	9,24	<0,10	23,43	25,5	1,07	0,04	40,02	<0,02	0,06

Образцы: 2 – боксит рыхлый лигнитизированный; 3 – глина огнеупорная марки АрО-40; 4 – боксит рыхлый маложелезистый; 6 – глина бокситоподобная с конкрециями гематита; 7 – боксит рыхлый железистый; 8 – боксит каменистый железистый; 9 – лигнит; 10 – боксит каменистый маложелезистый; 11 – глина бокситоподобная.

Литература

1. Перельман А.И. Геохимия ландшафта. Изд. 2. М.: «Высшая школа», 1975, С. 63-78.

ПЕТРОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КЫТЛЫМИТОВ КАТЫШОРСКОГО ХРЕБТА

А.В. Сиова

*Исовский геологоразведочный техникум,
студент 2 курса, anastasiya.platonova2013@yandex.ru*

Научный руководитель: преподаватель специальных дисциплин
А.Е. Пудовкин

Аннотация: предлагается использовать кытлымиты Катышорского хребта как поделочный (облицовочный) камень. В соответствии с ГОСТ 9479-84. приводится петрографическая характеристика горных пород кытлымитов. Выполнена предварительная оценка кытлымитов как сырья для производства облицовочных изделий.

Ключевые слова: кытлымит, Катышорский хребет, облицовочный камень.

PETROGRAPHIC CHARACTERISTIC OF KYTLYMIT OF THE KATYSHORSKY RIDGE

A.V. Siova

*Isovsky Geological Prospecting College,
2nd year Student, anastasiya.platonova2013@yandex.ru*

Research Supervisor: the Teacher of Special Disciplines A.E. Pudovkin

Abstract: it is offered to use kytlymits of the Katyshorsky ridge as facing stone according to GOST 9479-84. The petrographic characteristic of kytlymits' rocks is resulted. The preliminary estimate of kytlymits as raw materials for the manufacture of facing products was realized.

Key words: kytlymit, the Katyshorsky ridge, facing stone.

Кытлымиты — горные породы, встречающиеся в экзоконтактовых зонах пироксенит-дунитовых массивов Урала. Название дано Н.М. Успенским (1952). А.А. Ефимовым [1] установлено, что кытлымиты продукт регрессивного метаморфизма. Объектом наших исследований являются кытлымиты Катышорского хребта, который находится в районе пос. Кытлым Свердловской области.

Несколько образцов кытлымитов с г. Катышор были отобраны нами в 2015 году для музейной коллекции горных пород Платиноносного пояса Урала. При обработке образцов мы обратили внимание на декоративные свойства и хорошую полируемость камня.

Было принято решение собрать материал для предварительной оценки кытлымитов как облицовочного камня.

Петрографическая характеристика кытлымитов выполнена в соответствии с ГОСТ 9479-84. Исходным материалом для исследований являлись штуфы, отобранные из обнажений и курумника. Из 50 штуфов на основе визуальной оценки было отобрано 7 разновидностей горных пород. У каждой разновидности изучалась выветрелая поверхность и свежий скол, полированная поверхность и прозрачный шлиф. Все разновидности, несмотря на внешнее разнообразие, оказались одной породой – кытлымитом.

Усредненный минералогический состав кытлымитов: плагиоклаз – 50%, роговая обманка – 40%, кварц – 9%, биотит – 1%. Пироксен, магнетит, пирит – единичные зерна.

Из перечисленных выше минералов только содержание кварца в породе может сильно меняться (1-30%). Соотношение других минералов является сравнительно постоянным.

Плагиоклаз. Макроскопически отдельные зерна плагиоклаза сливаются в сплошную массу от белого до зеленоватого-светло-серого цвета. Под микроскопом плагиоклаз сильно соскюриitized (на 70–90%). Форма зерен неправильная, размер до 3 мм.

Роговая обманка. Макроскопически роговая обманка черного цвета с хорошо заметной спайностью. Размер зерен роговой обманки 0,2–3,0 мм. В шлифах наблюдается длиннопризматические и лапчатые зерна со спайностью, с отчетливым плеохроизмом в зеленых тонах. В редких случаях среди зерен роговой обманки можно наблюдать реликты пироксена, по которому иногда развивается хлорит и эпидот. Роговая обманка отрицательно влияет на качество полировки кытлымитов. Частишки зерен выкрашиваются по спайности, оставляя ямки. Особенно это заметно в разновидностях с пятнистой текстурой, где в пределах пятен преобладают зерна роговой обманки. В то же время небольшие пятна из нескольких плотно прилегающих друг к другу зерен роговой обманки полируются хорошо.

Кварц. На полированной поверхности зерна кварца размером более 0,1 мм, хорошо заметны в лупу при увеличении в 10-20 раз. Его зерна – бесцветные и прозрачные. Пылевидные зерна кварца размером менее 0,1 мм хорошо различимы в шлифах при включенном анализаторе. Зерна кварца имеют изометричную, угловатую форму. Содержание кварца в породе неравномерное. Больше кварца в полосах и пятнах со средне- и крупнозернистой структурой, меньше в тонкозернистой, тонкополосчатой массе. Отсюда можно

предположить, что кварц привносится в кытлымиты извне или мобилизуется при метасоматозе.

Биотит. Чешуйки биотита имеют размер до 3-х мм. Макроскопически они красновато-серые, золотисто-бурые. Под микроскопом биотит обнаруживает спайность и плеохроизм. Содержание менее 1%, распределение весьма неравномерное.

Пирит. Встречается очень редко. Зёрна размером до 2 мм.

Титаномагнетит. Очень мелкая (0,1-0,3 мм) редкая вкрапленность титаномагнетита встречается во всех разностях.

Строение кытлымитов весьма разнообразно, что объясняется сложными процессами их образования. Структура по размеру зёрен меняется от скрытозернистой до крупнозернистой. Под микроскопом структуру кытлымитов можно определить как габбровую. Текстура редко бывает массивной (в габброподобных разностях). В большинстве случаев наблюдается частая смена тонко- и грубополосчатых, волнистополосчатых, пятнистых текстур. Текстурный рисунок кытлымитов осложняется секущими полосчатость разноориентированными прожилками (инекциями), имеющими кытлымитовый состав.

Кытлымиты в обнажениях отличаются от большинства уральских пород слабой трещиноватостью. Трещины редкие тонкие, разноориентированные. Образцы от массива откалываются с большим трудом. Порода легко пилится на тонкие пластинки, не разламываясь. Все это дает основание предполагать хорошую блочность этого камня.

Микротрещины имеются во всех изученных разновидностях кытлымитов. Короткие микротрещины образуются по границам зёрен, по спайности роговой обманки. Микротрещины длиной более 10 мм тонкие, разноориентированные, редкие (5-10 шт. на 1 кв. дм.),

С поверхности кытлымиты имеют тонкую корочку выветривания мощностью до 5 мм. Цвет корочки, как правило, серовато-белый. По редким трещинам в породах имеются тонкие налеты гидроксидов железа.

Оценка декоративности поделочного камня производится согласно п. 3.11. ГОСТ – 9480. По цвету кытлымиты следует отнести к монокромным породам, хотя их общая окраска определяется цветами: темно-серый, серый, белый, зеленовато-белый, фиашково-зелёный. Сочетание этих цветов весьма разнообразно. Общая окраска всех разностей кытлымитов может быть признана спокойной, скромной, элегантной, что и определяет их практическое применение как декоративного камня для облицовки колонн, пола, панелей, лестниц, оснований для памятников. Возможно применение кытлымитов как

элементов ваз, шкатулок, письменных приборов в сочетании с яркоокрашенными яшмами, родонитом, чароитом и другими поделочными камнями высших сортов.

По составу и строению изученные нами разновидности кытлымитов можно разделить на два типа.

Первый тип. Кытлымиты явнозернистые, крупно или среднезернистые габброподобные. Имеют общую окраску от светло-серой до темно-серой. Основная особенность кытлымитов первого типа – их массивная текстура. Предполагается, что этот тип кытлымитов будет обладать повышенной блочностью и более высокой отражательной способностью после полировки. По декоративным свойствам кытлымиты данного типа не уступают габбро.

Второй тип. Данный тип кытлымитов значительно больше распространен и разнообразен по внешнему виду. Для него характерны полосчатые и пятнистые текстуры в своем разнообразном сочетании. Основными элементами этих текстур являются:

- тонкополосчатые участки со скрытозернистой структурой;
- полосы и пятна средне и крупнозернистых габброподобных пород;
- черные тонкие прожилки, секущие породу в разных направлениях.

Кытлымиты второго типа несколько хуже принимают полировку, в них больше микротрещин. Декоративные свойства этих пород являются более интересными, чем у пород первого типа.

Для решения вопросов практического использования кытлымитов необходимо провести поисково-оценочные работы на всей площади Кытышорского хребта (поисковые маршруты, бурение поисковых скважин глубиной до 50 м) и выделить перспективный участок для разведки месторождения.

Природно-климатические и экономические условия для разведочных работ и добычи кытлымитов благоприятные. В непосредственной близости от Кытышорского хребта имеется автодорога, населенный пункт (пос. Кытлым) и линия электропередач высокой мощности.

В настоящее время российский рынок заполнен китайским долеритом (габбро). Мы надеемся, что найдутся инвесторы, готовые заняться разведкой и разработкой Уральского месторождения поделочного камня.

Литература

1. Ефимов А.А., Ефимова Л.П. Кытлымский платиноносный массив. М.: Недра, 1967. С. 334.

О ДВУХ ТИПАХ ТУРМАЛИНИТОВ ВЕРХНЕУРМИЙСКОГО РУДНОГО УЗЛА (ПРИАМУРЬЕ)

К.Г. Суханова, В.И. Алексеев

*Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»,
аспирант 1 года обучения, cris.suhanova92@yandex.ru*

Научный руководитель: д.г.-м.н., доцент В.И. Алексеев

***Аннотация:** в статье описана метасоматическая зональность Правоурмийского месторождения и рудопоявлений Сульфидное, Двойное, Проскурникова и Дождливое Верхнеурмийского оловорудного узла.*

***Ключевые слова:** метасоматическая зональность, турмалиниты, оловянные месторождения.*

ABOUT TWO TYPES OF TOURMALINITES FROM VERHNEURMY ORE DISTRICT (AMUR RIVER REGION)

K.G. Sukhanova, V.I. Alekseev

*National Mineral Resources University (Mining University),
1st year Post-graduate Student, cris.suhanova92@yandex.ru*

Research Supervisor: Doctor of Geology and Mineralogy, Reader
V.I. Alekseev

***Abstract:** article describes metasomatic zonation of Pravourmiyskoye tin deposit and of Sulfidnoye, Dvoynoye, Proskurnikova, Dozhdlivoye ore manifestations from Verhne Urmy ore district.*

***Key words:** metasomatic zonation, tourmalinites, tin deposits.*

Верхнеурмийский рудный узел входит в состав Баджальского оловорудного района, принадлежащего Сихотэ-Алинской складчатой системе. В Верхнеурмийском рудном узле находится Правоурмийское оловянное месторождение, относящееся к касситерит-кварцевой формации, и несколько рудопоявлений, меньших по масштабу, принадлежащих касситерит-силикатной формации [1,2,3]. Рудные тела сложены грейзенами. При изучении зональности турмалинитов Правоурмийского оловянного месторождения и рудопоявлений Верхнеурмийского рудного узла можно увидеть изменение околожильной зональности турмалинитов, смену фаций с мусковит-турмалиновой на альбит-турмалиновую и переход от одной формации к другой. Это может использоваться как поисковый признак: вблизи месторождений касситерит-силикатной формации возможно нахождение касситерит-кварцевых проявлений.

Для исследования были отобраны шлифы из зональных турмалинитовых прожилков Правоурмийского месторождения, а именно рудного тела 1 (центр узла), и из рудопроявлений Сульфидное (восток узла), Дождливое, Проскурникова и Двойное (в направлении от центра к северу узла).

Зональность турмалинитов Верхнеурмийского узла, в целом, соответствует следующей схеме (в скобках указаны реликтовые минералы, индексы минералов [4]):

Вмещающая порода - риолит – $Q + Fsp + Pl + Bt$;

Околожилные изменения – слюдит – $Mu + (Bt + Q + Fsp + Pl)$;

Жильные изменения – кварцевый метасоматит – Q ;

Ядро жилы - турмалинит – $Q + Tur$.

На Правоурмийском месторождении метасоматические изменения вмещающих пород проявлены наиболее интенсивно. В околожилном слюдите практически не осталось реликтов вмещающих пород, все изменено рудными растворами. Эти растворы были обогащены летучими компонентами, так как только в турмалинитовых жилах рудного тела 1 можно встретить большое количество флюорита и топаза. В ядре жилы - турмалин не образует сплошных скоплений, его характерные агрегаты - шпильки, гнезда с кварцем и турмалином. Иногда это полностью турмалиновые зоны, практически без кварца (рис.а).

Для турмалинитов месторождения Правоурмийское характерна метасоматическая зональность:

$Mu + Q + Bt + Trpz + Orq$;

$Q + Fl + Tur + Orq$;

$Tur + Orq$;

В рудопроявлении Сульфидное в околожилных измененных породах находится турмалин. Турмалинит образует собственные тела - заполняет жилы кварцем, турмалином и рудными минералами.

Метасоматическая колонка рудопроявления Сульфидное:

$Mu + Q + Bt + Tur$;

$Q + Tur + Orq$;

$Q + Tur$;

Для рудопроявления Дождливое характерной особенностью является присутствие касситерита в турмалинитах и их альбитизация. Характерная метасоматическая колонка:

$Mu + Bt + Q + Fsp + Pl$;

$Q + Alb + Mu + Fl$;

$Q + Tur + Cst + Alb$;

Рудопроявление Проскурникова характерно проявлением кварцевой оторочки турмалинитов, присутствием апатита. Характерная метасоматическая зональность:

$Pl + Q + Fsp + Bt + Orp;$

$(Q + Fsp + Bt) + Mu + Ar + Orp;$

$Q;$

$Q + Tur + Fl;$

Рудопроявление Двойное отличается слабым изменением вмещающими породами. В околожильном слюдите обнаружен апатит. Характерна кварцевая и турмалин альбитовая оторочки турмалинитов. Для рудопроявления Двойное характерны жильные тела сложенные не только турмалином, но и отдельно кварцем, альбитом и флюоритом (рис.6).

Для рудопроявления Двойное характерна метасоматическая зональность:

$Pl + Q + Mu + Bt + Fsp + Ar + Orp;$

$Q;$

$Q + Tur;$

$Q + Tur + Alb + Fl;$

Таким образом, в направлении с юга на север узла можно отметить смену мусковит-турмалиновой фации на альбит-турмалиновую, которая указывает на изменение щелочности рудообразующих растворов.

Турмалин также претерпевает изменения при движении с юга на север. В рудном теле 1 он идиоморфен, хорошо кристаллизован, имеет собственные грани. Размер порядка 1 мм. Цвет имеет разный от бесцветного до желто-зеленого. Наблюдаются полихромные и зональные индивиды. А на рудопроявлении Двойное турмалин имеет игольчатый габитус, цвет его насыщенно зелено-синий, а размер не превышает 0,5 мм.

Подводя итог, можно сделать вывод, что при движении рудоносных растворов с юга на север в пределах Верхнеурмийского узла, происходило обеднение летучими компонентами, возрастание щелочности.

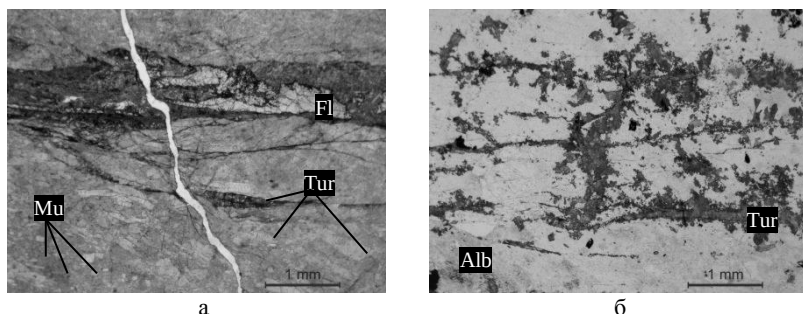


Рис. Турмалиниты Верхнеурмийского узла: а – Правоурмийское месторождение, б – рудопроявление Двойное

Литература

1. Алексеев В.И. Метасоматическая зональность рудных полей Баджалского района (Приамурье) // Записки ВМО. № 9, 1989. С. 27-37.
2. Бурдэ Б.И., Кравченко Н.С. Фациально-генетические ряды оловорудных проявлений (на примере рудных узлов Приамурья) // Минералогия метаморфических и рудных образований Дальнего Востока. Владивосток, 1981. С. 13-31.
3. Гавриленко В.В., Панова Е.Г. Геохимия, генезис и типоморфизм минералов месторождений олова и вольфрама // СПб., 2001. 260 с.
4. Whitney Donna L., and Evans Bernard W. Abbreviations for names of rock-forming minerals // American Mineralogist. 2010. Vol. 95. P. 185-187.

ТИПОМОРФНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЗОЛОТА МЕСТОРОЖДЕНИЙ РАЗЛИЧНЫХ ГЕНЕТИЧЕСКИХ ТИПОВ

Р.Р. Тогузов

**Национальный исследовательский Томский политехнический
университет, студент 2 курса, toguzovkz@gmail.com**

Научный руководитель: к.г.-м.н., доцент А.Я. Пшеничкин

Аннотация: статья посвящена комплексному исследованию морфологии золотинок и их состава из ряда золоторудных месторождений Алтае-Саянской складчатой области. Было произведено описание морфологии, а также выявлен химический состав, что позволило нам показать сходство и различие золотинок разных генетических типов.

Ключевые слова: морфология, золото, месторождение, химический состав, исследования.

TYPOMORPHIC FEATURES OF GOLD OF FIELDS OF VARIOUS GENETIC TYPES

R.R. Toguzov

National Research Tomsk Polytechnic University,

2nd year Student, toguzovkz@gmail.com

Research Supervisor: Candidate of Geology and Mineralogy

A.Y. Pshenichkin

Abstract: *the article is devoted to the complex research of morphology and composition of gold from a number of gold deposits in the Altai-Sayan folded area. It was produced by the morphology of the description, as well as identified the chemical composition, which allowed us to show the similarities and differences between different genetic types of gold.*

Key words: *morphology, gold mine, the chemical composition, research.*

Проведено изучение морфологии золотин и их состава из ряда золоторудных месторождений Алтае-Саянской складчатой области: кварцево-жильного типа – Коммунарское (Кузнецкий Алатау), Бадранское (Якутия); прожилково-кварцевое Батуриное (Томская область) и скарноворудные – Сихотинское (Горный Алтай) и Калиостровское (Коммунарское рудное поле) [1]. Материалом исследований являются коллекции проб золота Инновационного научно образовательного центра «Золото-платина» Томского политехнического университета и пробы, собранные автором во время шлихового опробования на Батурином рудопроявлении.

Месторождение Бадран. Размер золотинок от 0,05 мм до 4,5 мм. Цвет золотинок ярко-жёлтый с блестящими поверхностями. Наряду с ярко-жёлтым встречается зеленоватое золото, особенно в тонких выделениях. Иногда золотинок покрыты пленками гидроокислов железа. Нередко золото находится в сростках с кварцем, пиритом, блеклой рудой, арсенопиритом. Форма золотинок чаще амёбовидная, губчатая, скелетная, комковидная с прихотливо зазубренными крючковатыми краями [2]. Иногда встречаются пластинчатые и чешуйчатые золотины с шероховатыми поверхностями, от чего они приобретают тускло-жёлтый цвет.

Батуриное рудопроявление. Золото из протолок зоны дробления, окварцевания и кварцевых прожилков рудопроявления встречается в ассоциации с пиритом, арсенопиритом, единичными зёрнами халькопирита. Размер золотинок 0,25...0,1 мм и менее. Цвет его золотисто-жёлтый, светло-жёлтый. Форма золотинок пластинчатая, чешуйчатая, комковидная, проволоковидная, амёбовидная, губчатая с

прихотливо зазубренными крючковатыми краями. Нередко отмечаются кристаллоподобные выделения в форме кубов или комбинаций куба с октаэдром с послойным ростом граней. Форма золотинок обычно унаследует занимаемое ими пространство в кварце, поэтому золотинок несут на себе следы отпечатков граней или иных поверхностей соседних минералов.

Коммунардовское и Калиостровское месторождения (Коммунардовское рудное поле). Размер золотинок от 0,3 мм до 3,5 мм. Цвет золотинок золотисто-жёлтый, ярко-жёлтый, светло-жёлтый с блестящими поверхностями. Часто золото находится в сростках с кварцем и магнетитом (Калиостровское). Форма золотинок нередко комковидная, амёбовидная, проволочковидная, пластинчатая, губчатая.

Синюхинское месторождение. Размер золотинок от 0,05 мм до 3 мм. Цвет золотинок жёлтый, зеленоватый, часто золотинок покрыты пленками гидроокислов железа. Нередко золото встречается в сростках с кварцем, пиритом, халькопиритом, арсенопиритом. Форма золотинок обычно унаследует занимаемое ими пространство в руде (пустоты, микротрещины, интерстиции). Поэтому золотинок несут на себе следы отпечатков граней соседних минералов. Форма золотинок нередко объёмная, амёбовидная, редко – проволочковидная, губчатая.

Изучение состава золотинок производилось с помощью рентгеновского микроскопа Horiba Scientific XGT-7200 при высокочувствительном режиме полного вакуума. Кроме того, золотинок с Батуриновского рудопроявления исследовались на сканирующем электронном микроскопе Hitachi S-3400N с энергодисперсной приставкой Bruker XFlash 4010 в режиме обратно рассеянных электронов при низком вакууме ($p = 30 \dots 40$ Па).

Проведенные исследования показали (табл.), что золото изученных месторождения является высокопробным, особенно Коммунардовского (98,66%) и Калиостровского (93,89 %) месторождений. Для остальных месторождений – Бадранского, Батуриновского и Синюхинского пробность золота схожа (89,95...91,94%). Во всех золотинок месторождений отмечается повышенные концентрации Ag (5,83...9,22%), кроме Коммунардовского (1,1%). В единичных случаях в золотинок встречается Fe (0,16...1,18 %), Cu (0,57...2,61%); Вi отмечен только в золоте Коммунардовского, а Ti – Синюхинского месторождений.

Таблица

Характер распределения элементов-примесей в золоте

Месторождение	Кол-во замеров	Au, %			Ag, %			Fe, %			Cu, %			Bi, %	Ti, %
		от	до	х	от	до	х	от	до	х	от	до	х	х	х
Бадран	6	90,52	93,59	91,94	6,05	9,17	7,12	0,5	1,18	0,59	-	-	-	-	-
Батуриновское	4	89,83	91,87	90,72	7,68	10,17	9,22	-	-	-	0	0,81	0,32	-	-
Коммунарское	8	95,50	100	98,66	0	1,32	1,1	-	-	-	-	-	-	0,75	-
Калиостровское	4	93,42	94,45	93,89	5,19	6,42	5,83	0	0,16	-	0	0,57	0,27	-	-
Синюхинское	7	84,96	92,83	89,95	5,88	8,00	6,61	0	0,22	-	0	2,61	1,13	-	6,32

Таким образом, проведенные исследования морфологии и состава золотинок ряда золоторудных месторождений Алтае-Саянской складчатой области выявили как их черты сходства, так и различия.

Литература

1. Ворошилов В.Г., Коробейников А.Ф., Чернышов А.И., Пшеничкин А.А., Скогоров А.И. Металлогения (Au, Pt, Pd) магматических комплексов Томь-Яйского междуречья // Томск: STT, 2001. 220 с.
2. Петровская Н.В. Самородное золото // М.: Наука, 1973. 347 с.

ИЗУЧЕНИЕ ХАРАКТЕРА ИЗМЕНЕНИЯ РАЗУПЛОТНЕНИЯ СОЛЯНЫХ ПОРОД В УСЛОВИЯХ ОДНООСНОГО СЖАТИЯ

Л.Ф. Тухватуллина

**Пермский национальный исследовательский политехнический
университет, студент 4 курса, lilyalilyalilya94@mail.ru**

Научный руководитель к.т.н., доцент И.Л. Паньков

Аннотация: отработана методика определения коэффициента пористости методом насыщения применительно к соляным породам. Приведены результаты влияния работы деформирования в условиях одноосного сжатия на изменение характера разуплотнения соляных пород.

Ключевые слова: разуплотнение, метод насыщения, соляные породы.

STUDY OF THE CHANGING NATURE OF DECOMPACTION SALT ROCKS UNDER THE CONDITION OF UNIAXIS COMPRESSION

L.F. Tukhvatullina

*State National Research Polytechnic University of Perm,
4th year Student, lilyalilyalilya94@mail.ru*

Research Supervisor: Candidate of Technical Sciences, Reader I.L. Pankov

Abstract: *the technique of determining the coefficient of porosity with saturation method applied to salt rocks was worked out. The results of influence of the work of deformation under the condition of one axis compression on the changing nature of decompaction of salt rocks are shown.*

Key words: *decompaction, saturation method, salt rocks.*

Отработка запасов калийных солей Верхнекамского месторождения осуществляется камерной системой разработки с оставлением ленточных междукамерных целиков, воспринимающих нагрузку от веса вышележащих пород [1]. При этом состояние целиков характеризуется их разуплотнением, представляющим собой увеличение объема горных пород в процессе нагружения.

Оценка разуплотнения соляных пород при деформировании проводилась по результатам определения пористости горных пород методом насыщения, основанного на насыщении горных пород рабочей жидкостью в вакууме [3].

Поскольку при определении пористости соляных пород методом насыщения в качестве рабочей жидкости нельзя использовать воду, так как она способствует растворению солей, применялся насыщенный солевой рассол с плотностью 1170-1200 кг/м³.

В этом случае пористость определяется по формуле:

$$P = \frac{m_n - m_c}{\rho_{p.ж} \cdot V_{обр}} \quad (1)$$

где m_n – масса насыщенного образца,

m_c – масса сухого образца;

$\rho_{p.ж}$ – плотность рабочей жидкости;

$V_{обр}$ – объем образца.

Изучение изменения разуплотнения при деформировании соляных пород проводилось на 5 кубических образцах с размеров ребра 40 мм при нагружении в условиях одноосного сжатия (рис.1).



Рис. 1. Общий вид соляных образцов

Для определения разуплотнения методом насыщения образцы высушивались в сушильном шкафу при $t=50\div 55^{\circ}\text{C}$. После чего образцы взвешивались на электронных весах, и проводилось определение их объема методом гидростатического взвешивания [2]. Затем образцы заливались насыщенным солевым раствором и помещались в эксикатор, где под действием вакуума насыщались до полного удаления пузырьков газа в течение 1,5-2 часов. Далее образцы извлекались из эксикатора, и производилось их повторное взвешивание.

На основании полученных данных по формуле (1) определялось первоначальное разуплотнение каждого образца. Далее проводилось последовательное нагружение образцов с усилиями, составляющими 10% от предела прочности, предел прочности и 40% от предела прочности на за предельной стадии деформирования. При этом после каждого нагружения определялось разуплотнение образцов методом насыщения.

На основании полученных данных был проведен анализ процесса разуплотнения при нагружении соляных пород и построены графики влияния работы деформирования на изменение процесса разуплотнения соляных пород (рис.2).

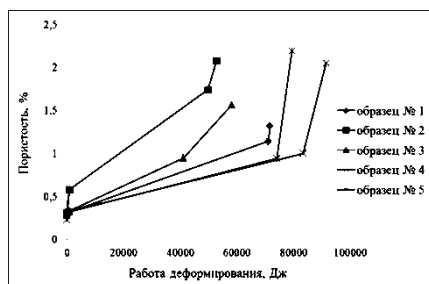


Рис. 2. Влияние работы деформирования на изменение процесса разуплотнения в условиях одноосного сжатия

Анализ результатов показал, что начальное разуплотнение образцов соляных пород составляет 0,23-0,31%. Определенное конечное разуплотнение образцов, находящихся на стадии запредельного деформирования в области предела прочности, составляет 1,32-2,19%.

Также анализ результатов выявил, что процесс разуплотнения соляных пород начинается при нагрузках превышающих 10÷20% от предела прочности. При нагружении образцов с усилием, составляющим 10% от предела прочности, происходит процесс уплотнения соляных пород, характеризующийся образованием скрытых и закрытых микротрещин без их раскрытия. Процесс разуплотнения происходит в 2 стадии:

1-ая стадия – стадия, характеризующаяся увеличением числа микротрещин с их последующим раскрытием (соответствует участку упругого деформирования при нагружении образцов до предела прочности); 2-ая стадия – стадия, характеризующаяся резким сокращением образования новых микротрещин, при этом происходит образование магистральных трещин и продолжается раскрытие уже имеющихся микротрещин (соответствует участку запредельного деформирования).

Данные исследования необходимо продолжить с целью повышения статистической зависимости полученных показателей, а также и с применением других режимов нагружения (объемное сжатие).

Литература

1. Барях А.А., Асанов В.А., Паньков И.Л. Физико-механические свойства соляных пород Верхнекамского калийного месторождения: учеб. пособие – Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2008. 199 с.
2. Воронина Н.В. Определение пористости пород: метод. указания /– 2-е изд., исправ. Ухта: УГТУ, 2012. 8 с., ил.
3. Жданов М.А. Нефтегазопромысловая геология и подсчет запасов нефти и газа. М.: изд-во «Недра», 1970. 488 с.

ЛИТОГЕНЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ФОРМИРОВАНИЯ НИЖНЕКАЗАНСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ В ВОЛЖСКО- КАМСКОМ РЕГИОНЕ

Э.И. Фахрутдинов

*Казанский (Приволжский) федеральный университет,
молодой ученый, MKS-1989eduard@yandex.ru*

Научный руководитель: д.г.-м.н., доцент Н.Г. Нургалиева

Аннотация: характер последовательности раннеказанских обстановок осадконакопления отражается в составе и вариациях парамагнитных центров (ПЦ) Mn^{2+} , SO_3^- , SO_2^- , PO_2^- , C_{600} , E' , устанавливающихся в качестве фациального и хеомстратиграфического критериев расчленения и корреляции нижнеказанских разрезов на территории Волжско-Камского региона.

Ключевые слова: Нижнеказанские отложения, обстановки осадконакопления, метод ЭПР.

THE LITHOGENETIC ASPECTS CONCERNING THE FORMATION LOWER KAZANIAN SEDIMENTS IN VOLGA-KAMA REGION

E.I. Fakhrutdinov

*Kazan (Volga Region) Federal University
Young Researcher, MKS-1989eduard@yandex.ru*

Research Supervisor: Doctor of Geology and Mineralogy, Reader
N.G. Nurgalieva

Abstract: the Lower Kazanian facial composition correlates with specific composition and variations of paramagnetic centers Mn^{2+} , SO_3^- , SO_2^- , PO_2^- , C_{600} , E' . These ESR labels can be used as facial and chemostratigraphic criteria to stratify and correlate the Lower Kazanian sections in Volga-Kama region.

Key words: the Lower Kazanian substage, paleoenvironment, ESR.

Одним из важнейших стратиграфических подразделений в составе биармийского отдела и пермской системы в целом выступает казанский ярус, формирование которого связано с образованием и существованием Казанского палеоморя [1].

В центре нашего внимания находятся нижнеказанские отложения, обнажающиеся в бассейне р. Шешма и р. Инзш у сел Шугурово и Каркали (РТ). Данный геологический разрез был предложен в качестве опорного, парастратотипического разреза и

выделен в комплекс геологических памятников юго-востока Татарстана.

Нижнеказанский подъярус в разрезе бассейна р. Шешма и р. Инэш (с. Шугурово и с. Каркали) сложен четырьмя сериями слоев: шугуровскими песчаниками, байтуганскими, камышлинскими и красноярскими слоями, характеризующимися определенной цикличностью строения, обусловленной сменой переходных и мелководно-морских обстановок осадконакопления, диагностируемых по структурно-текстурным признакам, фоссилиям и ихнофоссилиям.

Наиболее значимыми местными литостратиграфическими единицами в разрезе выступают «диелязмовый», или «нижнеспириферовый» известняк, «лингуловые глины», «колючий», или «среднеспириферовый» известняк (все в байтуганских слоях), «верхнеспириферовые» отложения (камышлинские слои) и оолитовые разности в красноярских слоях.

Эти единицы выступают маркерами истории осадконакопления в раннеказанское время, являющейся предметом различных исследований, в том числе, исследований методом электронного парамагнитного резонанса (ЭПР).

Цель настоящей работы состоит в получении систематических данных по ПЦ в образцах, отобранных в связи с обновлением полевого описания разреза и использованием ПЦ как диагностических индикаторов фациального строения слагающих разрез отложений.

Описание разреза начинается с правого склона р. Шешмы у полотна дороги между с. Каркали и с. Шугурово, здесь сосредоточены выходы песчано-глинистой красноцветной толщи уфимских пород и граница между уфимскими и нижнеказанскими отложениями.

Здесь в составе нижнеказанских отложений и низов верхнеказанских отложений выделены 24 слоя. В результате повторных полевых наблюдений восьми обнажений были установлены 25 слоев.

Были выявлены следующие характерные ПЦ: ионы Mn^{2+} , ион-радикалы SO_3^- , SO_2^- , PO_2^- , радиационные E – центры, R, C_{600} (нижний индекс указывает на температуру отжига образцов); в одном образце был выявлен C_{350} (обр.167, слой 24).

Здесь представлена систематизация по типу породы, структурно-текстурным признакам, фоссилиям и ихнофоссилиям, позволивших диагностировать возможные обстановки осадконакопления, характерные для изучаемого разреза (рис.).

Ширина линий в спектрах ЭПР Mn^{2+} и общее содержание Mn^{2+} являются показателями терригенного сноса в бассейн седиментации.

Узкие линии (до 3 Гс) и пониженное содержание Mn^{2+} , возможно, указывают на существенно морские и лагунно-морские условия осадконакопления, высокое содержание Mn^{2+} и широкие линии (свыше 6-7 Гс) – на влияние терригенного сноса на процессы осадконакопления

Свободные углеродные радикалы C_{600} фиксируют участие морской фауны в карбонатообразовании. ПЦ C_{350} характерны для заглинизированных разностей. ПЦ PO_2^- являются маркерами биопродуктивности бассейна осадконакопления. Электронно-дырочные центры SO_2^- и SO_3^- в карбонатных минералах являются показателями раннего диагенеза карбонатных илов при участии сингенетического органического вещества, либо пересыщения иловых растворов сульфатными ионами.

E'-центры относятся к кварцевой составляющей, нередко в составе пирокластики. ПЦ R указывают на присутствие растительных углефицированных остатков.

Кальцитовая минерализация отмечается в нижней части разреза (слои 4-9) по Mn^{2+} . Доломитовая минерализация (по α) отмечается для верхней части разреза (слои 10-13, 16, 18, 21-24). Подошва слоя 13 выступает рубежом, который обозначает усиление процесса доломитообразования.

Спектры ЭПР Mn^{2+} характеризуются неширокими линиями. Постоянно присутствующие ПЦ Mn^{2+} сопровождаются также постоянно фиксирующимися в комплексе слоев 4-18 ПЦ SO_3^- (между этими показателями наблюдается заметная прямая связь с коэффициентом корреляции ~ 0.4), что указывает на преимущественно первичную (седиментационно-диагенетичную) природу исследуемых известняков и доломитов в указанном комплексе слоев. Первичная природа карбонатных образований особенно выражена в слоях 10, 12, 13, 16, 18 и 22, где наблюдаются также такие маркеры «первичности» карбонатов как ПЦ SO_2^- , PO_2^- , C_{600} .

ПЦ E'-центры и R указывают на усиление терригенного сноса, в общем, характерное в большей степени для красноярского времени.

Верхнеказанский подъярус (слои 23, 24) характеризуется практически отсутствием ПЦ SO_3^- , что объясняется развитием вторичных изменений (доломитизация и перекристаллизация) карбонатов.

В целом, изменение обстановок осадконакопления, выраженное в относительных уровнях моря I-V, сопоставляется с изменением состава и количества ПЦ в рассматриваемых слоях, что позволяет считать выявленный комплекс ПЦ и их характерные вариации

достаточно надежным диагностическим критерием при реконструкции обстановок осадконакопления, а также существенным хеомстратиграфическим критерием при расчленении и корреляции нижнеказанских разрезов на территории Волжско-Камского региона.

Парамагнитные центры Mn^{2+} , SO_3^- , SO_2^- , PO_2^- , C_{600} , E' установлены как специфические диагностические признаки последовательности обстановок осадконакопления, отражающие колебания относительного уровня моря в раннеказанское время на территории Волжско-Камского региона, что позволяет использовать их при региональном расчленении и корреляции нижнеказанских разрезов.

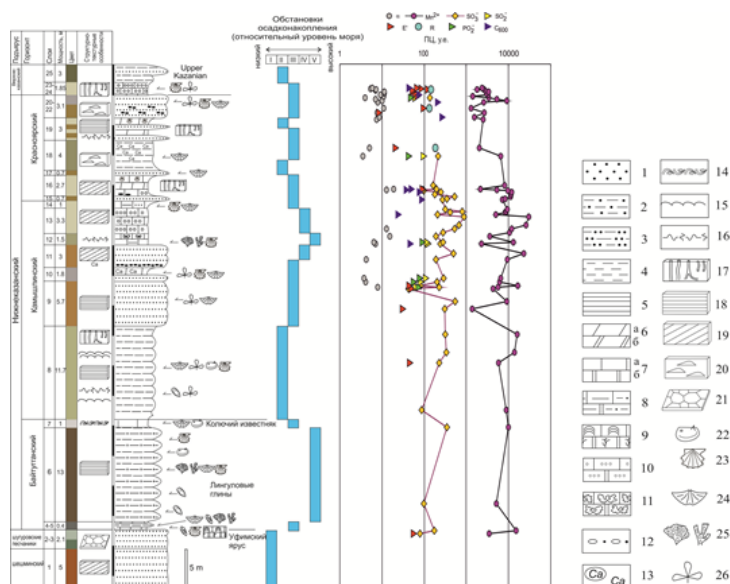


Рис. Сводный разрез нижнеказанских отложений в бассейне р. Шешма и р. Инэш и вариации ПЦ [2]

Литература

1. Ноинский М.Э. Некоторые данные относительно строения и фациального характера казанского яруса в Приказанском районе // Известия Геологического Комитета, 1924. Т.13. С. 565-632.
2. Фахрутдинов Э.И., Нургалиева Н.Г., Хасанова Н.М., Силантьев В.В. Литолого-фациальные особенности нижнеказанских отложений по данным ЭПР опорного разреза // Учен. зап. Казан. ун-та. Сер. Естеств. Науки, 2015. Т.157, кн.3. С.87-101.

ДИСПЕРСНЫЕ КАПЛИ ЗОЛОТА: МЕХАНИЗМ ДВИЖЕНИЯ В ГОРНЫХ ПОРОДАХ ПРИ НАГРЕВЕ

С.А. Федоров, А.М. Амдур, М.М. Янчурина
*Уральский государственный горный университет,
студент 4 курса, saf13d@mail.ru*
Научный руководитель: д.т.н., профессор А.М. Амдур

Аннотация: экспериментально установлено, что при нагреве внешним источником дисперсные капли золота движутся к поверхности руды по порам под действием термокапиллярного давления. После расплавления вмещающей породы они флотируются пузырьками газов. В результате происходит концентрирование золота на поверхности оксидного расплава.

Ключевые слова: тонкодисперсное золото, термокапиллярное движение, градиент температуры.

DISPERSED GOLD DROPLETS: MECHANISM OF MOTION IN ROCKS WHEN HEATED

S.A. Fedorov, A.M. Amdur, M.M. Yanchurina
The Ural State Mining University, 4th Student, saf13d@mail.ru
Research Supervisor: Doctor of Technical Sciences, Professor A.M. Amdur

Abstract: it was established experimentally that when heated by an external source dispersed droplets of gold ore move to the surface through the pores under the influence Thermocapillary pressure. After melting the surrounding rock they floated bubbles of gases. As a result, the concentration of gold on the surface of the oxide melt.

Key words: finely dispersed gold, thermocapillary pressure, temperature gradient.

Запасы богатого легкообогатимого золотосодержащего минерального сырья практически исчерпаны. Значительную часть мировых ресурсов золота составляют так называемые упорные руды, в которых дисперсное золото в виде вкраплений находится в сульфидах и силикатах. Чтобы извлечь дисперсное золото известными способами обогащения, его частицы необходимо укрупнить.

Целью работы является анализ процессов, приводящих к укрупнению дисперсного золота.

Объектом исследования являлась силикатно-карбонатная золотосодержащая руда (минерализованные брекчии известняков) Воронцовского золоторудного месторождения, главными пороодообразующими минералами которой являлись: кальцит – 45,8%,

кварц – 18,5%, доломит – 12,5%, плагиоклаз – 9,2%, мусковит – 5,9% и пирит – 3,6%. В качестве второстепенных и редких минералов в руде обнаружены: оксиды и гидрооксиды железа, такие как гетит, гидрогетит и гематит, суммарное содержание которых 4,5%. Основным ценным компонентом в руде является золото, его содержание $3,6 \cdot 10^{-4}\%$ (мас.). Золото находится в тонкодисперсном виде (крупность от долей до 10 мкм). Оно ассоциировано с пиритом и арсенопиритом, а так же заключено в зернах кварца и твёрдых минералах железа и не извлекается методом цианирования. Меньшая часть золота (около 13% мас.) может подвергаться цианированию. Эта руда относится к упорным типам руд.

Дисперсные частицы золота можно укрупнить только в процессе нагрева. Для приготовления образцов для проведения опытов по укрупнению золота руду измельчали до крупности – 0,071 мм, усредняли и прессовали цилиндры диаметром 30 мм и толщиной $\approx 1,5$ мм. В результате синтетические образцы представляли собой пористые тела с общей пористостью, равной не менее 30%, и размерами пор близкими к размерам порошка, преобладала открытая пористость. Образцы в тигле помещали в предварительно нагретую до различных температур печь сопротивления. Время опыта, включая нагрев и выдержку, составляло 10 минут. Наличие и размеры частиц золота до и после нагрева контролировали с помощью оптического микроскопа Axio Image и растрового электронного микроскопа Zeiss EVO-MA 15 с приставкой X-max.

Установлено, что укрупнения частиц золота, когда оно и пороодообразующие минералы находятся в твердом состоянии, не происходит. Капли золота микронного размера на поверхности образцов обнаружены с помощью растрового электронного микроскопа лишь, если температура среды (1100°C) превышала температуру плавления Au (1063°C), но сохранялся пористый каркас.

Выделение золота на поверхности пористых тел можно объяснить следующим образом. Жидкость, находящаяся в порах, может двигаться под действием термокапиллярного эффекта: поскольку поверхностное натяжение золота σ_{Au} падает с ростом температуры, то в процессе нагрева, в соответствии с уравнением Лапласа, возникает разность капиллярных давлений на торцах столбика жидкости в поре. Жидкости, не смачивающие поверхность пор, как золото, будут двигаться в область более высоких температур, то есть в сторону поверхности, если источник тепла находится вне нагреваемого тела. Термокапиллярное движение возможно только в процессе нагрева капель жидкости. После выравнивания температуры

по сечению капли перепад давлений на менисках $\Delta P=0$ и она остановится.

Чтобы обосновать возможность термокапиллярного движения микронных капель золота в пористых телах, необходимо установить существует ли разность температур на менисках капель. Экспериментально определить перепад температуры при нагреве частиц такого размера и время их полного прогрева крайне затруднительно. Поэтому нагрев таких частиц, помещенных в среду с заданными свойствами, моделировали с помощью пакета Matlab. Чтобы обеспечить несимметричный нагрев частицы золота, ее смещали относительно центра ячейки, моделировавшей среду. В качестве среды анализировали системы со свойствами кальцита, пористого кальцита, кварца, силикатного стекла и платины. Параболическое дифференциальное уравнение теплопроводности (нестационарный случай) с граничными условиями Дирихле решается в среде pdeTool. Рассчитывали как температуры на поверхности частиц, так и направления тепловых потоков и температурные поля в среде и частицах золота.

Установлено, что в период нагрева во всех средах имеет место градиент температуры по сечению как твердых, так и жидких микрочастиц золота. Абсолютная величина разности температур на противоположных поверхностях частиц ΔT значительно больше в средах, у которых теплоемкость и теплопроводность ближе к значениям, характерным для золота: например, в кварце максимальная величина $\Delta T = 39,8$ град., в кальците же $\Delta T = 1,9$ град.

Рассчитанное время полного прогрева частицы золота до внешней температуры увеличивается с ростом теплоемкости и уменьшением температуропроводности среды. В пористом кальците из-за низких значений температуропроводности оно максимально и составляет в интервале температур 0-1000°C 2,1 с.

Таким образом, во время нагрева микронных капель золота, находящихся в порах, существует разность температур на противоположных поверхностях капель ΔT . Даже при относительно небольшой величине $\Delta T=1$ град силы поверхностного натяжения больше силы тяжести, и капли золота радиусом менее 10^{-5} м будут двигаться к поверхности твердого тела при нагреве внешним источником под влиянием термокапиллярного эффекта. Для более крупных капель сила тяжести больше капиллярных сил. Оценка скорости движения капель золота в капилляре по уравнению, приведенному в работе [1], показывает, что она определяется в основном перепадом температур на менисках, а не их размерами. При

$\Delta T=1$ град. скорость движения капли будет заметной и имеет порядок 10^{-3} м/с. Поскольку σ_{Au} немонотонно убывает с ростом T , капли золота, расположенные дальше от поверхности, будут двигаться быстрее находящихся в поверхностных слоях и могут их догнать. Однако, вероятность соприкосновения капель и последующая коагуляция при низком содержании золота в руде мала из-за значительных расстояний между частицами золота. Это подтверждается опытами: капли золота, выделившиеся на поверхности образцов, имели размеры исходных частиц, то есть их укрупнение не произошло.

При температурах, превышающих температуру плавления золота и вмещающей породы (1300°C) и выдержке в течение 10 мин, распределение Au резко меняется. На поверхности образующегося оксидного расплава наблюдали шарообразные выделения металла размером от 1 до 50 мкм, которых не было в пробе исходной руды. В объеме расплава концентрация золота была минимальной. Поскольку золото практически не вступает в химические реакции с веществами иной природы, взаимодействие его атомов с ионами оксидного расплава будет небольшим. Поэтому с точки зрения уменьшения свободной энергии системы капельке золота выгодно меньше контактировать с оксидным расплавом и больше с газом, что и реализуется при выделении капель золота на поверхности расплава. Механизмом этого процесса является флотация капелек золота пузырьками газов, в нашем случае CO_2 и SO_3 – продуктами разложения карбонатов и сульфидов, содержащихся в руде. Расчет показал, что условие флотации выполняется для капель золота радиусом $R=1-100$ мкм. В процессе флотации идет коагуляция капелек золота, так как их размеры на поверхности образцов значительно превышали исходные.

Таким образом, в процессе нагрева внешним источником дисперсные капли золота движутся к поверхности руды по порам под действием термокапиллярного давления. После расплавления вмещающей породы они флотируются пузырьками газов. В процессе флотации идет коагуляция. В результате происходит концентрирование золота на поверхности образующегося оксидного расплава и укрупнение частиц до размеров, позволяющих извлекать Au гравитационными методами.

Работа выполнена в рамках гранта РФФИ № 16-08-00768.

Литература

1. Амдур А.М., Ватолин Н.А. // Расплавы. № 5, 1991. С. 105-107.

ИЗУЧЕНИЕ ВЕЩЕСТВЕННОГО СОСТАВА ТЕРРИГЕННЫХ КОЛЛЕКТОРОВ УНЬВИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Т.М. Федосеева

*Пермский государственный национальный исследовательский
университет, студент 4 курса, melian-95@yandex.ru*

Научный руководитель: ассистент Томилина Е.М.

***Аннотация:** приводятся результаты микроскопического минералого-петрографического изучения и данные рентгеноструктурного анализа шлифов терригенных пород на примере Уньвинского месторождения.*

***Ключевые слова:** терригенные породы, Уньвинское месторождение.*

THE STUDY OF THE MATERIAL COMPOSITION OF TERRIGENOUS COLLECTORS YNVINSKOE FIELD

T.M. Fedoseeva

Perm State University, 4th year Student, melian-95@yandex.ru

Research Supervisor: Assitant Lecturer E.M. Tomilina

***Abstract:** results of the microscopic mineralogy-petrographical study and information of x-ray diffraction analysis of thin sections of terrigenous rocks for example Ynvinskoe field.*

***Key words:** terrigenous rocks, Ynvinskoe field.*

Для литолого-петрографического исследования были использованы 17 шлифов из одной из скважин Уньвинского месторождения. Месторождение расположено в центральной части Соликамской впадины Предуральского прогиба.

Терригенные отложения изучались микроскопическим и рентгеноструктурными методами. В результате исследования шлифов пород из скважины Уньвинского месторождения было установлено, что терригенные отложения этого пласта обладают примерно одинаковым минеральным составом. Породы сложены в основном кварцевыми зернами с небольшой примесью каолинита, карбонатов и с редкими зернами циркона и амфибол [1].

По результатам микроскопического описания преобладающая порода – это кварцевый песчаник (рис.1), так же встречается алевролит (рис.2). Породы обладают разномзернистой (песчаник преимущественно среднезернистый, а алевролит – микрозернистый) и инкорпорационно-конформной структурой. Обломочная часть представлена кварцем.

Состав цемента каолиновый, гидрослюдистый и карбонатный. Каолиновый и карбонатный цемент выполняет межзерновое пространство, тип цементации контактово-поровый. Гидрослюдистый цемент обтекает зерна минералов, образуя пленочный тип цементации [3,4].

Пустотное пространство представлено порами и трещинами. Пористость пород в среднем составляет 15%. Наблюдается битуминозное вещество 4-5% [2].

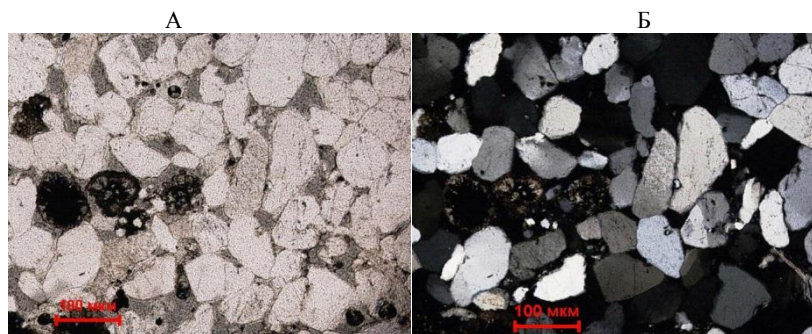


Рис. 1. Песчаник среднезернистый кварцевый с карбонатным цементом. Наблюдаются сферолиты сидерита, по которым развивается марказит (А – параллельные николи, Б – скрещенные николи)



Рис. 2. Алевролит кварцевый с глинистым цементом. Наблюдается трещина, заполненная битуминозным веществом и глинистым цементом (А – параллельные николи, Б – скрещенные николи)

Минеральный состав, исследованный в шлифах, не сильно отличается от данных, полученных при рентгеноструктурном анализе (аналитик – Исаева Г.А.). По результатам рентгеноструктурного

анализа породы представлены в большинстве случаев кварцем. В образце №10 наблюдается повышенное содержание сидерита, а в образце №1 наблюдается пиритизация и небольшой процент марказита, что можно наблюдать на рисунке 1.

Рентгеноструктурный анализ образцов выполнялся с применением рентгеновского порошкового дифрактометра D2 Phaser (фирма «Bruker», ФРГ)

Различие между результатами определения минерального состава кристаллооптическим и рентгеноструктурным анализами объясняется тем, что для изготовления шлифа выбирается небольшой участок образца размером 20х30 мм, а исходный материал, используемый для рентгеноструктурного анализа, может быть в несколько раз больше.

Таблица 1

Результаты рентгеноструктурного анализа терригенных пород Уньвинского месторождения

№ п/п	Глубина, м	Минеральный состав, мас.%					Сумма
		Кварц	Каолинит	Сидерит	Пирит	Марказит	
1	2220,05	86,3	2,2	6,1	3,9	1,5	100
2	2220,6	100	0	0	0	0	100
3	2223,03	100	0	0	0	0	100
4	2223,58	97,7	2,3	0	0	0	100
5	2224,39	100	0	0	0	0	100
6	2224,85	98,6	1,4	0	0	0	100
7	2225,37	100	0	0	0	0	100
8	2227,95	99,5	0,5	0	0	0	100
9	2228,63	100	0	0	0	0	100
10	2229,38	67,3	2,1	30,6	0	0	100
11	2230,67	96,3	1,3	2,4	0	0	100
12	2232,95	96,6	1,1	2,3	0	0	100
13	2234,41	99,1	0,9	0	0	0	100
14	2236,05	100	0	0	0	0	100
15	2236,63	100	0	0	0	0	100
16	2237,36	100	0	0	0	0	100
17	2237,9	100	0	0	0	0	100

Литература

1. Лодочников В.Н. Главнейшие породообразующие минералы. Издание 5-е испр. и доп. Под ред. В.С. Соболева. М.: «Недра», 1974, 248 с.
2. Осовецкий Б.М., Молоштанова Н.Е. Описание осадочных пород. Пермь, 2006. С. 53-61.
3. Справочник по литологии / Под ред. Н.Б. Вассоевича, В.Л. Либровича, Н.В. Логвиненко, В.И. Марченко. М.: «Недра», 1983. 509 с.
4. Янаскурт О.В. Литология. Москва, издательство центр «Академия», 2008. С. 182-216.

ТИПИЗАЦИЯ ЦИРКОНА БЕШПАГИРСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ РЕДКОМЕТАЛЛЬНО-ТИТАНОВЫХ РОССЫПЕЙ

Чефранова А.В., Чефранов Р.М.

*Институт геологии рудных месторождений, петрографии,
минералогии и геохимии РАН, молодые ученые, achefra@mail.ru*

Аннотация: на основании использования в качестве индикаторов петрогенеза таких параметров как форма кристаллов, КУ и CL-рисунок зональности установлено, что циркон Бешпагирского месторождения соответствует гранитам и риолитам известково-щелочной серии (70%), гранитам и базальтам толеитовой серии (27%) и переходным гранитам (3%).

Ключевые слова: циркон, морфологическая типизация, типы зональности.

MORPHOLOGICAL AND MICROANATOMICAL TYPIFICATION OF ZIRCON OF BESH-PAGIRSKOE RARE- METAL-TITAN PLACER DEPOSIT

Chefranova A.V., Chefranov R.M.

*Institute of Geology of Ore Deposits, Petrography, Mineralogy and
Geochemistry of RAS, Young Researcher, achefra@mail.ru*

Abstract: it has been established on the basis of using such pathogenesis parameters as crystal form, coefficient of extension and CL-drawing zonality that zircon of Beshpagirskoe deposit conform to calc-alkaline series granites and rhyolite (70%), tholeiitic granites and basalts (27%) and hybrid granites (3%).

Key words: zircon, morphological typification, zonality types.

Одним из наиболее распространенных акцессорных минералов, встречающимся практически во всех типах магматических, метаморфических и терригенных осадочных пород является циркон. Он обладает широким спектром типоморфных особенностей и часто используется как минерал-индикатор петрогенеза. При этом состав циркона чутко реагирует на изменения параметров кристаллизации и даже в пределах одного магматического очага может испытывать значительные вариации. Интерпретация геохимических индикаторных особенностей зерен циркона в россыпях является достаточно тонкой и трудоемкой задачей. Поэтому в данном исследовании использованы доступные методы (морфологическая и микроанатомическая типизация), позволяющие с высокой долей вероятности оценить соотношение в россыпи плутонических, вулканических и

метаморфических цирконов из коровых, гибридных и мантийных пород.

В Бешпагирской россыпи преобладают окатанные зерна циркона не сохранившие элементы огранки (56% зерен). Поверхность большинства зерен гладкая, реже шероховатая, мелкоямчатая, в единичных случаях отмечены зерна неправильной формы. На долю циркона, сохранившего кристаллографические очертания, с возможностью диагностировать морфотип с помощью петрогенетической диаграммы J.P. Pupin [3], приходится 44% изученных зерен (рис.). Поверхность кристаллов гладкая, часто со сколами тонких регенерационных кайм. В соответствии со значением КУ условно выделены следующие морфологические группы: метаморфогенная с КУ 1-1,4 (11%), магматогенная (интрузивная) с КУ 1,4 – 2,1 (49%), вулканогенная с КУ более 2,2 (25%), осколки (15%).

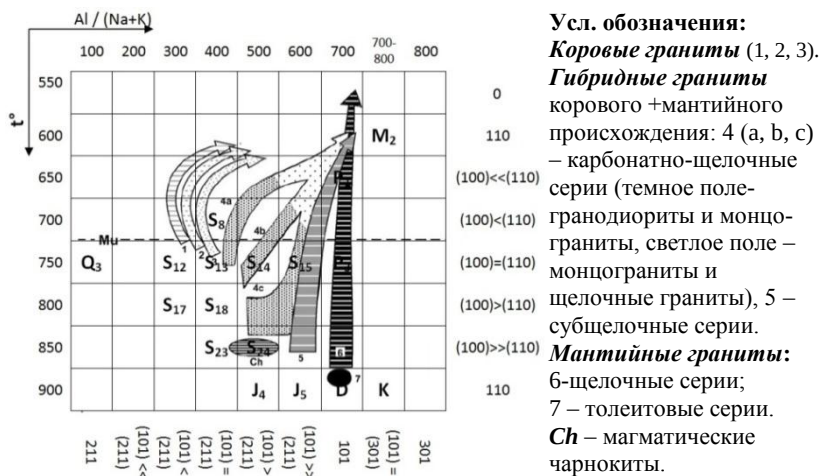


Рис. Петрогенетическая диаграмма морфотипов циркона Бешпагирского месторождения.

В группе зерен с **КУ 1-1,5** преобладают окатанные зерна. Микроанатомические рисунки окатанных зерен циркона отличаются следующими типоморфными признаками – сложная пятнистая зональность (50%), преобразованная первично-магматическая секториальная зональность (40%), присутствие ксеноморфного ядра и регенерационной каймы (2%), окатанные осколки крупных кристаллов (5%). Среди сохранившихся кристаллов с КУ 1-1,5 (3%) выделяется циркон морфотипов S_8 и S_{14} , характерный для гранодиоритов и

монцогранитов карбонатно-щелочной серии (S-граниты). Микроанатомический рисунок таких зерен сохраняет черты первичной секториальной зональности и имеет следы наложенных процессов преобразования (темные пятна и смазанность первичных секторов).

Перечисленные типоморфные признаки зональности циркона с КУ 1-1,5 свидетельствуют в пользу того, что 52% зерен этой группы имеют метаморфический генезис, а 43% зерен носит следы наложенного метаморфического воздействия различной степени.

В группе с **КУ 1,6-2,1** преобладают зерна, сохранившие облик кристаллов (65%). Среди установленных морфотипов кристаллов наибольшим распространением пользуются S_{13} и S_{14} (с S_{12} и S_8), характерные для S-гранитов карбонатно-щелочной серии, P_3 (с P_5 и J_5 , в подчиненном количестве), соответствующих I-гранитам щелочной и толеитовой серии. В незначительных количествах отмечены кристаллы циркона субщелочных гибридных гранитов (S_{15}), магматических чарнокитовых зон (S_{24}), трахеандезитов (S_{23} и J_4), тоналитов (S_{17} , S_{18}), щелочных гранитов (M_2) и кислых S-гранитов (Q_3).

Микроанатомические рисунки зональности кристаллов секториальные, затронутые в разной степени более поздними процессами изменения. В 75% случаев отмечается умеренно равномерное размытие границ зональности. В 25% имеет место частичная перекристаллизация с появлением темных пятен, и локально измененных участков кристаллов. В единичных случаях отмечены окатанные осколки кристаллов с анатомическими рисунками свойственными циркону с КУ более 2.

У окатанных зерен с КУ 1,6-2,1 (35%) отмечается шероховатая мелкоямчатая поверхность, а микроанатомические рисунки носят признаки вторичных изменений секториальной зональности.

Из вышесказанного можно заключить, что группа зерен с КУ 1,6-2,1 имеет первично магматический генезис и состоит из кристаллов циркона S-гранитов известково-щелочной серии (70%), I-гранитов щелочной и толеитовой серии (27%) и гранитов переходных серий (3%). Зерна циркона всех типов имеют следы вторичных изменений магматической секториальной зональности различной степени интенсивности, а также тонкие регенерационные каймы, покрывающие поверхность кристаллов.

В группе зерен с **КУ более 2,2** отмечены кристаллы с сохранившимися элементами огранки (60%), окатанные зерна (38%), удлинненно-призматические осколки (2%).

Среди морфологических типов распространены кристаллы с тетрагональными призмами {110} и дипирамидами {101} в сочетании с {211} и {301}, осложненных дополнительными элементами огранки, характерными для морфотипов J₄-D-K. Данный морфологический ряд, на наш взгляд является эффузивным и согласно генетической диаграмме распределения циркона не гранитного ряда J.P. Pupin [3] соответствует щелочной серии риолитов анорогенных комплексов.

Вторым по распространенности является морфотип P₁, соответствующий щелочным базальтам. К этому же типу можно отнести кристаллы циркона морфотипа M₂. Наименьшим распространением в группе с КУ более 2 пользуются морфотипы S₁₃ и S₁₅ – известково-щелочных серий риолитов орогенных комплексов и морфотип Q₃.

В группе зерен с КУ более 2,2 отчетливо выделяются кристаллы с перекристаллизованным ядром и с неясной зональностью из метаморфизованных пород (60%), с полосчатой зональностью возможно из вулканических пород среднего состава (40%).

Исследование циркона с помощью выборок по морфологическим и микроанатомическим типоморфным признакам позволило установить в Бешпагирской россыпи следующие типы циркона: метаморфогенный (5%), магматический интрузивный (S-гранитов 55%, I-гранитов 15%), магматический эффузивный (щелочных риолитов 15%, щелочных базальтов 10%).

Полученные результаты дополняют и совпадают с данными, полученными при изучении рутила и гранатов Бешпагирского месторождения [1]. Оптимизированная методика петрогенетической типизации циркона рекомендуется для применения на россыпных объектах Таманского полуострова [2], Ергеней и Дагестана.

Работа выполнена за счет средств гранта РФФИ № 16-35-00180 мол_а.

Литература

1. Чефранова А.В., Лаломов А.В., Борисовский С.Б., Григорьева А.В., Чефранов Р.М., Бочнева А.В. Геохимические особенности типоморфных метаморфических минералов Бешпагирского месторождения редкометалльно-титановых россыпей // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015, № 10 (81). С. 46-52.
2. Чефранова А.В. Лаломов А.В. Питающие провинции позднеплиоценовых редкометалльно-титановых россыпей Таманского полуострова // Геоогия рудных месторождений. 2013. Т.55. № 1. С. 68.
3. Pupin J.P. Zircon and granite petrology. Contrib.Mineral. Petrol. 73, 1980. P. 207-220

ВЛИЯНИЕ МЕТАМОРФИЗМА НА ХРОМШПИНЕЛИДЫ АГАРДАГСКОГО УЛЬТРАМАФИТОВОГО МАССИВА (РЕСПУБЛИКА ТЫВА)

А.Н. Юричев

*Томский государственный университет,
молодой ученый, juratur@sibmail.com*

Аннотация: исследованы особенности хромшпинелидов Агардагского ультрамафитового массива, расположенного в юго-восточной части Республики Тыва. Показаны типоморфизм и эволюционная направленность изменения химического состава хромшпинелидов, которая определяется метаморфогенными преобразованиями.

Ключевые слова: реститы, хромшпинелиды, химизм, метаморфизм.

IMPACT OF METAMORPHISM ON CHROMOSPINELIDES FROM AGARDAGSKY ULTRAMAFIC MASSIF (REPUBLIC OF TUVA)

A.N. Yurichev

Tomsk State University, Young Researcher, juratur@sibmail.com

Abstract: features of ore mineralization of the Agardagsky ultramafic massif located in the south-eastern part of the Republic of Tuva are resulted. Tipomorfizm and evolutionary direction of change of the chemical composition of chromospinelides, which is defined metamorphogenic transformations, are shown.

Key words: restites, chromospinelides, chemistry, metamorphism.

Агардагский массив (R_3) является одним из крупных в составе Южно-Тувинского пояса и структурно приурочен к Агардагской шовной зоне, которая отделяет Сангиленский срединный массив от раннекаледонской Восточно-Таннуольской складчатой зоны. Он представляет собой линзообразное тело длиной около 20 км при ширине до 3,5 км, вытянутое в северо-восточном направлении согласно со складчатой структурой региона. Контакты с породами вмещающей рамы тектонические, что подтверждается наличием тектонических клиньев кристаллических сланцев в зонах экзоконтакта и тесно связанных с ними отторженцев ультрамафитов [1]. Вмещающие породы представлены кристаллическими сланцами с прослоями известняков, кремнистых и терригенных пород.

Массив сложен, главным образом, породами дунит-

гарцбургитового полосчатого комплекса. В эндоконтактных частях они замещаются серпентинитами, среди которых отмечаются тела клинопироксенитов. Наряду с ультрамафитами в массиве присутствуют небольшие дайко- и штокообразные тела габбро-диабазов и диабазов, которые нередко превращены в родингиты [1,4]. Ультрамафиты исследуемого объекта претерпели интенсивные пластические деформации и постоянно обнаруживают признаки метаморфических пород.

В Агардагском массиве выявлено большое количество хромитовых проявлений (более 150), которые, как правило, приурочены к полям развития дунитов и представлены линзовидными обособлениями вкрапленных и сливных руд. Их простирание обычно согласное с полосчатостью ультрамафитов.

Хромшпинелиды являются главными рудными минералами, в дунитах и гарцбургитах они наблюдаются в виде редкой разрозненной вкрапленности отдельных зерен, реже образуют небольшие сростания. Их размеры преимущественно составляют 0,5-1,5 мм, встречаются более крупные индивиды до 3 мм, а сростания – до 15 мм. Мелкие зерна обычно субизометричные и эвгедральные, а более крупные индивиды и сростания имеют неправильную форму. Удлиненные зерна и сростания хромшпинелидов иногда обнаруживают субпараллельную ориентировку и отражают директивность породы. Отчетливо проявляется ксеноморфизм по отношению к зернам оливина. В отдельных индивидах хромшпинелидов отмечаются пойкилитовые включения мелких зерен оливина. Хромшпинелиды обычно имеют вишнево-красный, красно-бурый цвет, а по трещинкам и периферии – черный, вследствие замещения магнетитовым минералом. По краям они обычно резорбированы, иногда по трещинкам кливажа отмечается их дезинтеграция и растаскивание. Отдельные зерна дезинтегрированы на субблоки. Отмечается футлярное строение отдельных индивидов, когда зерна хромшпинелидов по периферии обрамляются каймой серпентина, затем каймой магнетита. Иногда в серпентинизированных разновидностях отмечаются параллельные жилки и струйчатые обособления хромшпинелидов. При этом жилки хромшпинелидов имеют вкрапленную структуру, а хромшпинелиды образуют удлиненные зерна и вытянутые сросшиеся агрегаты вдоль простирания этих жилок.

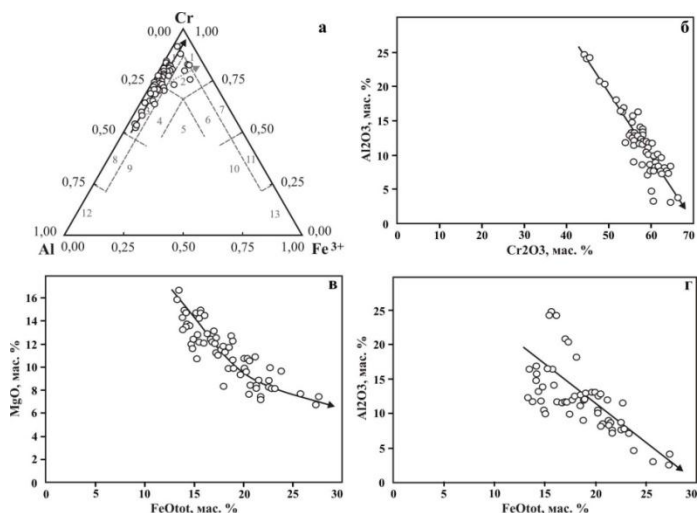


Рис. Положение хромшпинелидов из ультрамафитов Агардагского массива на классификационной диаграмме Н.В. Павлова [2]

(а) и бинарных диаграммах (б-г). Шпинелиды: 1 – хромиты, 2 – субферрихромиты, 3 – алломохромиты, 4 – субферриалломохромиты, 5 – ферриалломохромиты, 6 – субальюмоферрихромиты, 7 – феррихромиты, 8 – хромпикотиты, 9 – субферрихромпикотиты, 10 – субальюмохроммагнетиты, 11 – хроммагнетиты, 12 – пикотиты, 13 – магнетиты. Тренды преобразования составов хромшпинелидов под действием высокобарического динамометаморфизма (сплошной черный) и наложенного прогрессивного регионального и локального метаморфизмов (точечный серый).

Согласно классификации Н.В. Павлова [2] в породах Агардагского массива среди хромшпинелидов выделяются высокохромистые разновидности – хромиты и алюмохромиты, значительно реже отмечаются субферрихромиты (рис.а). Фигуративные точки составов первых двух разновидностей на треугольной диаграмме и на бинарных диаграммах (рис.) формируют основной единый линейный тренд, отражающий уменьшение магниальности и глиноземистости при увеличении содержаний хрома и железа. При этом в хромитах содержания хрома достигают до 67,3 мас.%. В субферрихромитах устанавливаются наиболее высокая примесь Ni (до 0,38 мас.%) и Co (до 0,28 мас.%).

Анализ химических составов хромшпинелидов в породах и рудах массива позволяет проследить две эволюционные стадии их преобразования. Первая стадия связана с высокобарическим динамометаморфизмом и включала в себя процессы деформаций,

скупчивания океанической литосферы и ее аккреции на пассивную окраину континента. На данной стадии происходил вынос из шпинелидов Al и Mg и накопление Cr, Fe и Mn.

В результате выноса из рудных хромшпинелидов Mg и значительного количества Al увеличивается их железистость и хромистость. Таким образом, на первой стадии произошло естественное «облагораживание» агардагских хромшпинелидов. Развитие такого механизма «облагораживания» ранее получило подтверждение экспериментальными исследованиями, а также находками минералов высоких и сверхвысоких давлений (алмаз, карбиды кремния, псевдоморфы октаэдрического оливина, корунд, циркон, гранат и др.) в хромититах ультрамафитовых массивов Полярного Урала [3,5-6]

Вторая стадия связана с процессами наложенного прогрессивного регионального и контактового метаморфизмов и приводит к преобразованию, перекристаллизации хромшпинелидов с выносом из них Al, Mg и Cr при накоплении Mn и окислении закисного железа в окисное. В Агардагском массиве, очевидно, проявился пострудный метаморфизм низких ступеней, который выразился в серпентинизации вмещающих ультрабазитов с образованием лизардита. Качественный состав руд при этом не претерпел существенного изменения и его преобразование выразилось только в незначительном повышении железистости, что не повлияло на промышленные свойства сырья.

Литература

1. Гончаренко А.И. Деформация и петроструктурная эволюция альпинотипных гипербазитов. Томск: Изд-во Том. ун-та, 1989. 404 с.
2. Павлов Н.В. Химический состав хромшпинелидов в связи с петрографическим составом пород ультраосновных интрузивов // Труды Геологического института РАН. 1949. Вып. 103. 91 с.
3. Суставов С.Г., Вахрушева Н.В. Хромовый рутил в хромититах Енгайской площади массива Рай-Из // Вестник Уральского отделения Российского минералогического общества. 2010. № 7. С. 159-162.
4. Юричев А.Н., Чернышов А.И., Кульков А.С. Рудная минерализация Агардагского ультрамафитового массива (Республика Тыва) // Известия ТПУ. 2013. Т. 323. № 1. С. 130-136.
5. Brey G.P., Doroshev A.M., Gurnis A.V., Turkin A.I. Garnet-spinel-olivine-orthopyroxene equilibria in the FeO-MgO-Al₂O₃-SiO₂-Cr₂O₃ system: I. Composition and molar volumes of minerals // Eur. J. Mineral. 1999. Vol. 11. № 4. P. 599-617.
6. Yang J., Bai W., Fang Q., Meng F., Chen S., Zhang Zh., Rong H. Discovery of diamond and an unusual mineral group from the podiform chromite ore Polar Ural // Geology in China. 2007. Vol. 34. P. 950-953.

ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ОКРАСА НЕФРИТА ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ

Т.С. Якимов

*Бурятский государственный университет,
студент 3 курса, yakimov-timur@mail.ru*

Научный руководитель: старший преподаватель А.В. Малышев

Аннотация: в работе рассматривается химический состав нефритов и серпентинитов, месторождений Восточной Сибири: Парамское, Оспинское, Улан-Ходинское, Хара-Нурское; Нефритоносные площади: Джидинская и Витимская. Целью исследования являлось определение закономерных содержаний элементов придающим различную окраску апогипербазитовому и апокарбонатному нефритам.

Ключевые слова: нефрит, геохимия, апогипербазитовый нефрит, апокарбонатный нефрит.

GEOCHEMICAL FEATURES OF A COLOR OF NEPHRITE OF EASTERN SIBERIA

T.S. Yakimov

The Buryat State University, 3^d year Student, yakimov-timur@mail.ru

Research supervisor: Senior Teacher A.V. Malyshev

Abstract: in work the chemical composition of nephrites and serpentinit, fields of Eastern Siberia is considered: Paramsky, Ospinsky, Ulan-Hodinsky, Hara-Nursky; Nephritogenetic areas: Dzhidinsky and Vitimsky. A research objective was determination of natural contents of elements to the apoultramafic and apocarbonatic nephrites giving various coloring.

Key words: nephrite, geochemistry, apoultramafic nephrite, apocarbonatic nephrite.

Взросший интерес к нефриту как ювелирно-поделочному камню стимулировал изучение его состава и условий формирования, поскольку в природе подобные образования довольно редки, а также не воспроизводимы лабораторно и поэтому полученная информация имеет важное петрологическое значение.

В России известны месторождения нефрита в Восточном-Саяне, Витимском районе Забайкалья и на Урале, которые отрабатываются открытым способом. Наиболее крупная нефритоносная провинция в России расположена в Южном складчатом обрамлении Сибирского кратона. Апогипербазитовый тип месторождений нефрита установлен в Джидинской, Восточно-Саянской площади и на Парамском массиве.

Апокарбонатный же тип месторождений установлен на Витимской площади (рис).

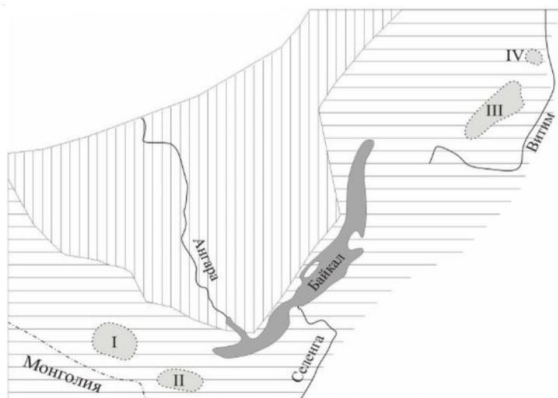


Рис. Расположение нефритоносных площадей в южном складчатом обрамлении Сибирского кратона. Нефритоносные площади: I – Восточно-Саянская, II – Джидинская, III – Витимская, IV – Парамский массив [1]

Изучены минеральный состав и геохимические особенности нефритов Оспинского, Улан-Ходинского, Хара-Нурского, Парамского месторождений; Джидинской и Витимской площадей. Нефриты слагают жилы, шлиры и линзообразные тела в контактовых зонах серпентинизированных (лизардит-антигоритовых) оливин-гарцбургитовых пород и доломитовых мраморов с различными по составу алюмосиликатными породами. Подробную информацию по геологическим, петрохимическим и петрографическим особенностям проявлений можно найти в работах [2,3]. Апокарбонатные и апогипербазитовые нефриты сложены тремолитом и различаются между собой по содержанию акцессорных и вторичных минералов. В нефритах, связанных с ультраосновными породами установлены хромит, диопсид, цоизит, апатит, кальцит, циркон, титанит, гроссуляр, серпентин, хлорит, тальк. В апокарбонатных нефритах набор минералов беднее, в них встречены диопсид, апатит, цоизит, кальцит, тальк [1].

Выше описанные месторождения нефрита имеют следующие концентрации Fe в апокарбонатных нефритах, составляют, 0,05-1,09 мас.%, в апогипербазитовых – 2,73-6,63 мас.%. Количество Cr, Co и Ni в апогипербазитовых нефритах близко к замещаемым серпентинитам и почти на два порядка выше, чем в

апокарбонатных (табл.). Возможно, содержания Cr дают более насыщенный цвет близкий к изумрудному, содержание же Ni придает нефриту контрастные оттенки яблочного цвета. Наверняка повышенные содержания Co придает темно-зеленые оттенки. В свою очередь Fe^{3+} , должно быть, окрашивает нефрит в желтые, кремовые оттенки, а Fe^{2+} дает зеленый и зелено-голубой цвет, если содержания составляют более 2 мас.%. Иногда в апокарбонатных образцах нефрита, примерно, такое же количество $Fe(II,III)$, что и в апогипербазитовых нефритах, что и может свидетельствовать о высоком значении таких элементов, как хром, кобальт, никель.

Таблица
Химический состав (мас.%) нефритов и серпентинитов

	1	2	3	4	5	6		
№ проб	911	2682	744	1010	2639	2652	2858	2683
SiO ₂	46,6	55,8	54,8	56,2	55,9	53,9	55,2	57,4
TiO ₂	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Al ₂ O ₃	6,5	0,9	1,8	0,9	1,1	0,7	0,7	1,1
Fe ₂ O ₃	1,93	0,26	0,38	0,21	0,26	0,21	0,07	<0,05
FeO	6,63	3,66	2,73	5,03	3,94	1,09	0,16	0,66
MnO	0,14	0,12	0,15	0,18	0,05	0,16	0,04	0,08
MgO	22,47	22,23	22	21,18	21,88	23,06	23,3	24,9
CaO	9,55	12,66	13,6	12,8	12,9	12,8	14,75	12,4
Na ₂ O	0,05	0,05	0,12	0,03	0,03	0,05	0,05	0,09
K ₂ O	0,05	0,05	0,15	0,03	0,05	0,05	<0,01	<0,01
P ₂ O ₅	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
п. п. п.	5,64	3,37	3,34	2,76	3,88	7,4	4,98	2,71
сумма	99,56	99,1	99,07	99,32	99,99	99,42	99,25	99,34
CO ₂	1,1	0,44	0,22	<0,22	<0,22	3,52	1,98	0,22
S	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
F	0,01	0,05	0,03	0,05	0,03	0,21	0,37	0,61
ppm								
V	56	9,8	32	14	20	18	25	18
Cr	1500	1970	2040	322	1570	32	23	4,9
Co	73	49	60	66	66	1,4	1,2	1,6
Ni	1500	1160	1490	1450	1230	14	25	7,7

Примечание. Месторождения: 1 – Парамское, 2 – Оспинское, 3 – Улан-Ходинское, 4 – Хара-Нурское; площади: 5 – Джидинская, 6 – Витимская.

Можно сделать следующие выводы: Амфибол из апокарбонатного нефрита характеризуется низкими содержаниями Fe(II), Cr, Ni и Co, количество которых и является определяющим в цветовой гамме. Из-за примерного количества содержания Fe(II,III) в апокарбонатных и апогипербазитовых нефритах, можно сказать, что цвет определяют значения такие элементы, как Cr, Ni, Co. А в общей

схеме цветов нефрита Fe(II), Cr, Co и Ni, возможно, являются неким подобием «палитры» оттенков нефрита.

Литература

1. *Бурцева М.В., Мурзинцева А.Е.* Минералого-геохимические особенности нефритов Восточной Сибири // Всероссийская конференция молодых ученых «Современные проблемы геохимии». Иркутск: Изд. Института географии им. В.Б.Сочавы СО РАН, 2013. 13 с.
2. *Колесник Ю.Н.* Нефриты Сибири. Новосибирск: Наука, 1965. 150 с.
3. *Сутурин А.Н., Замалетдинов Р.С.* Нефриты. Новосибирск: Наука, 1984. 150 с.

СЕКЦИЯ 3. ПАЛЕОНТОЛОГИЯ, СТРАТИГРАФИЯ И РЕГИОНАЛЬНАЯ ГЕОЛОГИЯ

ЛИТОГЕНЕТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ОСАДОЧНОЙ ТОЛЩИ ВЫСОКОЙ НАДПОЙМЕННОЙ ТЕРРАСЫ Р. СЕЛЕНГА (УСТЬ- ДЖИДИНСКАЯ ВПАДИНА, ЗАПАДНОЕ ЗАБАЙКАЛЬЕ)

А.В. Буянов¹, В.Л. Коломиец^{1,2}, Р.Ц. Будаев²

¹-Бурятский государственный университет, студент 3 курса,
buyanov-1995@list.ru, ²-Геологический институт СО РАН

Научный руководитель: к.г.-м.н., доцент В.Л. Коломиец

Аннотация: осадочная толща высокой надпойменной террасы р. Селенга сложена преимущественно алевритово-песчаными частицами с включениями псефитового материала. Генезис толщи на интервале 2,4-7,8 м – аллювиальный с примесью коллювиально-пролювиальных фаций, 7,8-51,4 м – преимущественно комплексный озерно-речной, 51,4-55,8 м – речной.

Ключевые слова: размер частиц, песчаные отложения, палеогидрологические реконструкции, генезис осадков.

LITHOGENETIC FEATURES OF FORMATION OF SEDIMENTARY ROCKS HIGH ABOVE THE FLOODPLAIN TERRACES R. SELENGA (UST'-DZHIDA BASIN, WESTERN TRANSBAIKALIA)

A.V. Buyanov¹, V.L. Kolomiets^{1,2}, R.Ts. Budaev²

¹-Buryat State University, 3rd year Student, buyanov-1995@list.ru

²-Geological Institute SB RAS

Research Supervisor: Candidate of Geology and Mineralogy, Reader
V.L. Kolomiets

Abstract: the sediments high above the floodplain terraces r. Selenga is composed mainly of silt and sand particles with inclusions psephitic material. Genesis of thickness in the interval 2,4-7,8 m – alluvial with a colluvial-proluvial facies, 7,8-51,4 m – mainly complex lacustrine-alluvial, 51,4-55,8 m – alluvial.

Key words: size of the particles, sand deposits, paleohydrological reconstruction, genesis of deposits.

Усть-Джидинская впадина охватывает нижнее течение р. Джиды и Дырсуйско-Убур-Дзакойское структурное понижение на правом берегу р. Селенга. На правобережье р. Селенга сформирован высокий террасовал (60-62 м, разрез Дэбэн в 6 км к югу от с. Дэбэн), который

до глубины разреза 55,8 м сложен главным образом песчаными осадками с небольшой примесью неокатанного и слабо окатанного крупнообломочного материала. Пески промытые, сортированные, с наклонной и косой слоистостью, по структурно-текстурным особенностям подразделяются на 12 литологических горизонтов. В основании разреза до уреза воды 62 м залегают галечники 2-4 класса окатанности.

Самая верхняя часть разреза до глубины 2,4 м состоит из неслоистого разнотекстурного карбонизированного песка с рассеянными включениями гравия и мелкой гальки, а также двумя горизонтами погребенных почв на интервалах 0,75-1,2 и 1,3-1,7 м.

Первый литологический горизонт (интервал 2,3-3,4 м) выполнен субгоризонтально-слоистыми мелкозернистыми (средневзвешенный диаметр частиц, $x=0,20-0,21$ мм) песками. Отложения очень хорошей и хорошей сортировки (коэффициент сортировки Траска, $S_0=1,32-1,45$, стандартное отклонение $\sigma=0,13-0,16$) с переменчивым модальным сдвигом как в сторону крупных (коэффициент асимметрии Траска, $S_k=0,99$) так и сторону мелких частиц ($S_k=1,05$), накапливались в среднединамических условиях активности (статистический коэффициент асимметрии, $\alpha>0$) стационарного водного руслового потока (коэффициент вариации $v>0,8$) [1]. Водоток характеризовался равнинным типом (число Фруда, $Fr=0,03-0,04$) в благоприятных условиях состояния ложа и течения воды (скорость течения 0,4 м/с, глубина 0,4-1,3 м, ширина 44-47 м). Тектонические условия территории были стабильными (экссесс, $\tau=61,2-238,8$).

Второй литологический горизонт (интервал 3,4-4,5 м) состоит из алевритово-песчаных частиц слабонаклонной текстуры (азимут падения ЮЗ $240^\circ \angle 6^\circ$) с добавлением до 2% разноразмерного гравия и единичного мелкого щебня ($x=0,10-0,31$ мм). Порода имеет очень хорошую и хорошую сортированность ($S_0=1,3-1,4$; $\sigma=0,27-0,66$), непостоянный модальный сдвиг. Динамические условия седиментации ($S_k<1$, $\alpha>0$) соответствуют водно-речному облику с внедрением пролювиально-склоновых осадков ($v=2,20-2,81$).

На интервале 4,50-6,25 м залегает третий литологический горизонт – наклонно-слоистые (ССВ $15^\circ \angle 8^\circ$; ЮЗ $225^\circ \angle 8^\circ$) алевритово-мелкозернистые, тонко-мелкозернистые, мелкозернистые и мелко-среднезернистые пески с единичными зернами псефитовых включений ($x=0,20-0,46$ мм). Коэффициенты сортировки осадков (совершенная и очень хорошая – $S_0=1,21-1,45$; $\sigma=0,31-0,60$) устанавливают значительную длину транспортировки частиц в среде, обладающей очень высоким энергетическим потенциалом ($\alpha=9,69$ –

17,01) при спокойном тектоническом фоне (значения эксцесса в основном в пределах первых сотен плюсовых единиц). Коэффициент вариации ($v=1,08-2,23$) определяет условия аккумуляции естественными речными потоками равнинного и полугорного типов ($Fr=0,03-0,11$), имеющими чистое, незасоренное русло со свободным течением в рыхлых отложениях. Скорости потока составляли 0,40-0,52 м/с, глубины – 0,4-5,2 м при ширине палеоводотоков 40-210 м.

Четвертый литологический горизонт (6,25-7,8 м) сформирован алевритисто- и алевро-мелкозернистыми песками с существенными включениями малоокатанного (1-2 класс) гравийно-галечного материала (от 10,5 до 22,4%), а также редкими глыбами рассеянного и линзовидного залегания. Текстура в целом нечеткая, слабонаклонная (ЮВ $110^\circ \angle 4-6^\circ$). Осадки умеренно и плохо сортированы ($S_0=1,42-2,11$; $\sigma=0,83-8,64$) с модальным смещением в сторону мелких частиц, накапливались высокоомобильными потоками ($\alpha=2,25-7,30$) полугорного и горно-грядового типа ($Fr=0,28-0,41$) с поступлением дополнительных порций вещества коллювиально-пролювиального генезиса ($v=2,08-3,13$).

Алевро-мелкозернистые пески и алевропески ($x=0,16-0,19$ мм) наклонного залегания ЮВ $130^\circ \angle 16^\circ$ образуют пятый литологический горизонт на глубине разреза 7,8-9,2 м. Отложения характеризуются особенно хорошей и очень хорошей сортировкой ($S_0=1,19-1,41$; $\sigma=0,09-0,14$) с левосторонним модальным смещением (преобладание крупнозернистых частиц, $S_k < 1$, $\alpha > 0$). Среда седиментации – комплексная лимно-аллювиальная ($v=0,47-0,74$) с наличием проточных озеровидных водоемов глубиной 0,8-1,4 м и постоянных водотоков равнинного типа ($Fr=0,02-0,03$).

Шестой литологический горизонт (9,2-12,2 м) сложен алевро-мелкозернистыми и мелкозернистыми песками ($x=0,20-0,22$ мм) наклонной текстуры ЮВ $105-145^\circ \angle 4-8^\circ$. Сортировка – особенно хорошая и совершенная ($S_0=1,19-1,33$; $\sigma=0,15-0,20$), модальный сдвиг правосторонний (преобладание мелкозернистых частиц, $S_k > 1$, $\alpha > 0$). Значения коэффициента вариации ($v=0,73-1,72$) соответствуют области речного генезиса.

Седьмой литологический горизонт (12,2-13,7 м) представлен особенно и очень хорошо сортированными алевритисто-мелкозернистыми и мелкозернистыми псаммитами ($x=0,21-0,29$ мм) с тонким наклонным переслаиванием (ЮВ $135^\circ \angle 10-12^\circ$). Отложения аккумуляровались в слабодинамичной среде ($S_k > 1$; $\alpha=0,61-3,21$) озерных ($v=0,32$, глубина 0,7 м) и смешанных лимно-аллювиальных условий седиментации ($v=0,72-0,8$, глубина 2,0-2,1 м).

Восьмой литологический горизонт (14,2-15,7 м) накоплен песками той же размерности, что и выше залегающий слой ($x=0,19-0,33$ мм) с небольшими включениями гравийно-галечных обломков (до 2%). Наносы имеют совершенную и очень хорошую сортировку ($S_0=1,24-1,37$; $\sigma=0,15-0,84$), правосторонний модальный сдвиг ($S_k>1$, $\alpha>0$), генезис их аллювиальный ($v=0,82$).

Значительной части разреза на глубине 15,7-35,5 м – девятый литологический горизонт – присущи схожие структурно-текстурные, статистические и палеогидрологические особенности – наклонное и косое (ЮЗ-З $220-275^\circ \angle 6-20^\circ$) переслаивание из алевритово-тонкозернистых, мелкозернистых и средне-мелкозернистых песков ($x=0,17-0,26$ мм) озерно-речного генезиса ($v=0,46-0,73$).

Десятый литологический горизонт (35,5-37,6 м) выполнен алевропесками ($x=0,19-0,20$ мм) косого залегания Ю $180^\circ \angle 26^\circ$ очень хорошей сортировки ($S_0=1,26-1,31$; $\sigma=0,19-0,20$) с левосторонним модальным сдвигом ($S_k<1$), накопившимися в динамичных стационарных турбулентных потоках ($\alpha=7,97-8,56$; $v=0,97-1,08$) равнинного типа ($Fg=0,03$) с сезонным колебанием водности.

Одиннадцатый литологический горизонт (37,6-51,4 м) сложен в основном тонкопесчаными разностями частиц ($x=0,17-0,28$ мм) наклонно-косой текстуры переменчивых азимутов падения – от ЮВ $140-150^\circ \angle 16-24^\circ$ до ЮЗ $230^\circ \angle 4-6 - 20-26^\circ$, З $275^\circ \angle 20^\circ$. Транзит наносов имел значительный путь перемещения, что нашло отражение в особенно хорошей, совершенной и очень хорошей сортировке ($S_0=1,11-1,34$; $\sigma=0,08-0,20$). Мода осадка смещена в сторону мелких частиц – среда седиментации не отличалась заметным энергетизмом ($S_k>1$, $\alpha>0$) при относительно устойчивом тектоническом фоне ($\tau>0$). Происхождение толщи – озерно-аллювиальное ($0,4<v<0,8$), материал доставлялся стационарными водотоками равнинного типа ($Fg=0,03-0,06$) и накапливался в проточных озерах глубиной 0,8-2,2 м.

Двенадцатый горизонт (51,4-55,8 м) имеет пестрое строение из сочетания частиц алевритово-песчано-псефитовой размерности ($x=0,14-3,28$ мм) наклонно-косой текстуры (ВЮВ $100-115^\circ \angle 8-22^\circ$). Сортировка и модальный сдвиг характеризуются непостоянством, условия аккумуляции преимущественно речные ($v>0,8$).

Литература

1. Коломиец В.Л. Реконструкции параметров палеопотоков по ископаемым осадкам // Вестник Бурятского университета. Серия 3: география, геология. Вып. 2. Улан-Удэ, 1998. 92-100 с.

СТРАТИГРАФИЯ И ЭТНИЧЕСКАЯ ПРИНАДЛЕЖНОСТЬ КУЛЬТУРНОГО СЛОЯ VIII–X ВВ. СТАРОЙ ЛАДОГИ

А.А. Гаврилова

*Национальный исследовательский Московский государственный
строительный университет,
магистрант 1 курса, a_gavrilova94@mail.ru*

Научный руководитель: д.г.-м.н., профессор В.П. Хоменко

Аннотация: статья посвящена комплексному исследованию культурного слоя Старой Ладogi, которое проводилось исследователями на протяжении XX века. В заключение раскрываются теории этнической принадлежности средневекового Ладожского поселения.

Ключевые слова: Старая Ладога, Ладога, стратиграфия, культурный слой, горизонт, этническая принадлежность, «из Варяг в Греки».

STRATIGRAPHY AND ETHNICITY CULTURAL STRATUM VIII – X. STARAYA LADOGA

A.A. Gavrilova

*Moscow State University of Civil Engineering,
1st year Master's Degree Student, a_gavrilova94@mail.ru*

Research Supervisor: Doctor of Geology and Mineralogy, Professor
V.P. Khomenko

Abstract: the article is devoted to the complex research of the cultural layer of Staraya Ladoga, which was conducted by researchers during the XX century. In conclusion, the theory of ethnicity medieval Ladoga settlement disclosed.

Key words: staraya Ladoga, Ladoga, stratigraphy, cultural layer, horizon, ethnicity.

«Археологи выкапывают из земли историю, которую закопали политики»
Габриэль Лауб, чешско-немецкий журналист, писатель.

Официальная история Ладogi (название до 1704 года) начинается с 862 года, согласно оригиналу «Повести временных лет», во время призвания варягов Рюрика с братьями Синеусом и Трувором на землю русскую: «..земля наша велика и обильна, а наряда в ней нет. Да поидите у нас княжить и володети.. и срубиша город Ладogu..» [14]. Однако, история Староладожского поселения при впадении реки Ладожки в Волхов достаточно сложная.

На сегодняшний день, Старая Ладога представляет собой небольшое село Волховского района Ленинградской области, расположенного в 125 километрах к востоку от Санкт-Петербурга и в

12 километрах от устья реки Волхов [5]. Для многих путешественников оно не стало популярнейшим пригородом Петербурга, но что касается археологов, здесь сконцентрировано необычайное множество памятников истории и культуры России.

Наследие Старой Ладogi охватывает фундаментальные ценности русской и международной истории. По наличию культурного слоя VIII-X вв. с хорошо сохранившимися остатками построек и находками, связанными с разными народами, Старая Ладога среди древнерусских городов не имеет себе равных.

В 1948 году Н.И. Репников впервые применил метод исследования поселения по слоям культурного напластования с тщательным описанием каждого слоя. Постройки нижнего слоя Н.И. Репников разделил на три строительных яруса. Первый представлял собой культурный пласт чернозема, мощностью до 0,85-0,9 м, в нем заключались многочисленные кости животных, камни, предметы материальной культуры. Затем шел второй слой чернозема, мощностью до 0,5 м, не потревоженный огородными работами. В нем обнаружено значительное количество бытовых находок. Древнейшим являлся третий ярус, включающий древесину, щепу и навоз. Его мощность в среднем составляла 0,8-1 м [12].

По предварительным выводам Н.И. Репникова, в хронологическом отношении первый ярус соответствовал X-XI вв., второй – VIII-IX вв. и третий – VII-VIII вв. [12].

В.И. Равдоникас развил и детализировал методику раскопок Н.И. Репникова: поселение изучалось с тщательной фиксацией отдельных культурных напластований. Наблюдения ученого позволили создать на основе зафиксированной последовательности залегания культурных слоев единую стратиграфию для всего поселения. Культурные напластования он разделил на семь горизонтов – от А до Ж. Им же была предложена и новая датировка слоев Старой Ладogi.

Нижняя часть свиты культурных напластований включала четыре строительных горизонта: Д, Е1, Е2, Е3. Горизонт Е3, по хронологии В.И. Равдоникаса, является древнейшим, его сооружения относились ко времени первичного заселения городища. Все постройки горизонта Е2 одновременно погибли в огне. Это возможно свидетельствует о крупнейшей катастрофе в Ладoge в этот период. Сооружения горизонта Е1 обладали крайне низкой сохранностью и залегали над постройками горизонта Е2 или под постройками горизонта Д. Горизонт Д разделялся на несколько слоев

последовательно сооруженных построек, часто повторяющихся по размерам и планировке [3].

Горизонт Е в целом В.И. Равдоникас датировал VII-IX вв., причем верхняя дата, по его мнению, определялась точно, а нижняя – приблизительно: верхняя дата горизонта Е ограничивалась временем возникновения построек в горизонте Д (начало X в.) и находками в верхней толще Е двух деревянных мечей, копирующих боевые мечи IX в. Для установления нижней даты поселения В.И. Равдоникас использовал ряд находок (двустороннюю формочку для отливки лунницы, бляшку и треугольную подвеску), которые он отнес к VII в.

Таким образом, по В.И. Равдоникасу, микрогоризонт Е3 в хронологическом отношении соответствует VII-VIII вв., микрогоризонт Е2 – VIII-IX вв., Е1 – IX в., горизонт Д – IX-X вв. [8].

По вопросу об этнической принадлежности нижнего слоя Ладоги (горизонт Е) существует три основных точки зрения. Одни исследователи считают Ладогу со времени ее возникновения поселением северо-восточных или балтийских славян и отрицают этническую смену населения в последующее время [11]; другие связывают Ладогу с историей местных финских племен [6]; третьи видят в Ладоге скандинавскую колонию, опорный пункт на древних торговых путях [13].

Также, вопрос о связях древней Ладоги не был предметом специального исследования. Во многих публикациях, посвященных Ладоге, имеется утверждение, что быстрому развитию Ладога обязана прежде всего своему выгодному географическому положению на перекрестке главных торговых путей: через Ладогу проходили Балтийско-Волжский путь, Днепровский путь «из варяг в греки» и путь на Север [10]. Однако это утверждение оставалось недостаточно обоснованным из-за не исследованности материала.

В ряде публикаций имеются лишь разрозненные сведения о находках в Ладоге и вблизи ее различных предметов скандинавского, западноевропейского, восточного и балтийского происхождения, указывающие на основные линии связей.

К сожалению, чрезвычайной важности материал Старой Ладоги до сих пор недостаточно изучен и далеко не полностью опубликован.

Поэтому остаются дискуссионными вопросы о времени возникновения Ладоги, датировка строительных горизонтов нижнего слоя и вопрос об этнической принадлежности населения древней Ладоги.

Литература

1. Вилинбахов В.Б. Балтийско-Волжский путь // СА, 1963. 3 с.
2. Вилинбахов В.Б. Существующие теории и проблемы происхождения Старой Ладogi Ладogi // Тезисы докладов второй научной конференции по истории, экономике, языку и литературе Скандинавских стран и Финляндии. Тарту, 1963. 19 с.
3. Давидан О.И. К вопросу о контактах древней Ладogi со Скандинавией // Скандинавский сборник XVI. Таллин: Ээсти раамат, 1971.
4. Давидан О.И. О происхождении и датировке ранних гребенок Старой Ладogi. Л., 1968. 62 с.
5. Курпичников А.Н., Сарабьянов В.Д. Старая Ладога древняя столица Руси. СПб., Изд.: «Славия», 2010.
6. Корзухина Г.Ф. Этнический состав населения древнейшей Ладogi // Тезисы докладов второй научной конференции по истории, экономике, языку и литературе Скандинавских стран и Финляндии. Москва, 1965, 13 с.
7. Орлов С.Н. Старая Ладога. Л., 1960. С. 12-24.
8. Равдоникас В.И. Древнейшая Ладога в свете археологических исследований 1938-1950 гг. КСИИМК, 1951. С. 34-36.
9. Равдоникас В.И., Лаушкин К.Д. Об открытии в Старой Ладогe рунической надписи на дереве в 1950 г. Таллин, 1959. С. 31,44.
10. Равдоникас В.И. Старая Ладога. СА, XI. 7 с.
11. Равдоникас В.И. Старая Ладога. СА, XII, 1950. 32 с.
12. Репников Н.И. Раскопки в городище Старой Ладogi // Отчет о работах 1909-1913. Л., 1948. 29 с.
13. Шаскольский И.П. Норманская теория в современной буржуазной наук // М.-Л., 1965. 125-138 с.
14. Радзивилловская (Кёнигсбергская) летопись. «Повесть временных лет». Л. 8 с.

ГЕОТЕКТОНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ В МЕСТОПОЛОЖЕНИИ ОБЛАСТИ ПИТАНИЯ РИФЕЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ БАШКИРСКОГО МЕГАНТИКЛИНОРИЯ

А.А. Галимов

**Башкирский государственный университет,
студент 2 курса, kaedkeg@mail.ru**

Научный руководитель: к.г.-м.н., доцент И.М. Фархутдинов

Аннотация: проанализирована литература по площади питания сочленения рифейских толщ Южного Урала и востока Русской плиты.

Ключевые слова: Палеоурал, рифейские толщ, бассейн осадконакопления.

TECTONIC ASPECTS IN LOCATION OF POWER RIPHEAN SEDIMENTS BASHKIRIAN MEGANTICLINORIUM

A.A. Galimov

Bashkir State University, 2nd year Student, kaegkeg@mail.ru

Research Supervisor: Candidate of Geology and Mineralogy, Reader

I.M. Farkhutdinov

Abstract: *analyzed literature by area feeding articulation riphean thick Southern Urals and east of the Russian platform.*

Key words: *Paleural, riphean thick, sedimentation basin.*

В понимании геологического строения и истории накопления рифейских толщ Башкирского мегантиклинория (БМА) Южного Урала (ЮУ) важную роль играет определение области питания пород – места, откуда происходил снос терригенного материала в рифейский бассейн осадконакопления. Решение данной научной проблемы, на наш взгляд, кроется в шарьяжно-надвиговом строении Урала [6].

А.И. Олли, А.И. Иванов, М.И. Гарань и другие исследователи предполагали, что бассейн осадконакопления рифейских толщ характеризовался преимущественно небольшой глубиной и незначительной удаленностью к востоку от области питания [9].

А.И. Олли в своем капитальном труде «Древние отложения западного склона Урала» отмечает, что в отложениях нижнего рифея Ямантауского антиклинория установлено появление терригенного материала. Повышение степени разложения полевых шпатов, уменьшение крупности обломочного материала, с запада на восток установлены в зильмердакской свите верхнего рифея [9]. Согласно данным В.И. Козлова и других исследователей «Средний рифей южного Урала и сопредельных районов востока Русской плиты», мы также отмечаем уменьшение крупности обломков с запада на восток, и повышение степени разложения полевых шпатов [8].

Исходя из представлений о вертикально-блоковом строении Уральских гор, А.И. Олли приходит к выводу о прохождении береговой линии бассейна рифейского осадконакопления вблизи современных передовых складок западного склона Урала.

Изучив геологическое строение и состав рифейских пород А.И. Олли, М.И. Гарань, А.И. Иванов и другие исследователи пришли к выводу о направлении сноса терригенного материала с небольшого расстояния с запада на восток в неглубокий бассейн почти во все время накопления рифейских толщ. А.И. Олли пишет, что «главнейшая область питания терригенным материалом располагалась

к западу от современного западного склона Урала» [9]. Область питания представляла собой дислоцированную страну, неоднократно испытывавшая поднятия во время накопления рифейских толщ. Ширина структуры измерялась в 150-200 км, считая от современных передовых складок западного склона Урала приблизительно до меридиана г. Туймазы и была названа Палеоуралом.

К.Р. Тимергазин и другие исследователи пришли к выводу, что в рифейское время территория современного западного Башкортостана представляла собой не область питания, а область погружения и осадконакопления, о чем свидетельствуют мощные толщии рифейских пород [10]. Терригенный материал в этот бассейн поступал с запада из области питания, приуроченного к Татарскому своду кристаллического фундамента.

Сказанное выше приводит к парадоксальной ситуации: отложения рифея востока Русской плиты характеризуются уменьшением крупности обломочного материала с запада на восток, свидетельствуя, что область питания располагалась в районе современного Татарского свода. Уменьшение крупности рифейских отложений ЮУ с запада на восток также свидетельствует о западном расположении области. Между тем, к западу от выходов рифея ЮУ располагается глубоко погруженная область. Из вышесказанного следует, что вывод о едином бассейне осадконакопления и единой области питания Татарского свода для рифейских отложений востока Русской плиты и ЮУ является ошибочным.

Вместе с тем, надежно установлено, что область питания древних отложений БМА ЮУ в рифейское время находилась западнее бассейна осадконакопления. Эти факты, как считает автор, объясняются шарьяжно-надвиговым строением ЮУ [5,7].

Между бассейнами осадконакопления рифейских отложений Русской плиты и БМА располагалась область питания в виде выступа пород архейского кристаллического фундамента. Рифейские толщии Урала после своего накопления испытали байкальскую, а затем герцинскую складчатости, во время которых были надвинуты на запад, оставив пенеэпленизированную область питания восточнее [11].

Средняя ширина площади распространения древних отложений ЮУ составляет 85 км, мощность пород достигает более 15 км [8]. Для накопления столь мощной толщи необходимо существенное опускание дна бассейна осадконакопления и наличие значительной по размерам области питания. Можно предполагать, что она имела ширину до 200 км. Из этого следует, что надвигание рифейских толщ на породы

пенепленизированного кристаллического выступа составляет 200 км и более.

Представления о незначительном надвигании рифейских толщ ЮУ не могут объяснить факт западного расположения их области питания при отсутствии таковой к западу от их современного местоположения. Из вышесказанного следует, что восточная окраина кристаллического фундамента Восточно-Европейской платформы, с которой происходил снос материала в рифейский бассейн, располагается восточнее современного Уральского орогена [1,12].

Отложения палеозоя, нефтегазоносные на востоке Русской плиты и в Предуральском прогибе, погружаются под южноуральские рифейские аллохтоны, где способны содержать богатые скопления углеводородов [1,2].

Литература

1. *Исмагилов Р.А.* Геология и перспективы нефтегазоносности Зилаирского синклиория Южного Урала. Уфа: АНРБ, Гилем, 2012. 184 с.
2. *Исмагилов Р.А., Камалетдинов М.А.* О новых перспективах нефтегазоносности Башкортостана // Экономика и управление: научно-практический журнал. 2011. С. 8-12.
3. *Исмагилов Р.А., Фархутдинов И.М., Фархутдинов А.М.* Подгорные зоны передовых прогибов – перспективные объекты для поисков нефти и газа // Геология. Известия Отделения наук о Земле и природных ресурсов Академии наук Республики Башкортостан, 2014. С. 36-45.
4. *Исмагилов Р.А., Фархутдинов И.М., Фархутдинов А.М., Фархутдинова Л.М.* Шарьяжно-надвиговой теории – 50 лет // Природа. 2015. С. 50-59.
5. *Камалетдинов М.А.* О некоторых основных вопросах тектоники западного склона Урала в связи с поисками нефти и газа. 1968. 42 с.
6. *Камалетдинов М.А.* Современная теория шарьяжей // Геологический сборник. ИГ УНЦ РАН. 2001. С. 29-37.
7. *Камалетдинов М.А.* Шарьяжи Уфимского амфитеатра. 1971. 45 с.
8. *Козлов В.И., Сергеева Н.Д., Михайлов П.Н., Генина Л.А.* Средний рифей южного Урала и сопредельных районов востока Русской плиты. Уфа, 2005. 246 с.
9. *Олли А.И.* Древние отложения западного склона Урала. Саратов. 1948. 413 с.
10. *Тимергазин К.Р.* Додевонские образования западной Башкирии и перспективы их нефтегазоносности. Уфа: Издательство Горно-геол. института БФАН СССР, 1959. 311 с.
11. *Фархутдинов И.М.* Источник питания рифейских отложений Южного Урала // Уральский геологический журнал. Екатеринбург, 2012. № 2. С. 16-20.
12. *Фархутдинов И.М., Фархутдинов А.М.* О перспективах нефтегазоносности Юрюзано-Сылвенской депрессии Предуральского прогиба // Геология. Известия Отделения наук о Земле и природных ресурсов Академии наук Республики Башкортостан. Уфа, 2011. С. 134-137.

ОБЩАЯ ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЧАНЬВИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ИЗВЕСТНЯКОВ

А.А. Гусев

*Пермский государственный национальный исследовательский
университет, студент 4 курса, Lmari94@mail.ru*

Научный руководитель: к.г.-м.н. Е.А. Меньшикова

Аннотация: в данной статье рассмотрены физико-географические, геологические и гидрогеологические условия Чаньвинского месторождения известняков, а также история геологического развития данной территории.

Ключевые слова: месторождение известняков, рифогенные известняки, карбонатные отложения.

GENERAL GEOLOGICAL CHARACTERISTICS CHAN'VINSKOE DEPOSITS OF LIMESTONE

A.A. Gusev

Perm State University, 4th year Student, Lmari94@mail.ru

Research Supervisor: Candidate of Geology and Mineralogy,
E.A. Menshikova

Abstract: this article describes the physiographic, geological and hydrogeological conditions Chan'vinskoe deposits of limestone, and the geological history of the area.

Key words: the Deposit of limestone, reefal limestone, carbonate sediments.

Чаньвинское месторождение расположено на западном склоне Среднего Урала и представлено верхнедевонскими рифогенными известняками. Административно территория месторождения расположена в Александровском районе Пермского края.

Климатические условия территории исследований определяются ее расположением в восточной части Европейской равнины в предгорьях Уральских гор. Климат района континентальный, с умеренно-суровой, длинной, снежной зимой и умеренно-теплым, коротким летом. Рельеф района имеет типичный для предгорий западного склона Урала холмисто-увалистый характер. Наблюдается понижение рельефа с востока на запад: абсолютные отметки возвышенностей на правобережье р. Чаньвы достигают 500-550 м, к западу от реки – 300-340 м [1].

Район Чаньвинского месторождения рассечен густой разветвленной речной сетью. Основной рекой района является Чаньва, которая принимает в себя ряд притоков. Левыми притоками, для которых характерно меридиональное направление, являются: Костанок, Копюшка, Ветос. Правые субширотные притоки – Рассоха, Анюша, Безымянная, Березовка [2].

В геологическом строении района принимают участие терригенно-карбонатные отложения среднего и верхнего девона, нижнего и среднего карбона, перекрытые осадками четвертичного возраста. Девонская система в рассматриваемом районе представлена отложениями среднего и верхнего отделов. Среднедевонские отложения в виде узких полос отмечаются на восточном крыле и на северном окончании центральной (Чаньвинской) антиклинали. В составе отдела выделяются эйфельский и живетский ярусы. Верхний отдел девонской системы представлен преимущественно карбонатными верхнедевонскими отложениями франского и фаменского ярусов.

Рассматриваемый район, в основном, находится в пределах северной бортовой зоны Кизеловского палеопрогиба. В связи с этим разрез верхнедевонских отложений здесь носит признаки бортового типа, отличающегося развитием мощных органогенных карбонатных толщ толстослоистой и массивной текстуры.

Отложения каменноугольной системы на территории района представлены нижним и средними отделами. Нижний отдел отложениями турнейского и визейского ярусов. Турнейский ярус сложен терригенно-карбонатной толщей пород в составе лытвенского, кыновского и кизеловского горизонтов. Визейский ярус подразделяется на два подъяруса. Нижний подъярус в составе радаевского и бобриковского горизонтов сложен терригенными породами. Верхневизейские отложения представлены известняками, иногда доломитизированными, и доломитами.

Среднекаменноугольные отложения на рассматриваемой территории подразделяются на два яруса башкирский и московский. Башкирский ярус представлен органогенными известняками с прослоями конгломерато-брекчий. Московский ярус сложен органогенно-детритовыми известняками

Терригенно-карбонатные отложения верхнего палеозоя перекрыты сплошным маломощным чехлом делювиальных, делювиально-элювиальных и элювиальных отложений четвертичной системы [3].

Геологическое строение территории обусловлено приуроченностью ее к складчатой области с характерными меридионально вытянутыми тектоническими структурами и комплексами пород. Наличие антиклинальной структуры способствовало проявлению в ее центральной части более древних пород (D_3), чем по периферийным участкам (C_1). Полезная толща месторождения приурочена к отложениям франского и фаменского ярусов верхнего девона. Зоны тектонических нарушений (надвиги) также вытянуты в меридиональном направлении. В тектонически ослабленных зонах породы характеризуются большей степенью раздробленности, трещиноватости, которые приводят к повышению водопроницаемости и водообильности пород этих зон.

Зона Среднего Урала во франский век девонского периода представляла собой широкую область накопления преимущественно мелководных шельфовых осадков. Отмечаются как кратковременные регрессии и размывы, так и возникновение относительно глубоководных прогибов. Позднедевонской эпохе геологического развития предшествовал региональный подъем территории с формированием мощной коры выветривания. Раннефранский этап франского века этой эпохи ознаменовался сравнительно более широкой трансгрессией морского бассейна. Среднефранский этап ознаменовался усилением трансгрессии моря, углублением саргаевского осадочного бассейна и затоплением оставшихся участков суши.

Позднефранский этап развития характеризуется существенной перестройкой структурного плана территории Пермского края. Северная часть Казанско-Кажимского авлакогена компенсировалась в основном терригенными осадками, иногда перемежавшимися с относительно глубоководными битуминозными отложениями. В результате неоднократного обмеления моря многие рифы появлялись над поверхностью воды, подвергались денудации, карстообразованию с возникновением значительных пустотных участков, а на их склонах формировались конгломерато-брекчии. В образовании рифов наиболее значительную роль сыграли строматолиты и амфипоры. Битуминозные сланцы, формировавшиеся в некомпенсированных впадинах, в дальнейшем вошли в состав основных нефтегазоматеринских толщ [4].

Физико-географические условия Чаньвинского месторождения, геологические особенности строения данной территории и история его геологического развития определили присутствие отрицательных факторов, осложняющих разработку месторождения. Прежде всего, это значительное развитие в составе продуктивной толщи глинистых

образований. Подавляющая часть глинистого материала на месторождении сосредоточена в рыхлых делювиально-элювиальных отложениях и карстовых воронках. Этот материал довольно широко распространен и внутри массива известняков, имея четкую генетическую связь с их трещиноватостью.

Литература

1. Шкляев В.А., Шкляева Л.С. Статистические характеристики устойчивого снежного покрова в Пермском крае // Географический вестник №4 (15), 2010. С. 68-74.
2. Геология СССР. XII том. Геологическое описание. Книга 1. Пермская, Свердловская, Челябинская, Курганская области. М.: Недра, 1969.
3. Отчет о переоценке и пересчете запасов Костанокского участка Чаньвинского месторождения известняков // ОАО «Пермгеолнатур». Пермь, 2009.
4. СНиП 23-01-99. Строительная климатология.

**ФРАНСКАЯ ФАЗА РИФООБРАЗОВАНИЯ НА
ТЕРРИТОРИИ ПЕРМСКОГО КРАЯ**

Д.А. Запольских

*Пермский государственный национальный исследовательский
университет, студент 3 курса, zapolskindenis@gmail.com*

Научный руководитель: старший преподаватель Г.Ю. Пономарёва

Аннотация: статья посвящена франской фазе рифообразования в Пермском крае – рассмотрены предпосылки, геологическая обстановка, виды сформированных органогенных построек и их особенности.

Ключевые слова: органогенные постройки, франская фаза.

**FRASNIAN PHASE OF THE REEF FORMATION
IN THE PERM REGION**

D.A. Zapolskikh

Perm State University, 3^d year Student, zapolskindenis@gmail.com

Research Supervisor: Senior Lecturer G.Y. Ponomaryova

Abstract: *article is devoted to Frasnian phase of the reef formation in the Perm region – preconditions, geological situation, species of formed organogenic constructions and their features considered.*

Key words: *organogenic constructions, frasnian phase.*

Франская фаза – выделенная совместно с нижнедевонской – одна из двух фаз девонского рифообразования на Урале [4]. Наступление франской фазы или «вторая генерация» органогенных построек на Урале связана с тектоно-магматической активизацией востока Восточно-Европейской платформы, или Волго-Уральской нефтегазоносной области [3].

В начале франского века на этой территории возникла Камско-Кинельская система сводов и впадин с разным фациальным седиментогенезом [3]. В это же время на данной территории располагалась Волго-Камская мозаичная карбонатная платформа (КП), представлявшая собой совокупность долгоживущих тектонических структур – субмеридиональных грабенов и горстов шириной 30-50 км [2]. С течением времени субмеридиональная ориентация поднятий и опусканий была изменена на разнообразную, что было связано с процессами расширения субстрата.

Субстрат платформы был подготовлен пашийской и предпашийской денудацией, и последующие морские отложения ложились в основном на выровненную поверхность, резко увеличиваясь в мощности в грабенах. Восток платформы представлял собой пассивную континентальную окраину. Платформа представляла собой полифациальный комплекс с неизменными границами в течение всего девона. В конце франского века произошло понижение моря и последующее обеднение биоты на границе франа и фамена [2].

Горсты представляли собой крупные субовальные вытянутые плоские структуры, на которых накапливались мелководные слоистые известняки, доломиты, мергели и конгломераты общей мощностью от до 1 километра, и формировались органогенные постройки [2].

Горсты разделялись грабенами – протяженными рукавообразными депрессиями, заполненными доманикитами мощностью от 200 до 300 метров – сильно-битуминозными маломощными тонкослоистыми темно-серыми и черными аргиллитами, глинистыми известняками и кремнями, содержащими характерный глубоководный комплекс органических остатков – пелеципод, замковых брахиопод и головоногих моллюсков [1,2].

Карбонатная платформа была сформирована в результате седиментогенеза в условиях масштабного тектонического растяжения, сопровождавшегося стабильным, но медленным погружением.

На платформе была расположена серия крупных линейных рифовых систем, сформированная в результате масштабных движений на каледонском этапе. С течением времени древние рифовые

постройки замещались более молодыми генерациями в западном направлении.

Для органогенных построек в данном регионе прослеживается следующая закономерность – те постройки, которые расположены на восточной окраине Русской платформы – представляют собой лучше сохранившиеся и более масштабные постройки чем те, что расположены к востоку от нее [5].

Наиболее благоприятные условия для развития рифовых массивов, площадь которых могла достигать сотен квадратных километров, возникали вдоль краевых частей мелководных шельфов, в пределах которых широко развиты биогермы – массивные ископаемые органогенные постройки, возвышающиеся над прилегающими синхронными отложениями иного литологического состава, и биостромы – линзообразные тела, мощность которых почти равна мощности прилегающих синхронных слоев, сложенные светлыми слоистыми ритмичными карбонатами, богатыми остатками организмов, принимавших участие в их формировании – строматопоратами, известковыми красными и зелеными водорослями, кораллами – табулятами и ругозами, а также разнообразными организмами – «фистулеллами». Чаще всего во фране встречаются так называемые «коралловые поля» или «коралловые луга» мощностью в десятки метров, образованные амфипорами, строматопоратами, четырехлучевыми кораллами известковыми водорослями. Также заметным явлением были постройки, классифицируемые, как «древние атоллы», окружающие по краям верхнефранские своды Волго-Уральской области. В отличие от коралловых лугов такие рифогенные постройки имели большую мощность – до 200-500 м и богатое разнообразие рифостроителей, в состав которых входили фораминиферы, кораллы, известковые водоросли, строматопораты, а также брахиоподы, мшанки, морские лилии и трилобиты. В конце франского века появились также редкие иловые холмы представляющие собой бескаркасные карбонатные тела, сложенные зернистыми известняками, представляющие собой массив или линзу, которые формировались на границах с глубоководными желобами, где темноцветные тонкослоистые глинистые известняки чередовались с аналогичными по цвету аргиллитами и кремнями. Мощность одновозрастных отложений в соседствующих с рифогенным поднятием прогибах в несколько, обычно до 10, раз уступает мощностям рифогенных образований. Такие постройки прекратили свое существование на границе франского и фаменского ярусов [4,6,7].

Франская фаза рифообразования – интересный период в развитии рифового комплекса на территории Пермского края. В это время были сформированы различные виды построек – коралловые поля и древние атоллы, в образовании которых принимало множество организмов.

Литература

1. Кирюхина Т.А., Фаддеева Н.П., Ступакова А.В. и др. Доманиковые отложения Тимано-Печорского и Волго-Уральского бассейнов // Геология нефти и газа, № 3. М: Изд-во МГУ, 2013. С. 76-87.
2. Чувашов Б.И. Палеозойские карбонатные платформы Уральского подвижного пояса и его обрамления (позднедевонские и раннекарбонатные платформы) // Осадочные бассейны Урала и прилегающих регионов: закономерности строения и минерагения. Екатеринбург, 2000. С. 68-86.
3. Чувашов Б.И. Рифовые системы Уральского подвижного пояса и эволюция рифообразующих биот // Рифогенные формации и рифы в эволюции биосферы. М: ПИН РАН, 2011. С. 71-115.
4. Чувашов Б.И., Сенников Н.В., Анфимов А.Л. и др. Девонские рифогенные образования Урала и смежных территорий Восточно-Европейской платформы и западной Сибири // Литосфера, № 4. Екатеринбург: УрО РАН, 2015. С. 43-61.
5. Шуйский В.П., Чувашов Б.И. Схема распространения органогенных построек в палеозое Урала // Ежегодник ИГГ УрО РАН. Екатеринбург: УрО РАН, 1996. С. 34-37.
6. Юнусов М.А. Палеозойские бассейны востока Русской плиты: общие закономерности образования и осадконакопления // Доклады 4 регионального Уральского литологического совещания. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2000. С. 170-173.
7. Янин Б.Т. Терминологический словарь по палеонтологии (палеоихнология, палеоэкология, тафономия). М: Изд-во МГУ, 1990. С. 21, 26.

НАХОДКИ ОСТРАКОД В ВОСТОЧНО-ЧЕРНОМОРСКОЙ ВПАДИНЕ

А.С. Кодаш

*Кубанский государственный университет,
магистрант 1 курса, anna_kodash@mail.ru*

Научный руководитель: к.г.-м.н., доцент Т. Н. Пинчук

Аннотация: целью работы являлось микропалеонтологическое изучение глубоководных отложений Восточно-Черноморской впадины. Изменение комплексов остракод позволяет провести анализ изменения голоценовых отложений в абиссальной части Черного моря.

Ключевые слова: микропалеонтологический анализ, комплексы остракод, Черное море.

FINDS OSTRACODS IN EASTERN BLACK SEA DEPRESSION

A.S. Kodash

Kuban State University,

1st year Master's Degree Student, anna_kodash@mail.ru

Research Supervisor: Candidate of Geology and Mineralogy, Reader

T.N. Pinchuk

Abstract: *the intention of the work was to study the microfossils in deep-sea sediments of the East Black Sea depression. Ostracod complexes changes allows analysis of variation Holocene sediments in abyssal part of the Black Sea.*

Key words: *micropaleontological analysis, ostracod complexes, Black Sea.*

Материалом служили образцы из донных проб абиссальной части Черного моря и подводного каньона р. Мзымта. Диапазон глубин при отборе проб составлял от 700 м до 2150 м. Отбор проводился драгированием и трубками на глубину до 350 см, интервалы отбора образцов на исследования производились через 10 см. Поднятые породы представлены илстыми глинами с редкими брекчиевидными обломками осадочных образований.

При исследовании 302 проб найдены многочисленные палеонтологические остатки, представленные раковинами остракод и фораминифер от палеогена до голоцена.

Микрофаунистические исследования глубоководных донных проб, позволяют выявить изменения палеогеографических обстановок по смене комплексов остракод.

В процессе захоронения и фоссилизации ископаемое сообщество, связанное функционально при жизни, претерпевает изменение. Закономерность распределения бентосных остракод довольно сложна, и она определяется влиянием многих факторов. К числу основных особенностей размещения сообществ в шельфовой части моря можно отнести возрастание с глубиной численности остракод, увеличение числа видов и видового разнообразия по направлению от берега. Максимальные значения приурочены к внешнему шельфу, с которого в периоды максимальных трансгрессивно-регрессивных этапов, происходил активный снос бентосных микроорганизмов в абиссальную часть Черного моря. Второй фактор находок бентосных ископаемых, снос их в каньон р. Мзымты постоянным потоком, с увеличением скорости в максимумы регрессий и трансгрессий.

При изучении донных проб, выяснилось, что вся найденная микрофауна стратиграфически представлена комплексом остракод,

характеризующим четвертичные отложения Черного моря, по которым можно провести сопоставление комплексов остракод согласно стратиграфической шкале четвертичных отложений (табл.1), и связана с трансгрессивно-регрессивными циклами осадконакопления [6].

Новозвксинское время соответствует регрессии, когда Черноморская впадина была озером, и что подтверждают, найденные в глубоководной части моря, раковины олигогалинных и голэвригалинных видов остракод: *Candona sp. A.sensu* (Stancheva, 1969), *Caspiella acronasuta* (Livental, 1956), *Pontoniella acuminata* (Zalany, 1929), *Bakunella dorsoarcuata* (Zalany, 1929), *Paraeucypris tota* (Schneider, 1957), *Amnicythère relicta* (Schornikov, 1966), *Loxocaspia lepida* (Stepanaitys, 1962), *L sublepid*a (Syancheva, 1989),

В послеледниковое время в Черном море выделены два этапа: древнечерноморский – связанный с начальной фазой осолонения моря и заселения его средиземноморскими организмами, и новочерноморский – связанный с наибольшей трансгрессией и термическим максимумом голоцена. Состав фауны указывает на то, что соленость моря в максимум новочерноморской трансгрессии превосходила современную.

В древнечерноморской стадии преобладали каспийские эвригалинные остракоды, распространенные среди средиземноморских пришельцев, сопровождавшиеся постепенным изменением состава комплекса остракод [4,5].

Из древнечерноморских отложений в глубоководной части моря были встречены остракоды, относящиеся только к витязевским слоям с обедненным комплексом остракод: *Candona sp. A. sensu* (Stancheva, 1969), *Caspiolla acronasuta* (Livental, 1956), *Amnicythère postbissinuata cf.* (Negadaev, 1955), *Loxocaspia lepida* (Stepanaitys, 1962).

Таблица 1

Стратиграфическая шкала четвертичных отложений по Черному морю
(Федоров, 1974, Китовани, 1978, Янко, 1990, Чепалыга, 1997)

Общая стратиграфическая шкала				Черное море		
Система	Отдел, ярус	Зона	Раздел			
Четвертичная	Голоцен			Черно-морские	Новочерно-морские	современные
						корсуньские
						нимфейские
						фанагорийские
						джеметинские
						каламитские
						понтийские

Окончание таблицы

					Древне- черно- морские	ВИТЯЗЕВСКИЕ
						КОЛХИДСКИЕ
						БУГАЗСКИЕ
	Плейстоцен	Верхняя	Валдай- ский	Новоэвксинские		
				Послекарангатские		
					Карангат	

Из новочерноморских отложений в глубоководье были встречены раковины остракод, характеризующие каламитские, джеметинские, фанагорийские и нимфейские слои.

Каламитскому времени соответствует комплекс остракод: *Candona combiba* (Livental), *Pontoniella acuminata* (Zalany, 1929), *Carinocythereis rubra* (Müller), *Amnicythere gracilloides* (Schornikov, 1964), *A. striatocostata* (Schweyer, 1949), *Loxocconcha granulata* (Sars).

Джеметинский комплекс остракод представлен: *Candona* sp. *A.sensu* (Stancheva, 1969), *Caspiolla acronasuta* (Livental, 1929), *Bakunella dorsoarcuata* (Zalany, 1929), *Carinocythereis rubra* (Müller), *Cytherura gibba* (Muller, 1785), *Amnicythere relict*a (Schornikov, 1966), *A. postbissinuata* (Negadaev, 1955), *Loxocaspia lepida* (Stepanaitys, 1962).

Для фанагорийских слоев характерны: *Caspiella acronasuta* (Livental, 1956), *Cyprideis torosa* (Jones. 1850), *Amnicythere relict*a (Schornikov, 1964), *Loxocaspia lepida* (Stepanaitys, 1962).

В нимфейских слоях встречен комплекс остракод: *Caspiella acronasuta* (Livental, 1956), *Pontoniella acuminata* (Zalany, 1929), *Bakunella dorsoarcuata* (Zalany, 1929), *Amnicythere relict*a (Schornikov, 1964), *Xestoleberis cornelii* (Caraion), *Loxocaspia lepida* (Stepanaitys, 1962) [1,2,3,7].

В новочерноморскую стадию формируется собственно черноморская фауна остракод, большей частью близка к карангатскому комплексу, постепенно сокращаются каспийские представители остракод и появляются средиземноморские.

Таким образом, изменение видового состава комплексов найденных не только в шельфовой зоне, но и в глубоководной части бассейна, позволяет судить об изменении Черноморского бассейна на протяжении голоценового времени. Следует отметить, что на таких глубинах остатки микрофауны являются привнесенными и имеет место снос с шельфа и материкового склона. Поэтому по видовому составу комплексов судить о фациальной зависимости трудно. Тем не

менее, изменение комплексов остракод, прослеженное в работе, позволяет провести анализ изменения голоценовых отложений в абиссальной части Черного моря по комплексам остракод.

Литература

1. Бурындина Л.В., Бондарь Е.А. Комплексы остракод глубоководных донных проб Черного моря // Тез.морской школы. М, 2003.
2. Николаева И.А. Практическое руководство по микрофауне СССР. Остракоды кайнозоя // Мин. геол. СССР. Л: «Недра», 1989. 235 с.
3. Пинчук Т.Н., Бурындина Л.В., Кодаш А.С. Сопоставление микрофауны голоцена Черного и Азовского морей // Сборник радова XVI конгресса геолога Србије, Доњи Милановац. Част «Стратиграфија, палеонтологија и тектоника 41-224». Београд, 2014. С. 222-224.
4. Шорников Е.И. Подкласс острада или ракушечные раки. В кн. Определитель фауны Черного и Азовского морей. Киев, 1969. С. 163-260.
5. Шорников Е.И. К изучению Ostracoda Азовского и Черного морей // Бентос, «Биология моря». Киев: Наукова думка. С. 103-120.
6. Янко В.В., Грамова Л.В. Стратиграфия четвертичных отложений Кавказского шельфа и континентального слона Черного моря // Советская геология, 1990. С. 60-72.
7. Pinchuk T.N., Bondar E.A., Kodash A.S., Sheykov A.A. Micropaleontological data from the northeastern abyssal part of the Black Sea (the Russian sector) // Proceedings of the Second Plenary Conference IGCP 610 «From the Caspian to Mediterranean: Environmental Change and Human Response during the Quaternary». Baku, 2014. С. 105-106.

ПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ С ПОМОЩЬЮ РЕНТГЕНОВСКОЙ ТОМОГРАФИИ

А.А. Кочнев

Пермский национальный исследовательский политехнический университет, студент 4 курса, sashakoch1@rambler.ru

Научный руководитель: к.т.н., доцент С.Н. Кривошеков

Аннотация: *проведены исследования палеонтологических объектов с помощью метода рентгеновской томографии. Найдены и изучены фоссилии в реальных образцах керна, а также исследованы музейные экспонаты коралловых рифов. Исследования дают возможность детально смоделировать объект, посчитать его размеры и проанализировать внутреннее строение, не разрушая образец.*

Ключевые слова: *палеонтология, табулята, гастропода, томография.*

PALEONTOLOGICAL STUDIES USING X-RAY TOMOGRAPHY

A.A. Kochnev

*State National Research Polytechnic University of Perm,
4th year Student, sashakoch1@rambler.ru*

Research Supervisor: Candidate of Technical Sciences, Reader
S.N. Krivoshekov

Abstract: *conducted research of paleontological objects using x-ray tomography. Found and studied fossils in real samples, and also studied Museum exhibits coral reefs. Research provides the opportunity to simulate the object, calculate its dimensions and to analyze the internal structure without destroying the sample.*

Key words: *paleontology, tabulate, gastropods, tomography.*

Прогресс не стоит на месте и научно-технические инновации приходят на помощь исследователям, с целью повышения точности исследования, улучшения качества исследований. Метод рентгеновской томографии при изучении горных пород, новый и достаточно перспективный, появился и в нашем университете. В последнее десятилетие рентгеновская томография стала широко использоваться в различных областях геологии – от изучения магматических пород до исследования палеонтологических объектов.

Рентгеновское излучение – электромагнитные волны, энергия квантов которых лежит на энергетической шкале между ультрафиолетовым излучением и гамма-излучением, что соответствует длинам волн от 10^{-14} до 10^{-8} м. Рентгеновские лучи с длиной волны 0,05–2 Å (Ангстрем) получили наиболее широкое применение на практике, и используются при просвечивании образцов горных пород для изучения их минерального скелета и пористого пространства.

Рентгеновская томография все чаще используется в палеонтологии в качестве неразрушающего метода. Палеонтологические объекты для рентгеновской томографии очень перспективны для изучения, поскольку обладают высокой плотностью и минерализованы. Первое микротомографическое исследование ископаемых объектов было выполнено Е.Н. Курочкиным в соавторстве с коллегами из России и Бельгии в Университете Антверпена на микротомографе Skyscan 1172 [1]. Первые опубликованные тезисы исследований были посвящены изучению на рентгеновском микротомографе внутреннего строения современных и ископаемых брахиопод и раннепалеозойских иглокожих класса Coronata [2]. Для

палеонтологических исследований важна контрастность таких минералов как кальцит, арагонит, кварц, апатит, пирит, сидерит, гетит, поскольку именно эти минералы чаще всего входят в основной состав скелетов животных и растительных остатков или замещают исходные минералы в результате фоссилизации. Важное значение для микротомографии имеет плотность структур объекта. За счет разницы в плотности может быть достигнута контрастность даже объектов имеющих одинаковый или сходный элементный состав. Поскольку некоторые следы жизнедеятельности представлены пустотами, их можно успешно изучать с помощью микротомографии. Особенно это касается сверлений [3]. Разрешающая способность микротомографов позволяет изучать строение различных микрообъектов. Проблема заключается не в возможности исследования данных объектов с помощью микротомографии, а в умении их идентифицировать в осадочных породах, что особенно важно для добычи полезных ископаемых, например, нефти.

Проведенное исследование показало, что микропалеонтологические исследования эффективны при изучении фосфатных органических остатков и фоссилий, подвергшихся замещению сульфидами в карбонатно-кремнистых породах. Были обнаружены остатки раковины гастропод (рис.1).

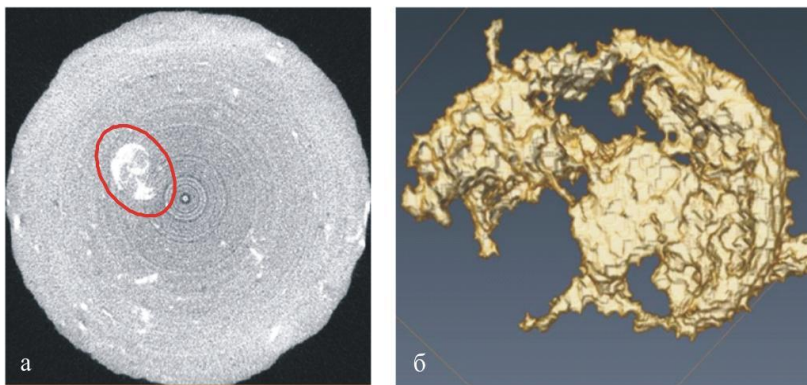


Рис. 1. а – раковина в поперечном срезе; б – 3D-изображение раковины

Продолжив исследования в палеонтологии, мы решили попробовать проанализировать с помощью томографии табулятный коралл. Результат – размеры образца 20,75 мм на 18,6 мм на 13,52 мм, и 3D модель, и возможность не разрушая образец исследовать его

внутреннюю структуру. Не были диагностированы септы, а были найдены стенки, днища и перемычки (рис.2).

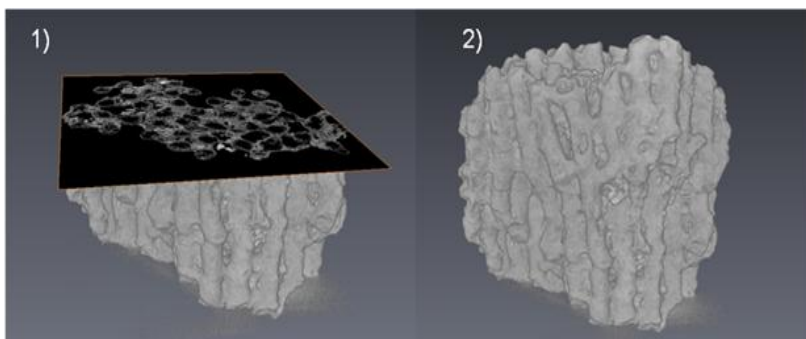


Рис. 2. 3D модель табулятного коралла: 1) 3D-вид с поперечным томографическим срезом; 2) 3D-вид всего коралла

С помощью томографов могут изучаться не только различные свойства образца: пористость, объемная плотность, плотность матрицы, нефте- и водонасыщенность, литология, распределение пор по размерам, вязкость, влажность, диффузионный коэффициент, зоны разрушения, степень проникновения бурового раствора, сжимаемость и др., но ещё и фоссилии. Мы можем полностью визуализировать в 2D и 3D изображении остатки живых организмов, ходы червей илледов, остатки жизнедеятельности бентосных форм.

Основные плюсы метода:

1. Исследования без разрушения образца;
2. Сокращение сроков исследования;
3. Снижение технологических и финансовых рисков;
4. Возможность проведения многовариантных численных экспериментов на одном образце;
5. Наглядность и численные значения результатов.

Основные минусы:

1. Возможны погрешности при расчете объёмов;
2. Недостаточная изученность метода;
3. При увеличении размера образца, ухудшается качество и возникают сложности при детальном анализе.

Метод широко используется в различных странах и позволяет нам оставаться конкурентно способными в мире геологических исследований.

Литература

1. Еременко Н.М., Муравьева Ю.А. Применение методов рентгеновской микрофотографии для определения пористости в керне скважин // Нефтегазовая геология. Теория и практика. 2012.
2. Жуковская Е.А., Лопушняк Ю.М. Использование рентгеновской томографии при исследовании терригенных и карбонатных коллекторов // Геология и геофизика. 2008. С. 24-31.
3. Журавлев А.В., Вевель Я.А. Возможности использования вычислительной микрофотографии в микропалеонтологических и литологических исследованиях // Нефтегазовая геология. Теория и практика. 2012.

СТРОЕНИЕ И УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ДЮННОГО МАССИВА – ТУКУЛАН МАХАТТА (ЦЕНТРАЛЬНАЯ ЯКУТИЯ)

М.Р. Павлова, А.А. Галанин

***Институт мерзлотоведения им. П.И. Мельникова СО РАН,
молодой ученый, nigaer@yandex.ru***

Научный руководитель: д.г.н., главный научный сотрудник
А.А. Галанин

Аннотация: на основе текстурного и гранулометрического анализов исследована серия разрезов, заложенных в пределах дюнного массива – тукулан Махатта (Центральная Якутия). Выделены фациальные типы отложений и дана их характеристика.

Ключевые слова: тукулан, отложения, текстура, гранулометрия, фации.

STRUCTURE AND CONDITIONS OF FORMATION OF THE DUNE MASSIF – TUKULAN MAHATTA (CENTRAL YAKUTIA)

M.R. Pavlova, A.A. Galanin

***Melnikov Institute of Permafrostology of the Siberian Branch of the
Russian Academy of Science, Young Researcher, nigaer@yandex.ru***
Research Supervisor: Doctor of Geography, Chief Researcher A.A. Galanin

Abstract: the series of profiles was investigated within of the dune massif – tukulan Mahatta (Central Yakutia) on the basis of textural and particle size analyses. The facies types of deposits allocated and their characteristic is given.

Key words: tukulan, deposits, texture, particle-size, facies.

Вопрос о строении, возрасте и генезисе образования древних дюнных массивов Центральной Якутии, называемые в данном регионе тукуланы, интересуют исследователей с конца XIX века. К настоящему времени сложилось несколько теорий:

1) Аллювиальная теория (С.С. Кузнецов, А.А. Григорьев, Т.А. Работнов, Н.Л. Благовидов, П.Д. Павлов и др.). Согласно ей тукуланы – типично аллювиальные отложения. Существует также еще два мнения о том, что тукуланы – продукт перевеивания первично аллювиальных отложений, либо остатки аллювиальных наносов древних рек (ПраВилюя, ПраЛены и др.) [2,4,6].

2) Эоловая теория (М.Н. Алексеев, В.В. Колпаков, И.Г. Авенариус и др.). Тукуланы представляют собой самостоятельные генетические образования плейстоценовой возраста и эоловой природы, накопленные в результате ветрового переноса песчаного материала сильными ветрами [1,4].

3) Ледниково-эоловая теория (Г.Ф. Лунгерсгаузен). Тукуланы – это реликты эпохи максимального оледенения [4].

4) Криоаридная теория (А.И. Медянцев, А.В. Галанин, А.А. Галанин и др.). Концепция, в которой тукуланы, «ледовый комплекс», ветрогранники и кигилляхи являются родственными фациями и представляют собой единую криоаридную формацию «Четвертичной криопустыни Северо-Восточной Азии» [3,7].

Несмотря на большое количество работ о строении и генезисе тукуланов, вопрос об их образования остается открытым. Данная работа является начальным этапом в решении этого вопроса с применением комплекса палеогеографических методов: литолого-фациальных (гранулометрический, минералогический и др.), палинологический и радиоуглеродный.

Для установления обстановки осадконакопления в 2015 г. нами было заложена серия разрезов в пределах одного из типологического дюнного комплекса – тукулан Махатта, располагающийся в 10 км юго-западном направлении от п. Кысыл-Сыр, на левобережье р. Виллюй, Центральная Якутия. Было выполнено их подробное описание и опробирование.

К настоящему времени для отобранных песчаных образцов выполнен гранулометрический анализ ситовым методом. Полученные данные были обработаны с применением метода кумулятивных кривых и статистического анализа по Р. Фолку. Посчитаны следующие показатели: средний размер (x), коэффициент сортировки (σ), асимметрия (α), эксцесс (τ), мода (Mo) [5,8].

Общий характер отложений, слагающий тело тукулана Махатта, имеет следующий вид: в основании залегает аллювиальная пачка (от 2 до 7 м), представляющая собой чередование русловой и пойменной фаций, далее болотная фация, представленная торфом. Венчает разрезы перекрестно-слоистые пески мощностью от 1 до 5 м.

На основе анализа данных по трем разрезам нами было выделено пять основных фаций.

1) Эоловая фация, залегающая в верхней части разрезов, представлена песками светло-желтыми и светло-серыми мелкозернистыми перекрестно-косослоистыми (средневзвешенный размер частиц $x = 0,11-0,15$ мм). Отложения имеют совершенную сортировку ($\sigma = 0,06-0,10$), значение моды (M_o) изменяется от 0,105 до 0,148 мм, что определяет значительный перенос субстрата воздушными потоками путем сальтации. Преимущественное симметричное распределение частиц – коэффициент асимметрии (α) изменяет от $-0,09$ до $0,14$. Значения эксцесса (τ) $0,69-1,41$ указывают на очень подвижный характер аккумуляции, обусловленный внешней (климатической) составляющей.

2) Русловая фация представлена песками красно-коричневыми, охристыми мелко-, средне и крупнозернистыми ($x = 0,13-0,25$ мм и $0,63-0,95$ мм) косослоистые. Сортировка изменяется от очень хорошей ($\sigma = 0,10-0,20$) до средней ($0,36-0,61$). Асимметрия в сторону мелких фракций ($\alpha = 0,24-0,44$). Коэффициент эксцесса (τ) равен $1,09-1,47$. Значение моды изменяется от $0,112-0,215$ до $0,591-1,003$. Данные свидетельствует о том, что пески формировались при умеренном турбулентном однонаправленном потоке, где частицы, в основном, перемещались путем сальтации.

3) Пойменная фация представлена светло-серыми, светло-желтыми, оранжево-желтыми и охристыми пылеватыми и мелкозернистыми песками ($x = 0,04-0,22$ мм), супесями легкими пылеватыми и тяжелыми пылеватыми горизонтально-слоистыми, иногда неявнослоистые, с включениями остатков растительности и прослоями органического детрита. Местами признаки ожелезнения. Отложения очень хорошо отсортированы ($\sigma = 0,06-0,21$). Асимметрия смещена в сторону мелких фракций ($0,16-0,99$). Значения эксцесса (τ) $0,69-1,34$, но преобладает в основном пологовершинное и средне-пологовершинное распределение (большая часть значений лежит в интервале $0,67-0,9$ и $0,9-1,11$). Мода изменяется от $0,001$ до $0,186$.

4) Болотная фация представлена торфом темно-коричневым и светло-коричневым хорошо спрессованным, плохо разложившимся. Мощность торфа варьируется от $0,10-0,15$ до $0,5-0,7$ м. Она залегает

поверх пойменной фации и возможно его образование связано с грунтовыми водами (таликовыми, подземными) и тип болота был низинный.

Современные процессы (деятельность ручья, разгрузка подземных межмерзлотных источников на дневную поверхность, таяние небольших наледей, осыпание склонов) наложили свой отпечаток на формирование у основания тукулана специфичной фации, которую условно можно назвать пролювиальной.

5) Пролувиальная фация представлена песками светло-серыми заиленными пылеватыми и мелкозернистыми ($x = 0,09-0,11$ мм) бесструктурными с включениями растительных остатков. Отложения отличаются очень хорошей сортировкой ($\sigma = 0,07-0,15$). Асимметрия в сторону мелких фракций ($0,10-0,91$). Пологовершинное распределение ($\tau = 0,70-0,76$). Мода лежит в пределах от 0,016 до 0,104.

На основе анализа полученных данных можно заключить, что дюнный массив – тукулан Махатта представляет собой сложное геологическое тело с пятичленным строением, характеризующим деятельность реки, болота, эоловых и современных процессов.

Исследования проведены при поддержке гранта РФФИ-РС(Я) № 15-45-05129 р_восток а, гранта Главы Республики Саха (Якутия) для молодых ученых, специалистов и студентов на 2016 год.

Литература

1. *Алексеев М.Н.* Стратиграфия континентальных неогеновых и четвертичных отложений Вилюйской впадины и долине нижнего течения реки Лены. М.: АН СССР, 1961. 120 с.
2. *Благовидов Н.Л.* Четвертичные отложения, климат и почвы бассейна реки Тюнг (Якутская АССР). М.: АН СССР, 1935. 128 с.
3. *Галанин А.А.* Возраст последнего ледникового максимума на северо-востоке Азии // Криосфера Земли, 2012. С. 39-52.
4. *Григорьев К.Д., Павлов П.Д.* О происхождении эоловых песков (тукуланов) Центральной Якутии // Природа и хозяйство Сибири. Якутск, 1977. С. 53-54.
5. *Гроссгейм В.А., Бескровная О.В., Геращенко И.Л и др.* Методы палеогеографических реконструкций (при поисках залежей нефти и газа). Л.: Недра, 1984. 271 с.
6. *Кузнецов С.С.* Река Тюнг и ее левобережье (геологических очерк) // Материалы комиссии по изучению Якутской автономной советской социалистической республики. Л., 1929. 79 с.
7. *Медянцев А.И.* Ветрограницы в четвертичных отложениях в низовьях реки Лены // Бюллетень комиссии по изучению четвертичного периода АН СССР. Якутск, 1961. С. 146-151.
8. *Folk R. L.* Petrology of sedimentary rocks. Texas: Hemphill Publishing Company Austin, 1980. 184 с.

ИЗУЧЕНИЕ ВЕЩЕСТВЕННОГО СОСТАВА РАННЕМЕЛОВЫХ АНОКСИЙНЫХ ГОРИЗОНТОВ МЕТОДАМИ РЕНТГЕНОСТРУКТУРНОГО И ЭЛЕКТРОННО-МИКРОСКОПИЧЕСКОГО АНАЛИЗОВ

О.В. Павлова

*Казанский федеральный университет,
магистрант 2 года обучения, muza.izh@rambler.ru*
Научный руководитель: д.г.-м.н., доцент С.О. Зорина

Аннотация: представлены результаты рентгеноструктурных, электронно-микроскопических и микрозондовых исследований глинисто-алевритовых и битуминозных пород раннего мела востока Русской плиты и Среднего Каспия. Сделаны выводы о сероводородном заражении морского бассейна при накоплении аноксических горизонтов OAE-1a и OAE-1b.

Ключевые слова: аноксические события, пирит, фрамбонды, битуминозные сланцы.

MINERAL COMPOSITION OF THE EARLY CRETACEOUS ANOXIC STRATA IDENTIFIED BY X-RAY DIFFRACTION AND ELECTRON MICROSCOPIC ANALYZES

O.V. Pavlova

*Kazan Federal University,
2nd year Master's Degree Student, muza.izh@rambler.ru*
Research Supervisor: Doctor of Geology and Mineralogy, Reader
S.O. Zorina

Abstract: the results of XRD, scanning electron microscopic, and microprobe analyzes of the lower Cretaceous clays, siltstones and bituminous shales from the eastern Russian Platform and Middle Caspian are presented. It is concluded that euxinia has been a dominant process during the OAE-1a and OAE-1b episodes.

Key words: anoxic events, pyrite, framboids, bituminous shales.

Как известно, на меловой период приходится время очень теплого климата, когда на полюсах Земли отсутствовали ледяные шапки. В океанах происходили гигантские подводные излияния базальтов, животный и растительный мир стремительно изменялся, и продуктивность биоты была весьма высокой. Любопытными явлениями, характерными для этих условий, были меловые океанские аноксические события (OAE - Oceanic Anoxic Event) – короткие (менее 1 млн. лет), но глобальные эпизоды дефицита кислорода в морях и океанах [6].

В настоящее время считается, что причиной ОАЕ является активизация гигантских магматических провинций [5] и активизация выбросов газогидратов (метана) [4].

Эти события имели последствия: климатический максимум, наивысший в истории Земли уровень моря и трансгрессии, вызывавшие резкое усиление сноса питательных веществ с суши, стагнация гидродинамического режима бассейнов и стратификация водных масс, прекращение кислородного обмена в бассейне, угнетение биоты, а также появление условий, при которых органическое вещество (ОВ) не растворяется и захороняется в осадке [1,2].

Установлены важнейшие признаки ОАЕ, которые позволяют выявить их в осадочных разрезах: высокое содержание органического углерода; ламинирование слоев вследствие стратификации водной массы, отсутствие биотурбации осадков; угнетение или отсутствие бентосной и планктонной микрофауны; резкий пик падения $\delta^{13}\text{C}$ в основании углеродистых слоев [3].

На базе лабораторий института геологии и нефтегазовых технологий Казанского (Приволжского) федерального университета было проведено изучение вещественного состава высокоуглеродистых горизонтов, ассоциирующихся с раннеаптским анокисческим эпизодом ОАЕ-1a на Русской плите и с раннеальбским ОАЕ-1b в Среднем Каспии. Объектами исследования были выбраны разрез нижнего мела «Старая Задоровка» (восток Русской плиты) и альбская часть разреза скважины «Нурсултан-1» (Средний Каспий).

По всем образцам (10 шт.) выполнены количественный рентгенофазовый анализ (РКФА) и электронно-микроскопический анализ с микрозондом (аналитики А.А. Ескин, Б.М. Галиуллин).

По результатам РКФА, основными минеральными компонентами пород, слагающих раннеальбскую часть разреза скважины Нурсултан-1 (ОАЕ-1b), являются: обломочный кварц (19-33%), слюда (15-33%), хлорит+каолинит (17-31%), альбит (10-17%), микроклин (7-17%). В незначительных количествах присутствуют кальцит (1,5-5,5%), сидерит (до 2%), гиббсит (до 2%), пирит (до 1%).

Исследованные породы следует отнести к глинистым алевролитам, в которых значительную часть минерального состава составляет вулканокластический материал, представленный альбитом. Породы формировались при интенсивном поступлении в бассейн седиментации минералов, входящих в состав кор выветривания – каолинита и гиббсита. Несомненный интерес в составе породы

представляет пирит, являющийся отражением сероводородного заражения бассейна.

Нижнеаптские отложения разреза «Старая Задоровка», подвергнутые РКФА, представлены битуминозными сланцами анокисического горизонта ОАЕ-1а, а также подстилающими и перекрывающими темно-серыми глинами.

В составе битуминозных сланцев преобладающим минеральным компонентом является мусковит (31%); глинистая часть представлена монтмориллонитом, хлоритом и каолинитом (31%). В обломочной части породы, кроме слюды, установлены кварц (14%) и альбит (7%). Обнаружены заметные содержания пирита (до 4%). Фактически данную породу правильнее называть битуминозным слюдисто-глинистым алевролитом [7].

Содержание $S_{\text{орг}}$ в битуминозных сланцах разреза «Старая Задоровка» достигает 7,55%.

Нанопетрографические изображения раннеальбских черных глинистых алевролитов из скважины «Нурсултан-1» и микрозондовый анализ отдельных минеральных компонентов показал, что в основной массе породы развиты мультифрамбоиды (скопления фрамбоидов) пирита. Фрамбоиды, размером 6-7 микрон, представлены как плотно упакованными округлыми образованиями со «спекшимися» пиритовыми октаэдрами (0,7-1 микрон), так и распадающимися на отдельные октаэдры пирита агрегатами.

Электронно-микроскопический анализ нижнеаптских отложений разреза «Старая Задоровка» показал, что битуминозный глинистый алевролит, представляющий глобальный анокисический горизонт ОАЕ-1а, на электронно-микроскопических снимках представлен хлорит-монтмориллонитовой массой с высокоуглеродистыми растительными частицами и единичными пиритовыми фрамбоидами, размером до 10 микрон.

Известняк, слагающий пластовую конкрецию в составе анокисического горизонта, представлен преимущественно обломками кокколитофорид с небольшим количеством хлорита и пирита.

Заключение

1. Пиритовые фрамбоиды в черных сланцах указывают на сероводородное заражение водных масс, при котором бентосные и планктонные микроорганизмы, а также планктон не могут существовать. Таким образом, правильнее говорить не об аноксии, а о сероводородном заражении, при котором возникает высокая токсическая концентрация гидросульфидов. Целые фрамбоиды указывают на полное отсутствие кислорода, т.к. органическое

вещество, участвующее в их строении, сохраняется. Распадающиеся фрамбоиды, выявленные в раннеальбских черных алевролитах скважины Нурсултан-1, свидетельствуют о частичном или полном растворении органического вещества внутри фрамбоидов в связи с увеличением насыщения воды кислородом.

2. Раннеальбский аноксический эпизод ОАЕ-1b проявлен в бассейне Среднего Каспия черными рассланцованными глинистыми алевролитами, сформированными в обстановке сероводородного заражения с частичной оксидизацией водной среды.

3. Раннеаптский аноксический эпизод ОАЕ1a на востоке Русской плиты был неоднородным. Об этом свидетельствуют скелеты кокколитофорид из раннеаптской наннопланктонной зоны *Rhagodiscus angustus*, найденные в прослое конкреционных известняков, подстилающихся и перекрывающихся битуминозными сланцами. Застой и сероводородное заражение восстановились так же быстро, как и прекратились. На это указывают битуминозные сланцы, перекрывающие известняки.

Литература

1. Гаврилов Ю.О., Конаевич Л.Ф. О геохимических, биохимических и биотических следствиях эвстатических колебаний // Стратиграфия. Геол. корреляция. 1996. Т. 4. № 4. С. 3-14.
2. Гаврилов Ю.О., Щепетова Е.В., Барабошкин Е.Ю., Щербинина Е.А. Аноксический раннемеловой бассейн Русской плиты: седиментология и геохимия // Литология и полез. ископаемые. 2002. № 4. С. 359-380.
3. Савельев Д.П., Савельева О.Л., Карташева Е.В. Геохимические свидетельства связи мелового аноксического события с вулканизмом в породах Смагинского комплекса п-ова Камчатский мыс. // материалы конференции, посвященной Дню вулканолога, 27-29 марта 2008 г. Петропавловск-Камчатский: ИВИС ДВО РАН, 2008. с. 236-243.
4. Damste. Synchronous negative carbon isotope shifts in marine and terrestrial biomarkers at the onset of the early Aptian oceanic anoxic event 1a // Evidence for the release of ¹³C-depleted carbon into the atmosphere, *Paleoceanography*, 22, PA1210, doi:10.1029/2006PA001341.
5. Erba E., Bartolini A., Larson R.L. Valanginian Weissert oceanic anoxic event // *Geology*. 2004. V. 32. № 2. P. 149-152.
6. Schlanger S.O., Jenkyns H.C., Premoli Silva I. Volcanism and vertical tectonics in the Pacific basin related to global Cretaceous transgressions // *Earth Planetary Science Letters*. – 1981. – Vol. 52. – P. 435-449.
- van Breugel, Y., S. Schouten, H. Tsikos, E. Erba, G. D. Price, and J. S. Sinninghe
7. Zorina S.O. Sea-level and climatic controls on Aptian depositional environments of the Eastern Russian Platform. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 441 (3), 2016. P. 599-609.

ААЛЕН-БАЙОССКИЙ РЕГИОНАЛЬНЫЙ РЕЗЕРВУАР (УРЕНГОЙСКИЙ НГР), СТРОЕНИЕ И КОРРЕЛЯЦИЯ

Е.В. Потапова

*Новосибирский государственный университет,
студент 3 курса, potapochka3006@mail.ru*

Научный руководитель: к.г.-м.н. Нехаев А.Ю.

Аннотация: в статье приведены результаты изучения Аален-байосского регионального резервуара Уренгойского НГР. На основе выполненной детальной корреляции построены два профиля, уточняющие строение резервуара, которое позволяет оценить перспективы нефтегазоносности нижне - и среднеюрских отложений Уренгойского НГР.

Ключевые слова: Аален-байосский, региональный резервуар, Уренгой.

AALEN-BAJOCIAN REGIONAL RESERVOIR (URENGOYSKAYA NGR), STRUCTURE AND CORRELATION

E.V. Potapova

Novosibirsk State University,

3^d year Student, potapochka3006@mail.ru

Research Supervisor: Candidate of Geology and Mineralogy A.Y. Nehaev

Abstract: the results of the study of Aalen-Bajocian regional Urengoy reservoir OGR. Constructed two profiles, specifying the structure of the reservoir is built on the basis of detailed correlations performed, which allows to evaluate the petroleum potential of the Lower - Middle jurassic and Urengoy OGR.

Key words: Aalen-Bajocian, regional reservoir, Urengoy.

В работе рассмотрено строение аален-байосского регионального резервуара нижней юры и низов средней юры и его составных частей - проницаемого комплекса и флюидоупора на территории Уренгойского нефтегазоносного региона. Данный резервуар залегает между подстилающим его тоарским и перекрывающим батским региональными резервуарами. Изученность данной территории слабая, отложения залегают на больших глубинах. Разрез регионального резервуара построен на основе 20 скважин, простирающихся с севера на юг и с запада на восток. Аален-байосский региональный резервуар сложен песчано-алевритово-глинистыми породами, имеющими циклическое строение. В разрезе распознаются и прослеживаются восемь циклопачек, используемых в качестве основных

стратиграфических подразделений при корреляции разреза (рис.). Отмеченная особенность строения циклически построенных пачек отчетливо выражена в комплексе каротажных диаграмм КС, ПС, ГК, НГК. Корреляция их обычно не вызывает затруднений.

Выполненная детальная корреляция юрских образований по циклическим пачкам по двум корреляционным профилям (пересекающим район исследования с севера на юг и с запада на восток) позволила уточнить строение резервуара, его стратиграфическое положение и индексацию продуктивных песчаных пластов.

Ю р с к а я				Система	
С р е д н и й				Отдел	
Б а й о с с к и й				Ярус	
В ы м с к и й				Горизонт	
Лео н т ь е в с к и й				Региональные резервуары и их составные части: флюидоупоры и проницаемые комплексы	
Т ю м е н с к а я (tm) и е е а н а л о г и					
Средняя					
Нижняя	tm-8		Ю ₅ ^a Ю ₅ ^b Ю ₅		Лео н т ь е в с к и й флюидоупор
	tm-7		Ю ₆ ^a Ю ₆ Ю ₇ ^a		
	tm-6		Ю ₇ Ю ₇ Ю ₈ ^a		В ы м с к и й проницаемый комплекс
	tm-5		Ю ₈ Ю ₉ ^a Ю ₉		
	tm-4		Ю ₉ ^a Ю ₉ Ю ₁₀ ^a		
	tm-3		Ю ₁₀ Ю ₁₀ Ю ₁₁ ^a		
	tm-2		Ю ₁₁ Ю ₁₁ Ю ₁₂		
	tm-1		Ю ₁₂		

Рис. Фрагмент схемы «Резервуары юры севера Западно-Сибирской НГП» (Шемин, 2014)

Общая характеристика резервуара

Разрез резервуара характеризуется упорядоченным чередованием пластов песчаников и алевролитово-глинистых пород. Толщина аален-байосского регионального резервуара в Уренгойском НГР изменяется от 263 до 585 м.

Глубина залегания кровли резервуара варьирует от 3700 до 4500 м. Максимально она погружена в краевых частях рассматриваемой территории (Большехетская мегасинеклиза и Надымская гемисинеклиза). В центральной части (Центрально-Уренгойский мезовал) отмечается относительно постепенное

воздымание структурного плана (3700-3800 м) центральной части резервуара.

В составе аален-байосского резервуара выделяются вымский проницаемый комплекс и перекрывающий его леонтьевский флюидоупор.

Вымский проницаемый комплекс сложен алевролитово-песчано-глинистыми породами нижнетюменской подсвиты и низами среднетюменской подсвит, характеризующимися почти повсеместным распространением в пределах рассматриваемого района. Проницаемый комплекс резервуара характеризуется упорядоченным чередованием песчаников, алевролитов, аргиллитов и углистых пород. В строении вымского комплекса выделяются циклиты разного масштаба, от элементарных, состоящих из слоев и слоистых пород, до крупных, включающих песчаные пласты и пачки алевритово-глинистых пород. В качестве последних на данной территории выделено и прослежено 6 циклически построенных пачек.

Толщина проницаемого комплекса изменяется с севера на юг от 156 до 323 м, с запада на восток изменяется незначительно (296-327 м).

Леонтьевский флюидоупор представлен алевритово-глинистыми отложениями среднетюменской подсвиты. Прослойки алевролитов в разрезе флюидоупора обычно имеют толщины от долей до 1-2 м. Разрез флюидоупора на большей части территории опесчанен. В его средней части выделяется регионально выдержанный пласт Ю₅, залегающий в основании циклопачки tm-8. Толщина флюидоупора варьирует с севера на юг от 107 до 144 м, с запада на восток практически не изменяются (122-153 м). Следовательно, толщина флюидоупора аален-байосского резервуара в пределах исследуемого района изменяется в интервале, свойственном экранам высокого качества.

Данные о строении резервуара, приведенные в этой статье, помогают оценить качество флюидоупора и проницаемого комплекса. Это позволит уточнить перспективы нефтегазоносности юрских отложений Уренгойского НГР.

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. 1832-1845 с.
2. Шемин Г.Г. Региональные резервуары нефти и газа юрских отложений севера Западно-Сибирской провинции / Ин-т нефтегазовой геол. и геоф. им. А.А. Трофимука СО РАН. Издательство СО РАН, 2014. 183-201 с.

ЛИТОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОТЛОЖЕНИЙ И ОБСТАНОВКИ СЕДИМЕНТАЦИИ ТЕРРАСОВОГО КОМПЛЕКСА Р. ДЖИДА В НИЖНЕМ ТЕЧЕНИИ (ЗАПАДНОЕ ЗАБАЙКАЛЬЕ)

Б.-Ц.А. Цыренов¹, В.Л. Коломиец^{1,2}, Р.Ц. Будаев²

¹-Бурятский государственный университет, студент 4 курса,
kolom@gin.bscnet.ru, ²-Геологический институт СО РАН

Научный руководитель: к.г.-м.н., доцент В.Л. Коломиец

Аннотация: террасовый комплекс долины Джиды в нижнем течении представлен надпойменными террасами высотой 10-12 и 22-24 м аллювиального генезиса с добавлением коллювиально-пролювиального материала. В дельте Джиды, на правобережье распространены террасы высотой 10-12 и 18-20 м. Генезис аллювиальный и озерно-аллювиальный.

Ключевые слова: Джиды, террасовый комплекс, генезис отложений.

LITHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF DEPOSITS AND SEDIMENTATION TERRACED COMPLEX SITUATION R. DZHIDA IN THE LOWER REACHES (WESTERN TRANSBAIKALIA)

B.-Ts.A. Tsyrenov¹, V.L. Kolomiets^{1,2}, R.Ts. Budaev²

¹-Buryat State University, 4th year Student, kolom@gin.bscnet.ru

²-Geological Institute SB RAS

Research Supervisor: Candidate of Geology and Mineralogy, Reader
V.L. Kolomiets

Abstract: terraced complex of Dzhida valley in the downstream floodplain terraces represented the height of 10-12 and 22-24 m alluvial genesis with the addition of colluvial-proluvial material. In Dzhida Delta, on the right bank common terrace height of 10-12 and 18-20 m. Their genesis is alluvial and lacustrine-alluvial.

Key words: Dzhida, terraced complex, genesis of deposits.

Долина р. Джиды субширотного простирания имеет протяженность 550-570 км и выработана в межхребтовых понижениях с переменной шириной днища, где расширенные участки чередуются с узкими. Долина с юга ограничена северным макросклоном Джидинского хребта, с севера – южными макросклонами хребтов Хангарул и Малый Хамар-Дабан.

В морфоструктурном отношении бассейн нижнего течения р. Джиды представляет собой Нижне-Джидинский геоморфологический

район, являющийся составной частью Селенгинского среднегорья [2]. Здесь развита система параллельно расположенных горных хребтов (Боргойский, Худжигийн-Нуру, Дабхорские горы) и межгорных впадин (Петропавловская, Желтуринская, Боцинская, Усть-Джидинская). Положительные и отрицательные структуры морфологически довольно четко выражены и ориентированы с юго-запада на северо-восток. Превышения водоразделов хребтов над тальвегами межгорных впадин составляют 200-400 м. Хребты имеют блоковое строение и прорезаны долинами прорыва Джиды и ее притоков – рр. Желтура, Ичетуй, Бургалтай, Гегетуй, Цагатуй. По долине Джиды прослеживается комплекс низких и средних надпойменных аккумулятивных террас, а также высокий слабонаклонный предгорный увал (40-60 м) в районе с. Петропавловка, сложенный мощной толщей плейстоценовых слоистых песков и алевроитов, перекрытых с поверхности галечниками с мелкой, хорошо окатанной галькой. Выше горизонтальной поверхности увала присутствует еще одна поверхность высотой 70-80 м над уровнем р. Джиды [1].

Террасовый комплекс долины Джиды в низовье представлен надпойменными террасами высотой 10-12 и 22-24 м. 10-12-метровая терраса вскрыта в береговом уступе на левобережье в 1 км к северо-востоку от с. Нюгуй (разрез «Нюгуй-1» глубиной 11,5 м). Разрез имеет сложное литологическое строение – это перемежающиеся сверху и в основании разреза (интервалы 0,8-3,55 и 7,0-11,5 м) слои светло-коричневых разномелкозернистых карбонатизированных песков различной текстуры, содержащих включения мелкощебнисто-галечного материала в виде прослоев и линз. Пески сменяются щебнисто-галечными и мелкогалечными на интервале 3,55-7,0 м. В верхней части террасы (глубина 3,2-3,55 м от дневной поверхности) встречаются псевдоморфозы по ледяным клиньям.

Разрез «Нюгуй-2» глубиной 10,5 м пройден в 300 м к северу-северо-востоку от разреза «Нюгуй-1» в теле этой же террасы. Отличие строения – резкое преобладание грубообломочных отложений (малые валуны, более мелкий окатанный и слабоокатанный псефитовый материал с разномелкозернистым песчаным наполнителем) над единичными горизонтами серовато-коричневых карбонатизированных мелко-грубозернистых песчаных осадков. Присутствуют псевдоморфозы по ледяным клиньям глубиной до 2,5 м. Генезис отложений приведенных разрезов аллювиальный с добавлением вещества коллювиально-пролювиального происхождения.

Из осадочной толщи данной террасы, распространенной на правом берегу Джиды возле села Верхний Енхор найдены остатки берцовой кости *Equus caballus foss.* и черепа *Cervus elaphus L.* Спорово-пыльцевому спектру свойственно полное доминирование травянистой растительности – 93% от общего количества пыльцы и спор (лебедовые, бобовые, полынь). Древесная флора представлена сосной, елью и березой. Подобный характер растительности присущ для временного периода с холодным климатом [2]. Если учесть, что в разрезах присутствуют псевдоморфозы по ледяным клиньям, то можно установить, что осадки 10-12-метровой террасы целиком формировались в криогенный период позднего неоплейстоцена.

22-24-метровая терраса распространена вблизи antecedentного отрезка долины р. Джиды в районе хр. Сельгер (разрез «Голын-Очи» глубиной 16,5 м в уступе левого берега высотой около 20 м в 2,5 км к северо-западу от одноименного села). Разрез имеет двухчленное строение. Сверху на интервале 0,2-9,5 м залегают щебнисто-дресвяные отложения с песчаным заполнителем делювиально-пролювиального генезиса. Встречаются также отдельные прослои и линзы мощностью 0,2-0,3 м разнозернистого песка. На глубине 0,6-0,8 м найдена кость крупного млекопитающего. Вторая часть разреза (9,5-16,5 м) состоит из тонко-мелкозернистого слабопромытого неясно выраженной текстуры песка светло-коричневого цвета аквального генезиса. Основание разреза перекрыто мощным осыпным шлейфом. Время формирования этой надпойменной террасы определено как начало позднего неоплейстоцена [2].

В дельте Джиды, на правобережье реки распространены надпойменные террасы высотой 10-12 и 18-20 м.

Разрез «Дырестуй-1» находится в 2,5 км южнее с. Дырестуй на правом берегу. До глубины 13,6 м вскрывает толщу 18-20-метровой надпойменной террасы аквального, преимущественно комплексного аллювиально-озерного происхождения. Сложен главным образом серовато- и светло-коричневыми мелко-среднезернистыми песками с примесью псаммитовых частиц большей размерности. Текстура – от слабого проявления до субгоризонтальной и слабонаклонной. Включения псефитовых частиц очень редки. В верхней части разреза встречены многочисленные слои (мощностью от 0,1 до 0,5 м), обогащенные илистым материалом – не менее десяти до глубины разреза 5,1 м.

Разрез «Дырестуй-2» расположен в 500 м восточнее от предыдущей горной выработки и вскрывает отложения более низкой 10-12-метровой прилоненной надпойменной террасы р. Джиды.

Глубина проходки составила 9,9 м. Отложения – тонко-мелкозернистые с примесью средне-крупнозернистых частиц и редкого гравия субгоризонтально- и неясно-слоистые пески речного и озерно-речного генезиса. На интервале 5,3-5,5 м обнаружены костные остатки мелкой фауны. В верхней части разреза до глубины 3,0 м наблюдается шесть горизонтов илистых отложений темно-коричневого цвета горизонтального залегания, что свидетельствует о застойных условиях формирования осадков на завершающих этапах седиментогенеза. Илистые прослои волнистой текстуры характерны и для нижней части толщи на интервале 8,1-9,0 м. Здесь же наблюдаются и прослои мощностью до 0,2 м, состоящие из гравийно-галечных отложений (2-3 класс окатанности обломков) с грубо-крупнозернистым песчаным заполнителем.

Кроме осадков аквального генезиса, в днище долины р. Джиды широкое развитие получили эоловые мезоформы рельефа, распространенные на правобережье в районе сс. Боций и Дырестуй. Они представлены неглубокими дефляционными котловинами и буграми навевания, вытянутыми в юго-юго-западном направлении. Длина дефляционных понижений достигает 100-150 м, ширина – 50-70 м, глубина – 3-5 м. В районе с. Дырестуй наблюдается раздув поверхности надпойменных террас в полосе шириной до 0,4-0,6 км, сопровождающийся формированием дефляционных котловин и накидных дюн высотой до 4-6 м. Эоловые мезоформы рельефа закреплены травянистой растительностью, редкими деревьями и кустарником. Оголенные движущиеся пески не встречены.

Эти данные свидетельствуют о резком снижении дефляционных процессов в Усть-Джидинской межгорной впадине за последние 50-60 лет. Современные климатические условия благоприятствуют самозарастанию эоловых мезоформ рельефа травянистой и древесно-кустарниковой растительностью.

Литература

1. Антощенко-Оленев И.В. Кайнозой Джидинского района Забайкалья. Новосибирск: Наука, 1975. 127 с.
2. Базаров Д.Б. Четвертичные отложения и основные этапы развития рельефа Селенгинского среднегорья. Улан-Удэ: Бурятское книжное изд-во, 1968. 166 с.

**К ВОПРОСУ О ПРОИСХОЖДЕНИИ ЮРСКИХ
ТЕРРИГЕННЫХ КОМПЛЕКСОВ ОБРАМЛЕНИЯ
ДАХОВСКОГО КРИСТАЛЛИЧЕСКОГО МАССИВА
(СЕВЕРО-ЗАПАДНЫЙ КАВКАЗ)**

В.В. Чернышева, К.А. Кондаурова, М.Н. Лапаева
*Воронежский государственный университет,
студент 2 курса, nika.tchernysheva@yandex.ru*

Научный руководитель: к.г.-м.н., доцент С.В. Бондаренко

Аннотация: рассмотрены различные теоретические аспекты происхождения юрских терригенных комплексов северного обрамления Даховского кристаллического массива.

Ключевые слова: Даховский массив, подводные гравитационные потоки.

**ON THE ORIGIN OF JURASSIC TERRIGENOUS COMPLEX
FRAMING DAKHOVSKAYA CRYSTAL ARRAY
(NORTH-WEST CAUCASUS)**

V.V. Chernysheva, K.A. Kondaurova, M.N. Lapaeva
*Voronezh State University,
2nd year Student, nika.tchernysheva@yandex.ru*

Research Supervisor: Candidate of Geology and Mineralogy, Reader
S.V. Bondarenko

Abstract: the author considers various theoretical aspects of the origin of the Jurassic terrigenous complexes of the Northern framing of Dakhovsky crystalline massif.

Key words: Dakhovsky crystal massif, underwater gravity flows.

Одной из приоритетных фундаментальных проблем современной седиментологии и литологии является формирование и эволюция вещественного состава крупных осадочных комплексов складчатых областей [1,4]. Обрамление Даховского кристаллического массива в геологическом отношении представлено разнообразными комплексами пород широкого возрастного интервала. Весьма интересным и сложным объектом изучения является нижне-среднеюрский разрез северного обрамления массива, многие вопросы генезиса которого являются дискуссионными и в настоящее время [2,3].

Объект исследования – отложения верхней подсвиты псебайской свиты (J_{1-2pb3}), ведущую роль в которых играют

аргиллиты, содержащие глинистые стяжения и септарии сидеритов [3]. Тектурные особенности рассматриваемого комплекса пород с точки зрения современных представлений осадконакопления – важный критерий для реконструкции условий седиментации и палеогеографической обстановки формирования данного района.

Отложения верхней подсвиты псебайской свиты представлены монотонной толщей аргиллитов с характерной щебенчатой отдельностью (рис.1.а). В южном направлении в толще появляются маломощные (до 5-10 см) единичные образования, по форме напоминающие стяжения в форме гальки («псевдогалька») (рис.1.б), сменяющиеся областью «псевдоконгломератов» (рис.1.в). Псевдогалька сложена пелитовым материалом. Имеет скорлуповатую отдельность. Часто встречаются образования типа «галька в гальке» (рис.2). Градационная слоистость в толще в целом отсутствует. Отмечаются фрагменты обугленной древесины, а также линзообразные участки, обогащенные карбонатным материалом и замусоренные угнетенной фауной.



Рис. 1. Отложения верхней подсвиты псебайской свиты



Рис. 2. Псевдогалька

Исходя из текстурных особенностей данных отложений, можно предположить, что их формирование связано с деятельностью подводных грязекаменных потоков – дебризов, представляющих собой пастообразную пластично-вязкую субстанцию, перемещающую скрепленные пелитовым материалом крупные обломки. Скорость их перемещения колеблется от 10 до 100 см/с, а длина перемещения – до 250 км [5]. По всей видимости, в данном районе осадконакопление с самого начала юрского времени определялось действием крупной реки, формировавшей значительный по объему дельтовый комплекс. Наличие угнетенной морской фауны, обугленной древесины свидетельствует об условиях накопления в пределах авандельты. Данную идею предлагают ученые Воронежского государственного университета, и она требует дополнительных детальных исследований.

Литература

1. Гаврилов Ю.О. Динамика формирования юрского терригенного комплекса Большого Кавказа. М: ГЕОС, 2004. 310 с.
2. Грановская Н.В. Полезные ископаемые Белореченского полигона // учебно-методическое пособие. Ростов-на-Дону, 2008. 53 с.
3. Корсаков С.Г. Объяснительная записка к государственной геологической карте РФ масштаба 1:200 000. СПб.: ФГУП «Кавказгеолсъемка», 2004. 311 с.
4. Лисицын А.П. Лавинная седиментация и перерывы в осадконакоплении в морях и океанах. М.: Наука, 1988. 309 с.
5. Сергеева Э.И. Теория литогенеза // учеб. пособие. СПб., 2005. 14 с.

СТРАТИГРАФИЧЕСКОЕ РАСПРОСТРАНЕНИЕ И МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПАЛИНОЛОГИЧЕСКОГО МАРКЕРА *SAMARISPORITES* *TRIANGULATUS* В СРЕДНЕМ ДЕВОНЕ (ЖИВЕТ)

А.А. Щемелинина

*Воронежский государственный университет,
аспирант 3 года обучения, shemelininageol@yandex.ru*

Научный руководитель: д.г.-м.н., профессор А.Д. Савко

Аннотация: в статье рассмотрены морфологические особенности и уровни стратиграфического распространения палинологического маркера *Samarisporites triangulatus*. Палинологические исследования являются весьма важными для характеристики муллинского горизонта центральных районов ВЕП и корреляции их с одновозрастными аналогами в пределах Беларуси и Польши.

Ключевые слова: миоспоры, палинологический маркер, муллинский горизонт.

THE STRATIGRAPHIC DISTRIBUTION AND MORPHOLOGICAL FEATURES OF THE PALYNOLOGICAL MARKER *SAMARISPORITES* *TRIANGULATUS* IN THE MIDDLE DEVONIAN (GIVETIAN)

A.A. Chshemelinina

Voronezh State University,

Post-graduate Student, shemelininageol@yandex.ru

Research Supervisor: Doctor of Geology and Mineralogy, Professor

A.D. Savko

Abstract: the paper presents the study of the morphological features and article presents the levels of the stratigraphic distribution of the palynological marker *Samarisporites triangulatus*. Palynological studies are very important for the characteristics of the Mullin horizon of the Central regions of the VEP and their correlation with even-aged deposits within Belarus and Poland.

Key words: miospores, palynological marker, Mullin horizon.

Палинологические маркеры широко применяются для уровней проведения границ между стратиграфическими единицами, которые по группам фауны и микрофауны проводятся различно. Вид-индекс *Samarisporites triangulatus* является весьма важным для характеристики верхнеживетских отложений (муллинский горизонт) центральных районов ВЕП [2] и корреляции их с одновозрастными аналогами в пределах Беларуси [1] и Центральной Польши [3] (рис.1).

Система СРЕДНИЙ ЯРУС	Отдел Франкий Коми Живетский Староскопский Ворожобовский	Восточно-Европейская платформа				Беларусь				Центральная Польша			
		Центральные районы ВЕП Ворожобовская антеклиза (Родионова и др., 1995) Надприокит Горизонт				Центральные районы Ворожобовская антеклиза Щемелинина, 2015				Обуховская и др., 2005			
		Avkhimovitch et al., 1993				OK				Ланский			
	Пашийский	<i>Contagiosporites optatus</i> - <i>Sporesporites</i> <i>Sporesporites</i> (OK)								Уборские	<i>Contagiosporites optatus</i> - <i>Sporesporites</i> <i>Sporesporites</i> (OK)		
	Муллинский		<i>C. triangulatus</i> - <i>C. serratus</i> (TS)			TS	<i>Samarisporites</i> <i>triangulatus</i>			Морочские слои			
	Ардатовский	<i>Geminispora</i> <i>extensa</i> (EX)				EX				Столинские слои	<i>Geminispora</i> <i>extensa</i> (EX)		
	Ворожобовский		<i>V. coarctatus</i> - <i>C. serratus</i> (CI)			CV				Горные слои	<i>G. coarctatus</i> - <i>C. serratus</i> (TS)		
			<i>C. triangulatus</i> - <i>C. serratus</i> (CI)			MT					<i>C. triangulatus</i>		
												EX3	<i>Samarisporites</i> <i>triangulatus</i>
												EX2	
												EX1	

Рис. 1. Стратиграфическая схема среднедевонских отложений с сопредельными территориями по миоспорам

В схеме В.И. Авхимович и др. [2] палинологический маркер *Samarisporites triangulatus* (отнесен к другому роду *Cristatisporites triangulatus*) появляется на нижней границе муллинского горизонта и демонстрирует устойчивое развитие в составе комплекса миоспор подзоны *Cristatisporites triangulatus* – *Corystisporites serratus* (TS). В схеме Т.Г. Обуховской и др. [1] этот же маркер появляется в верхней части столинских и морочских слоев полоцкого горизонта (средняя часть разреза живетского яруса) в составе комплекса миоспор подзоны *Cristatisporites triangulatus* – *Corystisporites serratus* (TS). Необходимо отметить, что живетский ярус в стратиграфической схеме Беларуси, в отличие от схемы В.И. Авхимович, охарактеризован двумя подзонами. В схеме Е. Турнау и Дж. Раки [3] тот же маркер (отнесенный к роду *Samarisporites triangulatus*) появляется на более высоком уровне, соответствующему уровню в пределах ВЕП [2] и присутствует в составе комплекса подзоны EX3 (Świętomarz beds) зоны *Geminispora extensa* (EX). Палинологический морфотип *Samarisporites triangulatus* представляет собой интерес в плане таксономической принадлежности к различным формальным родам (*Hymenozonotriletes*, *Samarisporites* и *Cristatisporites*).

Палинологические исследования проводились по кернам: скв. №1, расположенной около п. Стадница (северо-запад Воронежской области) с интервалом глубин 181,0-260,3 м, представленной алевритами темно-серыми до зеленовато-серого, сильно глинистыми, плотными. Из глинистых алевритов был выделен миоспоровый комплекс, в котором впервые и в значительном количестве (до 10%) появляется палинологический маркер муллинского ритма – *Samarisporites triangulatus*; скв. №37,

расположенная в правобережье реки Казинка (юг Воронежской области), с интервалом глубин 202,6-214,9 м вскрыта глина тёмно-серая до чёрной, местами зелёной и коричневой. Комплекс миоспор из муллинских отложений района р. Казинка отличается меньшим процентным содержанием аналогичного таксона (до 4-5%), но несколько большим содержанием миоспор морфона *Geminospora lemurata*; скв. «Воробьевская» расположенная на юго-востоке окраины с. Воробьевка Воронежской области интервал глубин 224,4-216,6 м, отложения состоят из глины слабо известковистой, зеленовато-серой, аргиллитоподобной. Миоспоровый комплекс характеризуется средним содержанием *Samarisporites triangulatus* (до 5-6%); скв. «Новохоперская» расположенная в районе г. Новохоперск на юго-востоке Воронежской области, интервал глубин 241,7-219,8 м. Керновый материал содержит снизу вверх: алевролит пепельно-серый кварц-полевошпатовый, тонкозернистый; глина от тёмно- до зеленовато-серой, аргиллитоподобная, алевропелитовая. Комплекс миоспор содержит аналогичный маркер (до 4-5%).

По своим морфологическим особенностям данный таксон (рис.2), входящий в состав палинокомплексов, имеет некоторые отличия. Экземпляры из скв. №1 (рис.2.1-5) характеризуются округлыми и, редко, округло-треугольными очертаниями с зоной, которая у некоторых экземпляров напоминает шлейф (рис.2.1,2,4). Зона имеет неодинаковую ширину, участками практически прерываясь (рис.2.5). Скульптура экины — в виде соединенных основаниями бугров, которые несут на верхушках короткие шипы (рис.2.6). Экземпляры из скв. №37, «Воробьевской» и «Новохоперской» (рис.2.7-9) имеют округло-треугольную и треугольную форму с зоной, которая может быть развита в экваториальной части, повторяя очертания центрального тела. Скульптура развита только на дистальной стороне в виде бугорков со сглаженными вершинами без шипов на концах (рис.2.9).

Подобные незначительные морфологические отличия отдельных экземпляров палинологического маркера в различных скважинах наблюдались ранее и в одном комплексе, где таксон *Samarisporites triangulatus* был представлен несколько отличными морфологическими типами одного вида, которые в прежней формальной классификации дисперсных миоспор девона относились к нескольким различным видам одного рода (*Hymenozonotriletes monoloris*, *H. kaljudschnae*, *H. efremovae*, *H. dobridi*, *H. duplex*). В работах зарубежных авторов этот таксон отнесен к одному виду (как например, в работе Авхимович и др. [2]), но изображение этого

таксона демонстрирует отчетливые морфологические отличия, особенно в характере развития зоны и по отношению к центральному телу миоспоры.

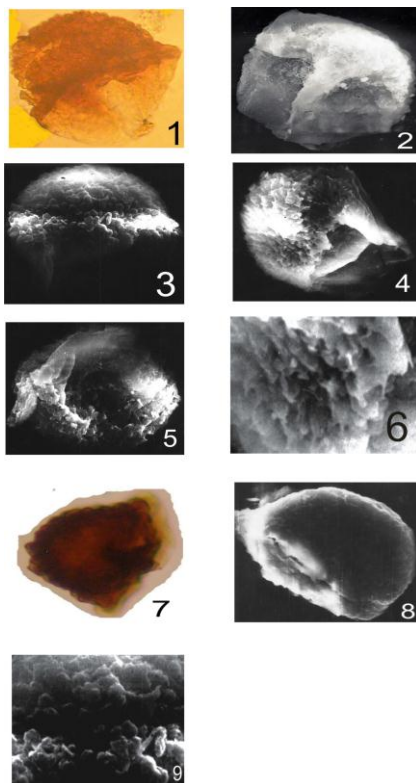


Рис. 2. Палинологический маркер из муллинских отложений *Samarisporites triangulatus* в световом и электронном микроскопе

Литература

1. Обуховская Т.Г. и др. Стратиграфическая схема девонских отложений Беларуси // Литосфера. Минск, 2005. №1 (22), С. 69-88.
2. Avkhimovich V.I., Tchibrikova E.V., Obukhovskaya T.G. Middle and Upper Devonian miospore zonation of Eastern Europe // Bull. CentresRech. Explor. Prod. Elf Aquitaine, 1993. 17(1), P. 79-147.
3. Turnau, E., Racki G. Givetian palynosphatigraphy and palynofacies; new data from the Bodzentyn Syncline (Holy Gross Mountains, Central Poland) // Review of Palaeobotany and Palynology. 1999. P. 237-271.

СЕКЦИЯ 4. ГЕОФИЗИКА. ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

РАЗВЕДКА НЕФТИ И ПРИРОДНОГО ГАЗА НА ШЕЛЬФЕ

М.С. Алясеен

*Уфимский государственный нефтяной технический университет,
магистрант 1 года обучения, m.s.alyaseen@gmail.com*

Научный руководитель: А.О. Зубик

Аннотация: в статье рассматривается морская сейсморазведка и последствия ее влияния на океаническую жизнь.

Ключевые слова: разведка, морская сейсморазведка.

EXPLORATION OF OIL AND NATURAL GAS OFFSHORE

M.S. Alyaseen

*Ufa State Petroleum Technological University,
1st year Master's Degree Student, m.s.alyaseen@gmail.com*

Research Supervisor: A.O. Zubik

Abstract: the article deals with marine seismic exploration and its impact on ocean life.

Key words: exploration, marine seismic survey.

Морские сейсморазведочные станции используют звуковую энергию для сопоставления геологических структур в соответствии с структурой морского дна. Прицепные устройства используют сжатый воздух для получения импульсов высокой энергии, низкочастотные звуковые волны, которые проходят через воду и могут проникать на глубину более 6000 метров в слоях горных пород ниже морского дна. Эти звуковые волны отскакивают назад к поверхности океана, где приемники, называемые гидрофоны, записывают силу и время возврата каждой звуковой волны. Исходя из этих данных, разработаны геологические карты ниже морского дна (рис.).

Существуют различные типы морских сейсмических разведок, в том числе:

– Двухмерное (2D): Использует один источник звука и один комплект приемников, дает общую картину геологических характеристик на большой площади.

– Трехмерный (3D): Когда 2D исследование выявляет геологические структуры, которые могут содержать нефть и газ, 3D съемка используется для обеспечения более подробной информации о локальной зоне интересов. Эти исследования позволяют развернуть несколько синхронизированных источников звука и гидрофонов.

– Четырехмерное (4D): Является аналогом 3D съемки, с введением дополнительного измерения времени. 3D исследования в процессе разработки объектов исследования, проводятся несколько раз, используя точно те же координаты, благодаря чему их можно сравнить, чтобы оценить изменения в количестве и местоположении нефти и газа в резервуаре в результате производственной деятельности.

В ходе обследования, сейсмическое судно проходит около пяти узлов по заданной схеме и буксирует один или два источника звука для генерации звуковой волны, а также один или несколько длинных кабелей, содержащих сотни гидрофонов обеспечивающих регистрацию [2].

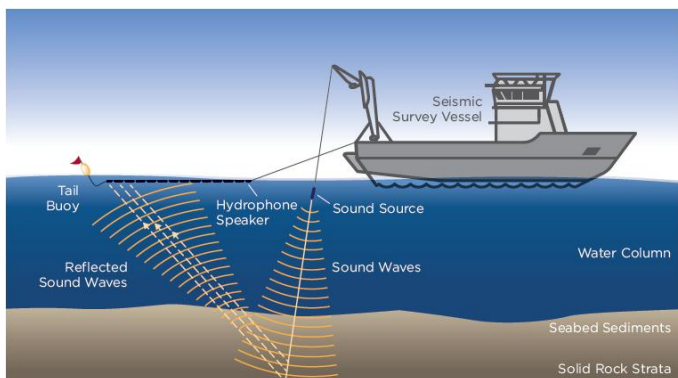


Рис. Морская сейсмическая система наблюдений

Морские сейсмические исследования являются важной частью процесса изучения ловушек нефти и природного газа. Они предоставляют информацию о глубине, местонахождении и форме геологических объектов, с которыми сопряжены запасы углеводородов.

С учетом высокой сложности и стоимости бурения скважин для получения информации о строении резервуара применение сейсмических исследований в сочетании с технологиями геологического трехмерного моделирования становится основным

источником данных. А проведение 4D сейсмических исследований позволяет осуществлять калибровку и настройку гидродинамических моделей на основе которых осуществляется мониторинг разработки месторождений.

Сейсмические данные становятся основой в принятии решений: о рискованности бурения и геометрии проводки скважин разведочного и эксплуатационного фонда; о подборе адресной программы исследований с целью детального изучения объектов разработки; о перспективности величин начальных геологических запасов.

Результаты исследования не показывают окончательно, присутствует ли нефть или газ, но они действительно указывают на то, где ресурсы могут быть найдены и помогают сузить область поиска [1,3].

Современные исследования показывают, что существует минимальный риск смертности у морских млекопитающих, рыб и беспозвоночных. Морские млекопитающие, в зависимости от вида и близости к сейсмическим источникам, могут испытывать временные изменения слуха.

Необходимы дополнительные исследования, которые расширят наше понимание потенциального воздействия сейсмических исследований. Промышленность стремится с помощью текущих исследований, применять меры по предотвращению изменения климата, чтобы минимизировать воздействие на морскую жизнь.

Перед тем, как компания может выполнить морскую сейсморазведку она должна сначала провести тщательную оценку состояния окружающей среды, которая рассмотрит возможные экологические воздействия на окружающую среду. Экологическая оценка рассматривается департаментом охраны окружающей среды.

Сейсмические исследования планируются в оптимальных погодных условиях с июня по сентябрь. Море более спокойное в это период, что влияет на качество полученных сейсмических данных. Эффективная коммуникация и координация между сейсмическими судами и рыболовными имеет важное значение в тех районах, где обе отрасли являются активными [2].

Процесс оценки окружающей среды требует координации, связи с рыболовной промышленностью, которая бы помогала морским сейсмическим исследованиям посредством прямого общения.

Стоит отметить, что на сегодняшний день нефтяные и газовые компании плотно вовлечены во взаимодействие с экологическими и рыболовными организациями с целью недопущения нанесения ущерба окружающей среде и экологии. Данное сотрудничество активно

развивается и находит все большее количество точек соприкосновения, что делает сейсмические исследования более эффективными и перспективными.

Литература

1. Санфи́ров И.А. Возможности сейсморазведки МОВ при инженерно-геологических изысканиях / И.А. Санфи́ров, А.Г. Ярославцев // Инженерная геология, 2007. №2. С. 27-31.
2. Морская сейсморазведка // под ред. А.Н. Телегина. М.: ООО «Геоинформмарк», 2004. 237 с.
3. Gordsen A., Galbrain M., Peirce J. Planning land 3-D seismic surveys // Oil&Gas Science and Technology. Institut francais du petrole. Rev.IFP, 2006. № 5. P. 611-630.

ПРОГРАММА РЕШЕНИЯ ПРЯМОЙ ЗАДАЧИ ГРАВИРАЗВЕДКИ ДЛЯ ОДНОРОДНОГО ШАРА

К.И. Асанова

***Пермский государственный национальный исследовательский
университет, студент 1 курса, asanovakris@gmail.com***
Научный руководитель: к.г.-м.н., доцент И.Ю. Митюнина

Аннотация: в данной статье представлена программа, позволяющая решить прямую задачу гравirazведки для однородных тел формы шара. Программа написана на языке программирования «FreePascal».

Ключевые слова: прямая задача гравirazведки, аномалия силы тяжести.

COMPUTER PROGRAM OF FORWARD GRAVITY MODELING FOR HOMOGENEOUS SPHERES

K.I. Asanova

Perm State University, 1st year Student, asanovakris@gmail.com
Research Supervisor: Candidate of Geology and Mineralogy,
Reader I.Y. Mityunina

Abstract: this paper deals with creating computer program of a forward gravity modeling for homogeneous spheres. A program is written in programming language «Free Pascal».

Key words: forward gravity problem, gravity anomaly.

Гравитационная разведка является одним из геофизических методов, изучающая гравитационное поле Земли. Информация, полученная при ее проведении, важна для решения различных прикладных задач: выявления плотностных неоднородностей, таких как рудные тела, нефтеносные и соляные структуры. Нахождение аномалий силы тяжести и вторых производных потенциала от тел известной формы, глубины залегания, размера и плотности носит название прямой задачи гравиразведки.

В гравиразведке интерпретируются аномалии силы тяжести, обусловленные теми или иными плотностными неоднородностями, которые в общем случае могут быть аппроксимированы телами простой формы. Поэтому в математической теории гравиразведки широко используется решение прямых задач для тел простой формы: шара, горизонтального цилиндра, вертикального уступа, вертикального цилиндра и т.д.

Целью данной работы являлось создание программы решения двумерной прямой задачи гравиразведки для однородного шара. Пусть M - аномальная масса шара, центр которого на глубине h (рис. 1).

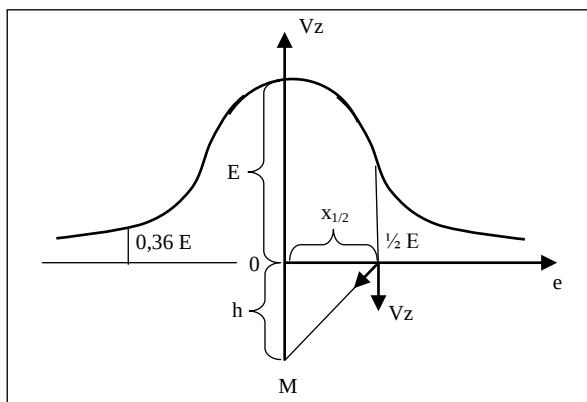


Рис. 1. Гравитационное поле шара

Тогда вертикальную составляющую притяжения V_z в произвольной точке плоскости на расстоянии x от эпицентра O можно определить по формуле (1):

$$V_z(x) = G \frac{M}{x^2 + h^2} \cos(r, z) \quad (1)$$

$$\text{где } \cos(r, z) = \frac{h}{\sqrt{x^2 + h^2}} \quad (2)$$

$$M = \frac{3}{4} \pi \rho R^3 \quad (3)$$

где G – гравитационная постоянная, ρ – аномальная плотность, R – радиус шара.

Подставим формулу (2) в (1), получим

$$V_z(x) = \frac{GMh}{(x^2 + h^2)^{3/2}} \quad (4)$$

Для расчета аномального эффекта от однородного шара по формуле (4) была составлена программа на языке программирования «FreePascal» в среде программирования Lazarus. Выбор данных инструментов обусловлен тем, что они содержат стандартные процедуры и основной набор элементов управления, редактор кода, а также компилированные программы поддерживаются на многих операционных системах.

Программа работает следующим образом: после ввода параметров определенного количества моделей, а также пространственного расположения пикетов, в которых будут вычислено притяжение шаров, по формуле (4) рассчитывается вертикальная составляющая притяжения для каждого тела в отдельности, при этом график для каждого тела обозначается индивидуальным цветом. График суммарного поля выделен жирной черной линией и рассчитан при суммировании значений всех исследуемых моделей.

В качестве исходных данных задаются следующие параметры:

- 1) радиус шара (м);
- 2) аномальная плотность шара (г/см³);
- 3) глубина залегания центра шара (м);
- 4) координата залегания центра шара (м);
- 5) шаг между точками наблюдения (м);
- 6) число пикетов.

Для примера на рисунке 2 представлен результат решения прямой задачи гравиразведки для 2 аномальных объектов:

шар 1: $R = 100$ м, $\rho = 0,2$ г/см³, $h = 300$ м, $x = 200$ м;

шар 2: $R = 50$ м, $\rho = 0,3$ г/см³, $h = 200$ м, $x = 100$ м.

Вычисления осуществлялись в 20 пикетах, расположенных вдоль линии профиля с шагом (dx) = 20 м.

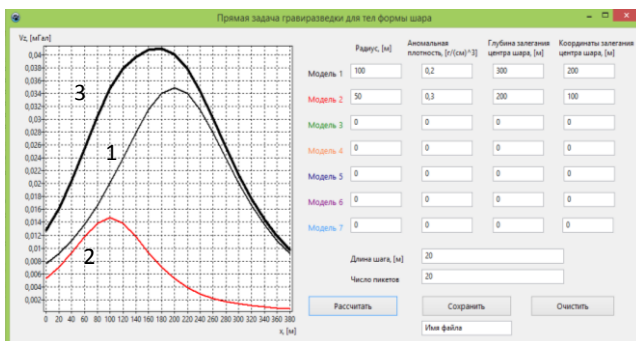


Рис. 2. Рабочее окно программы

В результате математического моделирования получены графики $V_z(x)$, обусловленные влиянием каждого из аномалиеобразующих объектов (соответственно кривые 1 и 2) и характеризующих суммарный эффект (кривая 3).

Программа создана для использования в учебных целях. Применение программы в учебном процессе позволит студентам понять сущность решения прямых задач гравиразведки, исследовать форму аномалий, создаваемых простейшими телами (в конкретном случае используется модель шара). Программа также может быть включена в пакет, предназначенный для решения обратной задачи гравиразведки методом подбора.

Литература

1. Маловичко А.К., Костицын В.И. Гравиразведка: Учеб. для вузов. М.: Недра, 1992. 357 с.

ВОЗМОЖНОСТИ ЭЛЕКТРОТОМОГРАФИИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГРАНИЦ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ТАЛИКА В БЕРЕГОВОМ ПРИМЫКАНИИ ПЛОТИНЫ НА Р. СЫТЫКАН

К.И. Бажин

*Институт мерзлотоведения им. П.И. Мельникова СО РАН,
молодой ученый, kbazhin@gmail.com*

Научный руководитель: д.т.н., профессор А.В. Омеляненко

Аннотация: с помощью метода геоэлектрической томографии установлено, что таликовая зона распространилась более чем на 500 м от уреза водохранилища.

Ключевые слова: электротомография, талик, мерзлота.

THE POTENTIAL OF ELECTRICAL RESISTIVITY TOMOGRAPHY TO DETERMINE THE THAWED ZONE LIMITS IN COASTAL ABUTMENT OF A RESERVOIR DAM ON THE SYTYKAN RIVER

K.I. Bazhin

***P.I. Melnikov Permafrost Institute SB RAS,
Young Researcher, kbazhin@gmail.com***

Research Supervisor: Doctor of Technical Sciences, Professor

A.V. Omelyanenko

Abstract: the electrical resistivity tomography (ERT) method was employed to outline the talik area spreading more than 500 m from the edge of the reservoir in the last 20 years.

Key words: electrical resistivity tomography, talik, permafrost.

Сытыканский гидроузел создан в 1972-1974 годах для водоснабжения г. Удачный и Удачинского горно-обогатительного комбината. Местность в окрестностях гидроузла имеет холмисто-грядовый рельеф с абсолютными отметками 303-432.5 м, приурочена к зоне распространения многолетнемерзлых пород, мощностью 300 м. Мощность деятельного слоя составляет 0.7-3.1 м, в зависимости от литологического состава пород. В геологическом строении территории гидроузла доминируют терригенно-карбонатные отложения верхнего кембрия, перекрытые с поверхности рыхлыми четвертичными образованиями. Породы верхнего кембрия, залегающие в основании плотины водосброса и борта долины реки, представлены тонким прослаиванием (от 0.01 м до 2 м) известняков, доломитов, мергелей. Полускальные терригенно-карбонатные породы отличаются сильной трещиноватостью и льдистостью, особенно это характерно для мергелей, сильно подверженных процессам выветривания [4].

В результате техногенного воздействия водохранилища на вмещающие породы произошло частичное оттаивание вечномерзлых скальных пород и образование в правобережном примыкании плотины талика. В оттаявших породах в настоящее время образовался фильтрационный поток в талике с появлением выходов (грифонов и потоков-ручeyков) в зоне нижнего бьефа. В связи с необходимостью

наблюдения за развитием таликовой зоны в правобережном примыкании плотины были проведены геофизические работы. Ранее установлено, что наиболее эффективными являются метод электротомографии (ЭТ). Применение ЭТ является необходимым условием для изучения геоэлектрических разрезов, значительно отличающихся от горизонтально-слоистых. Сложное строение обычно характерно для, оползней, насыпных и искусственных грунтов, многолетнемерзлых пород, при крутом падении слоев и при наличии карста, данные ЭТ позволяют упростить возможность интерпретации подобных сред [1].

Аппаратурный комплекс доступный для исследований представлен многоканальными многоэлектродными станциями «Скала-64» и «Syscal Pro Switch 72». Выбор остановился на станции «Syscal Pro Switch 72» в связи с её возможностью изучать разрез на большую глубину без потери детальности [1].

Для решения задачи определение границ распространения таликовой зоны нами выполнены измерения по 11 профилям, проложенным в пределах береговой части водохранилища (рис.1).

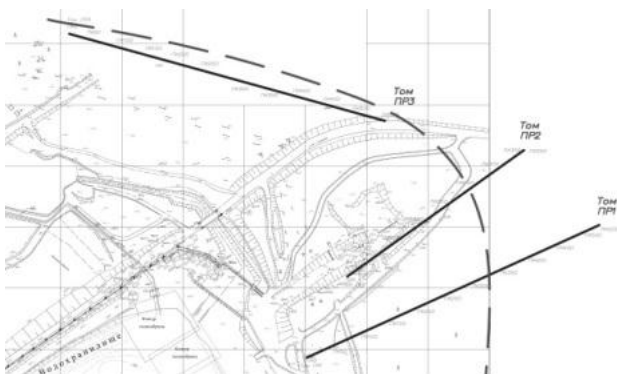


Рис. 1. Схема Сытыканского гидроузла с нанесенными тремя профилями ЭТ. (Пунктирная линия – граница распространения талика. Сплошная линия – профиль электротомографии)

Работы методом ЭТ включают в себя следующий набор этапов: 1) рекогносцировочные работы; 2) расположение аппаратуры на профиле и задание параметров измерения; 3) запуск измерений и привязка профиля; 4) оценка качества измерений; 5) обработка полевых данных; 6) интерпретация. На втором этапе происходит развертывание электроразведочных кос, заземление электродов и подсоединение электродов к косам, которые в свою очередь

подключаются к электроразведочной станции. При измерениях использовалась комбинированная трехэлектродная установка Шлюмбереже ($Amn - mnB$), при этом организуется электрод условная «бесконечность». Его положение выбирают относительно длины электроразведочной расстановки. В нашем случае электрод «бесконечность» располагался на расстоянии 900-1000 м от станции. В приборе задаются параметры работы: протокол измерений, длительность и величина импульса, количество накоплений, а так же измеряемые параметры физических величин. Протокол измерений определяет порядок подключения приемных и питающих электродов.

На третьем этапе происходит запуск станции в автоматическом режиме работы. Параллельно, в процессе измерений производится высотнo-плановая привязка профиля с помощью GPS приемника, которая необходима для правильной обработки и интерпретации данных ЭТ. На следующем этапе проводится проверка качества измерений посредством проведения первичной обработки данных и построения псевдоразреза кажущегося сопротивления с помощью программы X2IP. На пятом этапе выполняется обработка полевых данных, которая начинается с переноса информации со станции на персональный компьютер. Далее, проводится процедура редактирования полученных данных и формирование входного файла для программы Res2dinv, которая включает ввод рельефа, отбраковку данных, корректировки положения электродов. Результирующий файл загружается в программу комплексной обработки Res2dinv, в которой производится двумерная инверсия полевых данных. Последним этапом является построение результирующего геолого-геофизического разреза и его интерпретация [2].

В результате обработки данной методики получены геоэлектрические разрезы, на которых выделяется таликовая зона. Все разрезы имеют схожее строение. Результаты обработки полевых материалов по профилю 1, представлены на рисунке 2. Критерием определения границ талой зоны принят расчет, что грунты в талом состоянии (для данной территории) характеризуются удельным электрическим сопротивлением менее $1000 \text{ Ом}\cdot\text{м}$. Область распространения таликовой зоны по профилю 1, фиксируется от начала профиля вплоть до ПК 325 м, в интервале абсолютных отметок 260-315 м (рис.2). На абсолютных отметках 310-350 м выделяется слой выше $10\,000 \text{ Ом}\cdot\text{м}$, который соответствует мерзлым плотным известнякам. Участки с удельным сопротивлением от $1000 \text{ Ом}\cdot\text{м}$ до $10\,000 \text{ Ом}\cdot\text{м}$ соответствуют менее плотным карбонатным породам с включениями глинистых частиц. При сопоставлении всех разрезов

нами была получена граница распространения таликовой зоны. На рисунке 1 показана граница распространения талой зоны в плане. Она распространилась более чем на 500 м от уреза воды [3].

Из проделанной работы можно сделать следующие выводы: метод ЭТ обеспечил выявления таликов образующихся в бортах водохранилища; таликовая зона в правобережном примыкании плотины на р. Сытыкан распространилась более чем на 500 м от уреза воды.

В заключении следует отметить, что необходимы режимные наблюдение за процессами развития талика, так как существует опасность ухода большого количества воды из водохранилища.

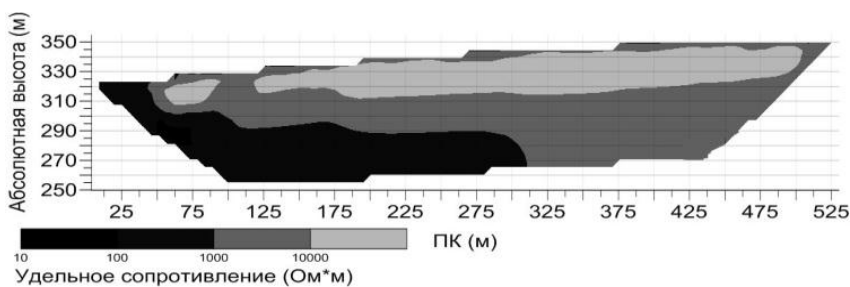


Рис. 2. Типовой геоэлектрический разрез (профиль 1)

Литература

1. Бобачев А.А., Горбунов А.А., Модин И.Н., Шевнин В.А. Электротомография методом сопротивлений и вызванной поляризации // Приборы и системы разведочной геофизики. Саратов, ЕАГО, 2006. С. 14–17.
2. Великин .С.А., Бажин К.И., Марченко Ю.Л. Геофизические методы изучения мерзлых пород. Новые горизонты. // Материалы международной конференция «Инженерная, угольная и рудная геофизика – 2015». Сочи, 2015.
3. Великин .С.А., Бажин К.И., Марченко Ю.Л. и др. Отчет о выполнении геофизических исследований по теме «Геофизический мониторинг на ГТС Удачининского ГОКа АК «Алроса»», п. Чернышевский, 2014.
4. Теляев В.А., Мюсин Р.Ю. и др. Отчет об инженерно-геологических изысканиях проведенных для обоснования проектного задания строительства Сытыканской водохранилищной плотины на алмазном месторождении Удачная. ЯКУТНИПРОАЛМАЗ, 1961.

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ВОЛНОВОГО ПОЛЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ВЗРЫВОВ И ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ НА ЗАПИСЯХ СЕЙСМИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ GUZR

А.С. Войтова¹, Э.В. Калинина^{1,2}

¹-Геофизическая служба РАН, г. Воронеж,
молодой ученый, zaklyukovskaya@gmail.com

²-Воронежский государственный университет,
молодой ученый, elakalinina@gmail.com

Научный руководитель: к.ф.-м.н. И.П. Габсатарова

Аннотация: в работе предложены критерии, позволяющие сделать предположительную оценку природы сейсмического события по характерным особенностям записи волнового поля сейсмической станции GUZR, расположенной в западной части Северного Кавказа.

Ключевые слова: Западный Кавказ, промышленные взрывы, землетрясения, сейсмическая станция GUZR.

SOME FEATURES OF THE WAVE FIELD OF INDUSTRIAL EXPLOSIONS AND EARTHQUAKES IN THE RECORDING OF THE SEISMIC STATIONS GUZR

A.S. Voitova¹, E. V. Kalinina^{1,2}

¹-Geophysical Service of RAS, Voronezh,
Young Researcher, zaklyukovskaya@gmail.com

²-Voronezh State University, Voronezh,
Young Researcher, elakalinina@gmail.com

Research Supervisor: Candidate of Physics and Mathematics
I.P. Gabsatarova

Abstract: the article presents the criteria that allow supposedly determine the nature of the seismic event. According to the characteristic features of the wave field recording GUZR seismic station, which is located in the western part of the North Caucasus.

Key words: Western Caucasus, industrial explosions, earthquakes, seismic station GUZR.

Территория Западного Кавказа согласно оценкам действующей Карты общего сейсмического районирования территории Российской Федерации (ОСР-97) отнесена к 7-9 бальным зонам сейсмических воздействий. В среднем в течение года регистрируется более 300 сейсмических событий. Однако, кроме природной сейсмичности, в

пределах Западного Кавказа регистрируются техногенные события, связанные с работой промышленных карьеров, в которых проводятся взрывные работы. При этом энергия слабых землетрясений и отдельных взрывных событий сопоставимы. Таким образом, в сейсмологических центрах Геофизической службы РАН в процессе рутинной обработки, при составлении итоговых каталогов землетрясений, осуществляется контрольная процедура идентификации отдельных событий как промышленные взрывы.

К концу 2015 г. от «Кубань-Взрывпром» был получен список с информацией о дате и времени проведения взрывных работ на промышленных карьерах вблизи поселка Каменноостский.

Целью данной работы являлось выделение характерных особенностей волнового поля промышленных взрывов на записях сейсмической станции GUZR исходя из полученной информации, а также результатов исследования представленных в работе [1-3].

Сейсмическая станция GUZR наиболее близко расположена к карьерам приблизительно в 30 км и является опорной при регистрации промышленных взрывов. Промышленные карьеры, расположенные вблизи поселка Каменноостский представляют собой группу, состоящую из трех карьеров, материал добычи – известняк, вес взрывчатого вещества 5.8-10.7 тонн.

Из общего каталога сейсмических событий Западного Кавказа были отобраны промышленные взрывы, при этом была использована информация о дате проведения взрывных работ полученная от организации «Кубань-Взрывпром» (№1-3 в табл.). Для изучения отличительных особенностей записей волнового поля взрывов от землетрясений, были отобраны землетрясения близкие к ним по параметрам (энергетический класс, эпицентральное расстояние, азимут).

На рисунке 1 представлен пример записи волновых форм и амплитудно-частотных спектров промышленного взрыва и землетрясения.

Для записи волнового поля взрыва характерно наличие ярко выраженной группы поверхностных волн, в частности волны Rg. Что также отражается в спектральном составе в виде максимума в диапазоне частот 0.7-1.6 Гц, для землетрясений такого эффекта не наблюдается. При этом волна Sg у взрывов выражена не четко, в отличии от этого для землетрясения характерно отчетливое вступление как Pg так и Sg волны.

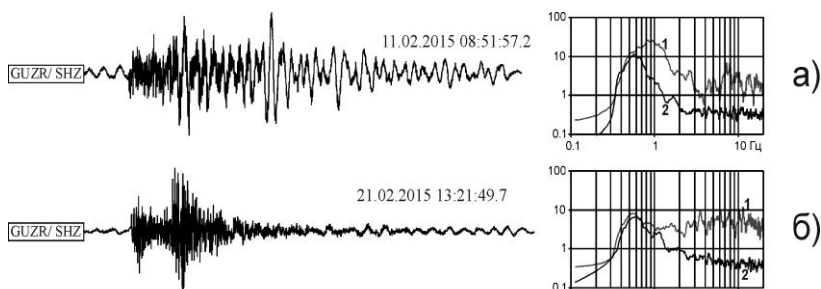


Рис. 1. Пример записи волновых форм и амплитудно-частотные спектры промышленного взрыва (а) и землетрясения (б) на сейсмической станции GUZR (1- амплитудно-частотный спектр события; 2 – фона)

При построении спектрального соотношений сейсмического события к фону более наглядно видны особенности, как промышленного взрыва, так и землетрясения (рис.2). В спектральном отношении записи землетрясения к фону максимум наблюдается в частотном диапазоне от 2.0 Гц и выше, в отличие от взрыва для которого и в более низкочастотной области выделяется максимум (0.7-1.6 Гц). Данный факт может быть использован в качестве одного из параметров идентификации промышленного взрыва на сейсмической GUZR.

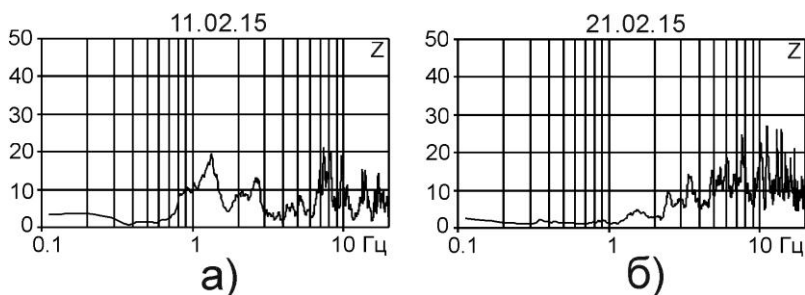


Рис. 2. Пример отношения спектрального состава промышленного взрыва (а) и землетрясения (б) к региональному фону записи на сейсмической GUZR

В качестве вспомогательного параметра для распознавания записей взрывов и землетрясений может быть использовано отношение спектральных амплитуд Pg/Sg. Это наглядно представлено в работах [1-3]. В таблице представлены рассчитанные отношения спектральных амплитуд Pg/Sg для сейсмической станции GUZR.

Выводы

Отношение спектральных амплитуд Pg/Sg на записях карьерных взрывов составляет в среднем 1.08 ± 0.07 и 0.63 ± 0.11 для землетрясений.

Таким образом, в работе были предложены критерии, позволяющие сделать предположительную оценку природы сейсмического события для сейсмостанции GUSR.

Выявлены характерные особенности записи волновых форм промышленных взрывов и землетрясений

Было получено, что в спектральном отношении промышленного взрыва к фону выделяется максимум в частотном диапазоне 0.7-1.6 Гц, который отсутствует у землетрясений.

Дополнительным критерием для определения промышленных взрывов может служить отношение спектральных амплитуд Pg/Sg

Таблица

Параметры промышленных взрывов и землетрясений, их отношения спектральных амплитуд Pg/Sg

№	Дата	Время	φ, °N	λ, °E	h, м	Kp	ML	Pg/Sg
1	04.03.2015	8:9:59.4	44.24	40.32	0	7.1	2.7	1.11
2	07.07.2015	9:28:49.5	44.24	40.31	0	7.3	2.8	1.14
3	11.02.2015	08:51:57.2	44.21	40.38	0	5.1	1.8	0.97
4	23.04.2015	9:53:11.5	44.26	40.30	0	7.4	3.0	1.03
5	27.11.2015	9:0:19.3	44.27	40.35	0	6	2	1.03
6	27.11.2015	9:0:19.3	44.27	40.35	0	6	2	1.10
7	03.09.2014	15:36:41.7	44.21	40.32	0	7	2.9	1.17
8	08.06.2013	14:17:34.8	44.30	39.92	18	7.0	3.1	0.64
9	20.11.2015	15:34:32.5	44.30	39.82	17	5.2	2.6	0.70
10	21.02.2015	13:21:49.7	44.15	39.85	11	5.7	2.1	0.56
11	02.02.2015	22:7:57.4	44.08	40.29	16	7.0	3.1	0.78
12	24.04.2015	17:7:11.6	44.08	40.28	16	6.3	2.7	0.68
13	02.05.2015	0:58:2.3	44.26	40.44	14	5.6	2.1	0.44

Литература

1. Габсатарова И.П. Исследование пространственно-временных особенностей сейсмичности на Северном Кавказе: Дис. на соиск. уч. степ. канд. ф.-м. наук. М.: ИФЗ РАН, 2011. 178 с.
2. Габсатарова И.П. Методика выявления взрывов в ряде действующих карьеров Северного Кавказа // Землетрясения Северной Евразии в 2000 году. Обнинск: ГС РАН, 2006. С. 347-358.
3. Габсатарова И.П., Девяткина Л.В., Селиванова Е.А. Северный Кавказ // Землетрясения Северной Евразии. 2002 год. Обнинск: ГС РАН, 2008. С. 103-127.

ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЕ 18 ОКТЯБРЯ 2015 Г. НА СРЕДНЕМ УРАЛЕ

Н.С. Гусева

*Пермский государственный национальный исследовательский
университет, Горный институт Уральского отделения РАН,
магистрант 1 года обучения, natali.guseva.2010@mail.ru*

Научный руководитель: к.ф.-м.н. Р.А. Дягилев

Аннотация: 18 октября 2015 года в 21:44:55 (по Гринвичу) на Среднем Урале произошло землетрясение M_L 4.7. Оно охватило обширную территорию в Свердловской области и Пермском крае. По инструментальным данным региональной сейсмологической сети были рассчитаны параметры очага. По результатам опроса населения построена карта макросейсмического поля.
Ключевые слова: землетрясение, Урал, эпицентр, макросейсмическое поле.

EARTHQUAKE AT THE MIDDLE URALS 18TH OCTOBER 2015

N.S. Guseva

*Perm State University, Mining Institute of the Ural Branch of the RAS,
1st year Master's Degree Student, natali.guseva.2010@mail.ru*

Research Supervisor: Candidate of Physical and Mathematical Sciences
R.A. Dyagilev

Abstract: in October 18, 2015 at 21:44:55 (GMT) an earthquake with a magnitude M_L 4.7 had happened at the Middle Urals. It had been sensed over a wide area in the Sverdlovsk and Perm region. Source parameters were estimated by instrumental data provided by regional seismic network. Data of macroseismic questionnaires served as base of intensity map.
Key words: earthquake, Urals, epicenter, macroseismic field.

Землетрясения на территории Уральского региона не являются редким событием. Многолетний сейсмический мониторинг, проводимый сотрудниками ГИ УрО РАН (Горный институт Уральского отделения РАН) и ГС РАН (Геофизическая служба РАН), показывает, что каждый год здесь происходит более двух сот природных и природно-техногенных событий. Среди природно-техногенных событий стоит отметить горные и горно-тектонические удары в рудниках и шахтах; обвальные землетрясения, связанных с отработкой месторождений калийных солей. К природным относятся, прежде всего, тектонические землетрясения, чаще всего связанные с

влиянием Главного Уральского разлома. Большинство из них слабые и не ощущаются людьми, а регистрируются только высокочувствительными приборами. Но случаются и сильные толчки, сейсмический эффект от которых распространяется на сотни километров.

18 октября 2015 года в 21:44:55 (по Гринвичу) на Среднем Урале произошло уникальное событие – землетрясение с магнитудой M_L 4.7. Событие такой магнитуды – достаточно редкое явление для региона. Можно отметить, что это было самое сильное землетрясение за последние 100 лет. Известные науке события с большей магнитудой на Среднем Урале происходили ранее лишь дважды. Согласно историческим сведениям самым первым инструментальным наблюдениям первое из них произошло в 1798 году в окрестностях Перми [2], второе – в 1914 году близ Первоуральска (Билимбай). В шкале магнитуд M_{LN} , использовавшейся для расчета магнитуд исторических землетрясений, данное событие оценивается как 4.5.

Землетрясение 18 октября было зарегистрировано 10 станциями Уральской сейсмологической сети (УСС) [5]. Сейсмограммы события представлены на рисунке 1. Инструментальные данные с сейсмических станций позволили определить параметры очага землетрясения (табл.1). Также событие было записано сетью удаленных станций ГС РАН [6] и KNDC (Казахский национальный центр данных) [4]. Результаты определения параметров очага этими агентствами также представлены в таблице.

Таблица

Параметра очага землетрясения по данным разных агентств

Дата Время, UTC	Широта, градусы	Долгота, градусы	Глубина, км	Магнитуда	Агентство
2015.10.18 21:44:55	57.12±0.04	59.05±0.11	12	$M_L=4.7\pm0.2$	УСС
2015.10.18 21:45:55	57.13	58.83	5	$m_B=4.1$	ГС РАН
2015.10.18 21:44:51	56.63	59.56	0	$m_B=4.4$	KNDC

Землетрясение охватило практически весь Средний Урал. В первые дни после события в эпицентральной зоне специалистами ГИ УрО РАН и ГС РАН был проведен сбор макросейсмических данных. Значительная часть анкет была получена в результате личного опроса местных жителей. Опрос очевидцев проводился в магазинах, библиотеках, администрациях и пожарных службах в ближайших к эпицентру населенных пунктах: Бисерть, Старобухарово,

Первомайский, Первомайское, Первоуральск, Билимбай, Крылосово, Новоуткинский, Прогресс, Кузино, Староуткинский, Чусовое, Сылва, Илим, Шалья, Сарга, Сабик, Починок, Тарасково. Данные о макросейсмике также собирались через Интернет-сайт «Сейсмологический мониторинг территории Западного Урала», где жители других населенных пунктов могли ответить на вопросы заочно. Кроме того опросные анкеты были высланы в администрации 50 населенных пунктов, расположенных на периферии зоны сотрясения.

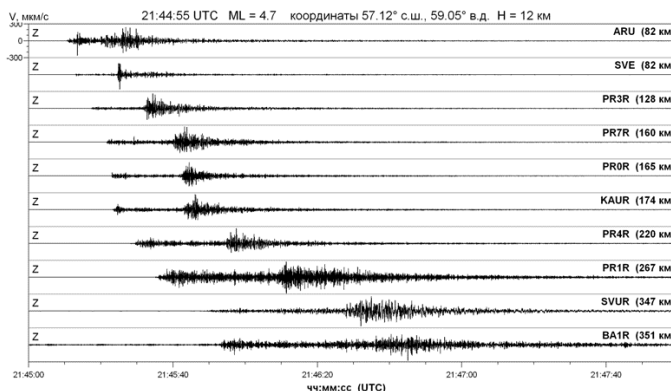


Рис. 1. Сейсмограммы землетрясения 18 октября 2015 г.

Опрос был направлен на выявление характера нескольких аспектов проявлений – ощущений людей во время землетрясения; реакции предметов домашнего обихода на сотрясения; повреждений зданий и сооружений; изменений в окружающей среде. В итоге было собрано более 200 анкет из 85 населенных пунктов. Собранные материалы стали основой для оценки интенсивности сотрясений по шкале MSK-64 [3].

Наиболее сильно землетрясение ощущалось в поселках Сарга и Сабик Свердловской области. Здесь колебания достигали 5 баллов. Ощущали «толчок, вибрацию, будто снег упал с крыши», «гул, грохот, будто в угол дома въехал грузовик». Стекла тряслись, легкие предметы раскачивались. Люди ощущали событие достаточно отчетливо не только в ближних населённых пунктах, но и на расстояниях более 100 км от эпицентра. В Екатеринбурге и ближайших окрестностях очевидцы просыпались от тряски и дрожи, выбегали на улицу. Прохождение сейсмических волн сопровождалось шумовыми эффектами. Домашние животные волновались. В удаленных населенных пунктах (Пермь, Миасс, Златоуст) также ощущалась

тряска и вибрация. Согласно данным органов ГО и ЧС ни в одном населенном пункте жертв и разрушений нет.

В дальнейшем по данным отдельных анкет была установлена интенсивность в пункте наблюдения каждого очевидца. Анкеты очевидцев из одного населенного пункта группировались, и определялась средняя интенсивность для этого населенного пункта. По совокупности всех данных была построена карта макросейсмического поля (рис.2).

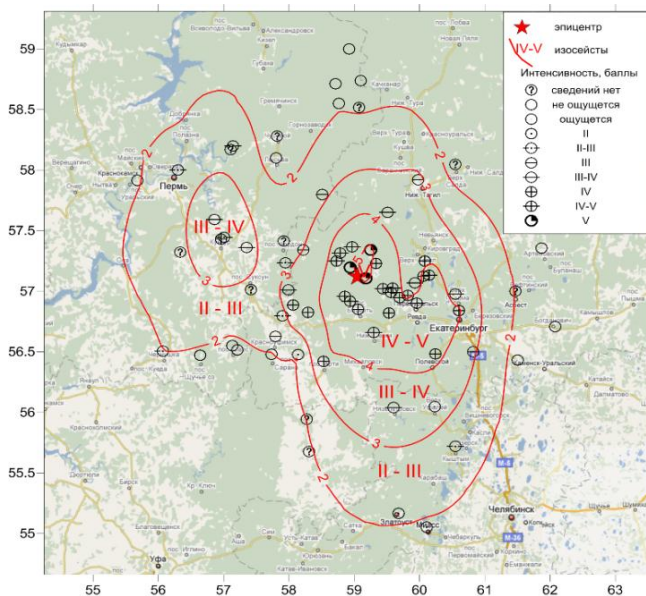


Рис. 2. Карта макросейсмического поля

Все данные говорят о том, что событие является природным тектоническим землетрясением. Это подтверждается формами, полученных сейсмических записей, характером пространственного распределения макросейсмических эффектов. Волновые формы на всех сейсмических станциях не содержат поверхностных волн, четко отмечаются вступления объемных волн. В макросейсмическом поле снижение интенсивности с расстоянием от очага события в среднем достаточно точно соответствует модели распространения сейсмического эффекта для Урала, Восточно-Европейской платформой и Западно-Сибирской плиты [1]. Все это указывает на глубокий характер события.

Литература

1. Гусева Н.С. Анализ макросейсмических эффектов землетрясения 18 октября 2015 г. на Среднем Урале // Сборник научных материалов XVII Молодежной научной школы по геофизике. Екатеринбург, 2016.
2. Новый каталог сильных землетрясений на территории СССР с древнейших времен до 1975 г. М.: Наука, 1977. 535 с.
3. Сейсмическое районирование СССР / под ред. С.В. Медведева. М.: Наука, 1968. 476 с.
4. Казахстанский национальный центр данных. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.kndc.kz>.
5. Сейсмологический мониторинг Западного Урала [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://pts.mi-perm.ru/region/index.htm>.
6. Службы Срочных Донесений Геофизической службы РАН. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ceme.gsras.ru>.

РЕНТГЕНОФЛУОРЕСЦЕНТНЫЙ СПЕКТРОМЕТР ДЛЯ РАЗВЕДОЧНЫХ И ДОБЫЧНЫХ РАБОТ

О.С. Ефименко, Е.Н. Диханов, С.А. Ефименко

ТОО «Корпорация Казахмыс», молодые ученые, serg_yef@mail.ru
Научный руководитель: д.т.н., профессор В.С. Портнов

Аннотация: разработана современная модификация полевого **EDXRF** спектрометра РПП-12 для опробования руд на шахтах ПО «Жезказганцветмет». Она оснащена: SDD детектором; беспроводной схемой передачи сигнала, операционной системой Android (смартфон вместо блока обработки), GPS модулем, фотокамерой, системой самодиагностики.

Ключевые слова: медное месторождение Жезказган, энергодисперсионный рентгенофлуоресцентный спектрометр.

XRF SPECTROMETER FOR RECONNAISSANCE AND BOOTY WORKS

O.S. Yefimenko, Ye.N. Dikhanov, S.A. Yefimenko

JCS «Kazakhmys Corporation», Young Researchers, serg_yef@mail.ru
Research Supervisor: Doctor of Technical Sciences, Professor V.S. Portnov

Abstract: modern modification of the field EDXRF spectrometer of RPP-12 is worked out for the assay of ores on mines PA «Zhezkazgantsvetmet». It is equipped: SDD by a detector; by the bluetooth transmission of signal, operating system Android (smartphone instead of block of treatment), GPS module, photo camera, system of self-diagnose.

Key words: *copper deposit Zhezkazgan, EDXRF spectrometers.*

Обеспечение разведочных и очистных работ на шахтах Горно-производственного комплекса – ПО «Жезказганцветмет» ТОО «Корпорация Казахмыс» оперативной и достоверной информацией и вещественном и валовом составе руд была и остается актуальнейшей задачей. Она решается с 1979 года с помощью энергодисперсионных рентгенофлуоресцентных (EDXRF) спектрометров.

Мировой рынок носимых EDXRF спектрометров очень велик. Упомянем для примера фирмы Innov-X Systems, Inc. и Thermo Scientific Niton, которые настойчиво пытаются завоевать рынок России и Казахстана. Напомним о том, что зарубежные полевые EDXRF спектрометры создавались для анализа сплавов черных и цветных металлов. Такие металлы представляют собой гомогенные среды. Во имя достижения высокой чувствительности к примесям, в спектрометрах была максимально уменьшено фокусное пятно. Но рынок сплавов не безразмерен, поэтому производители переориентировались на горный сектор цветной металлургии, перенесли на него все методические наработки. Но руды месторождений цветных металлов являются гетерогенными, а не гомогенными, средами. На таких средах небольшой размер фокусного пятна спектрометра является большим минусом и ведет к снижению представительности опробования и анализа.

В ТОО «Корпорация Казахмыс» при выборе EDXRF спектрометров для обслуживания геологоразведочных и очистных работ предпочтение с самого начала было отдано казахстанскому производителю ТОО «Аспап Гео» [1,2]. У данной фирмы уровень математического, методического и программного обеспечения, заложенного в EDXRF спектрометры, чрезвычайно высок. Также важно, что фирма обеспечивает запуск аппаратуры «под ключ», максимально адаптирует её к горным условиям, вещественному составу руд, оперативно сопровождает свою аппаратуру в течение всего срока ее службы на горном предприятии.

С 1998 года на шахтах ПО «Жезказганцветмет» используется спектрометр РПП-12. РПП-12 – это 4 (Cu, Pb, Zn, Fe) определяемых элемента; радионуклид Cd-109 или Pu-238; пропорциональный детектор СИ-13Р. РПП-12 (рис.а) максимально адаптирован к специфике ведения горных работ (вертикальные сечения опробования забоев, высотой до 8 м) и отличается большой живучестью (датчик, упавший с большой высоты на почву выработки, восстанавливался за 48 ч). Сейчас на шахтах объединения работают 18 бригад рентгенорадиометрического опробования (РРО) забоев. Впоследствии

РПП-12 были запущены в работу на рудниках и карьерах ПО «Балхашцветмет» и ПО «Карагандацветмет» корпорации.

С годами ужесточились требования безопасности при проведении РРО и повысились требования к информативности и точности данных РРО. Развернутый список включал такие требования, как: а) максимально уменьшить время пребывания бригады РРО у забоя; б) увеличить список элементов, определяемых в процессе РРО; в) повысить точность и представительность данных РРО; г) обеспечить привязку сечений РРО (например, к ближайшей маркшейдерской точке). Эти требования были переданы руководству ТОО «Аспап Гео» и были приняты к реализации.

В соответствии с новыми требованиями, в ТОО «Аспап Гео» были разработана современная модификация полевого спектрометра РПП-12 (рис.б).

Во-первых, были решены вопросы техники безопасности. Отказались от передачи сигнала от датчика к блоку обработки результатов по кабелю (рис.а), и перешли на беспроводную (bluetooth) схему передачи сигнала (рис.б). Операторы на датчике и пульте теперь не связаны кабелем и гораздо более свободны в своих передвижениях в случае, если в горной выработке, где производится РРО забоя, возникает опасная ситуация. Более того, оператор на пульте теперь находится не в 2-3 м от забоя, а на некотором расстоянии от него и под защитой опорного, например, целика.

Во-вторых, отказались от пропорционального детектора излучений, и перешли на кремниевый дрейфовый детектор (SDD) с коллиматором. Тем самым, значительно повысили точность РРО и расширили список определяемых элементов.

В-третьих, перешли на узел управления и обработки информации на базе операционной системы Android (смартфоны, планшеты, часы), чем обеспечили высокое быстродействие и гибкость программного обеспечения, возможность голосового управления прибором, а также реализацию дополнительных возможностей: документирование результатов РРО: фотографирование, определение координат сечения РРО с использованием GPS модуля; оперативную передачу данных при наличии сети; защита РПП-12 от несанкционированного использования за счет многоступенчатой системы доступа; запись результатов РРО, спектров, режимов работы РПП-12 и прочего с возможностью передачи этой информации по USB порту в персональный компьютер, ноутбук или флэш-накопитель; система самодиагностики. Смартфон (емкости его аккумулятора достаточно на полную смену) выполнен в специальном защитном

исполнении. При работе на крутопадающих рудных телах, когда горная выработка или забой опробуется горизонтальными сечениями, и поисковых маршрутах с таким РПП-12 может работать один специалист.

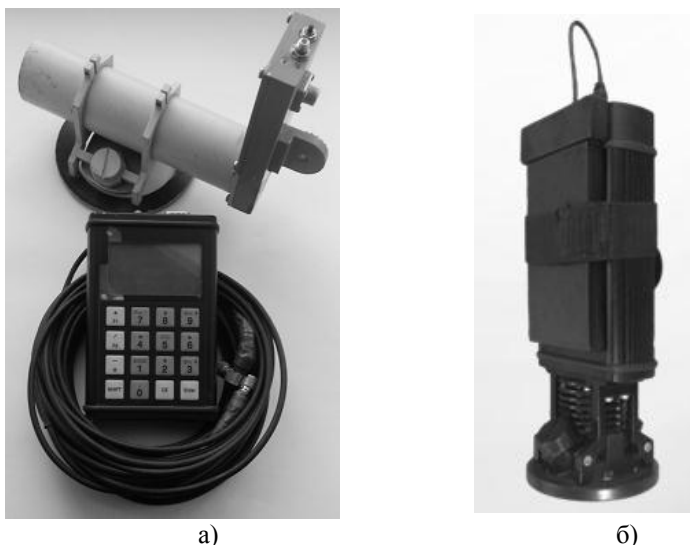


Рис. Линейка полевых EDXRF спектрометров РПП-12
а – базовый вариант, б – SDD/радионуклид

Спектрометр РПП-12 (вариант SDD/радионуклид) оснащен устройством для крепления штанг. SDD детектор имеет площадь 25 мм^2 с термоохлаждением и энергетическим разрешением 140 эВ. В случае использования радионуклида Pu-238 (можно Fe-55 и Cd-109) РПП-12 определяет не менее 12 элементов (Cu, Zn, Pb, Fe, Ba, K, Ca, Ti, Mn, Ni, As, Sr).

В таком варианте он сейчас работает в АО «Жайремский ГОК» ТОО «Kazzinc Holdings». В датчик устанавливается либо 1, либо 2 (желательно) радиоактивных источника Pu-238. Экспозиция измерений в точке 5 секунд. Время непрерывной работы 5 часов (допускается горячее подключение дополнительных аккумуляторов). РПП-12 обеспечивает многоэлементное РРО в интервале содержаний от $n \cdot 10^{-3}\%$ до 100%. Программное обеспечение осуществляет точное нахождение истинных интенсивностей аналитических линий элементов. Для учета матричных эффектов используются алгоритмы фундаментальных параметров. Три таких РПП-12 уже поступили на

шахты KAZ Minerals. Вскоре, новый РПП-12 поступит в ПО «Жезказганцветмет» и на другие горные предприятия ТОО «Корпорация Казахмыс».

Литература

1. Ефименко О.С., Диханов Е.Н., Ефименко С.А. Рентгенорадиометрическое опробование руд на шахтах ТОО «Корпорация Казахмыс» с помощью спектрометров РПП – 12 // Стрoение литосферы и геодинамика: Материалы XXVI Всероссийской молодежной конференции (г. Иркутск, 20-25 апреля 2015 г.). Иркутск, Институт земной коры СО РАН, 2015. С. 72-73.
2. Yefimenko S, Yefimenko O, Makarov D. Environmental nuclear-geophysical ore monitoring in mines of Corporation Kazakhmys PLC // Journal of Environmental Science and Health, Part A, 2014. V.49, № 10. P. 1163-1170.

**ФИЗИКО-ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ БОЛЬШЕ-
СОСЬВИНСКОГО РУДОПЕРСПЕКТИВНОГО УЧАСТКА
МЕДНО-ЦИНКОВОГО ОРУДЕНЕНИЯ
СЕВЕРНОГО УРАЛА**

М.И. Житникова

*Исовский геологоразведочный техникум,
студент 4 курса, diner74@mail.ru
Научный руководитель: Т.Г. Динер*

Аннотация: в статье рассматривается физико-геологическая модель Больше-Сосьвинского участка и связь физических полей с медно-цинковым оруденением.

Ключевые слова: физико-геологическая модель, медно-цинковое оруденение, геофизические аномалии.

**PHYSICO-GEOLOGICAL MODEL OF SOSVA
POTENTIALLY ORE-BEARING AREA COPPER-ZINC
MINERALIZATION OF THE NORTHERN URALS**

M.I. Zhitnikova

*Isovsky Geological Prospecting College,
4th year Student, diner74@mail.ru
Research Supervisor: T.G. Diner*

Abstract: the article considers the physico-geological model of Sosva area and the connection of physical fields with copper-zinc mineralization.

Key words: physico-geological model, the copper-zinc mineralization, geophysical anomalies.

Больше-Сосьвинский участок расположен в северной части Тагильской структурно-формационной мегазоны в Северо-Сосьвинском потенциально колчеданосном районе с медно-цинковой специализацией. В районе работ имеется многочисленное количество проявлений, пунктов минерализации меди. Руды Больше-Сосьвинского проявления вкрапленные и гнездово-вкрапленные. Минерализация представлена халькопиритом, сфалеритом, пиритом и приурочена к туфам смешанного состава с обломками андезитобазальтов и риолитдацитов [1].

Физические свойства, измеренные при проведении геофизических работ, определяют морфологию и интенсивность физических полей. Повышенные значения магнитных компонент обусловлена пиритовой минерализацией в процессе контактово-гидротермального метаморфизма [2]. Породы участка имеют широкий диапазон удельных электрических сопротивлений, значения которых колеблются от десятков до тысяч Ом*м и во многом зависят от содержания электропроводящих сульфидов. Значение плотности горных пород варьирует в пределах 2,64-2,86 г/см³. Породы кислого состава имеют, плотность 2,66-2,68 г/см³ [3].

В пределах данного блока пород, выделяются петрофизические слои мощностью в несколько десятков метров с избыточной плотностью 0,1-0,15 г/см³ (рис.). Повышение плотности увязывается с повышением содержания сульфидов до 10-15%. По данным детальной гравиметрической съемки в пределах участка, подтверждено наличие локальной аномалии силы тяжести, пространственно совпадающей с интенсивным аномальным ореолом метода ВП. Плотные (сульфидизированные) объекты отмечаются на глубинах не более 150-200 м. Падение петроплотностных слоев толщи пород на восток под углами 40-45°. В пределах участка по данным гравиразведки и магниторазведки прослежен контур потенциально продуктивного комплекса пород, по результатам метода ВП выделены зоны сульфидной минерализации, участки повышенной мощности кор выветривания, тектонические нарушения (по комплексу методов). В целом на участке породы преимущественно среднего состава.

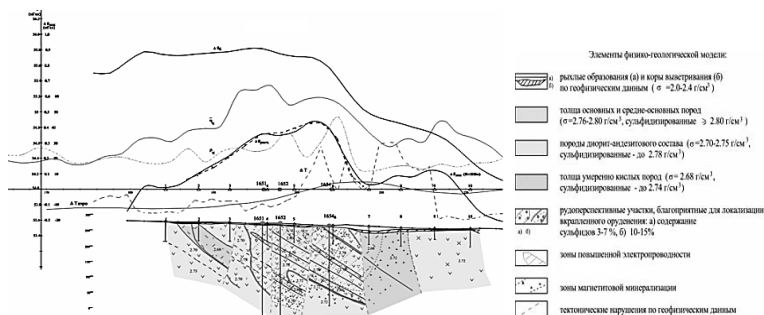


Рис. Физико-геологическая модель Больше-Сосвинского участка

В пределах блока пород выделяется магнитный объект, обусловленный совместным влиянием субвулканического тела андезитов и мелкими интрузиями диоритов. Магнитоактивное тело характеризуется крутыми углами падения на запад и восток. По данным аэромагнитной съемки эпицентр магнитных масс смещается к востоку. Околорудные метасоматиты с вкрапленностью сульфидов характеризуются значениями кажущейся поляризуемости до 10-15%; значениями приращения магнитного поля ΔT от -100 до -300 нТл.

Наиболее плотные породы залегают в верхней части разреза и падают на восток под углом порядка 35° , с глубиной до нижней кромки от 100 до 250 м в центральной части гравитационной аномалии, представлены преимущественно базальтами, андезито-базальтами и их туфами. Средняя плотность толщ 2,78-2,80 г/см³. Участки наиболее плотных пород (до 2,90-2,95 г/см³) концентрируются на горизонтах до 100-200 м. Данные результаты увязываются с зонами повышенной сульфидной минерализации, до 10-15%. Отмеченная выше толща пород с высокими плотностными характеристиками при расчетах компенсирует подавляющую часть локальной гравитационной аномалии.

К западу от толщи основных пород, фрагментарно выделяются породы с относительно пониженными плотностными характеристиками, $\sigma_{\text{ср}} = 2,72 \text{ г/см}^3$. Над породами отмечается аномалия ВП, интенсивностью 2-2,5% и пониженное магнитное поле. Измененные породы андезитового состава с содержанием сульфидной минерализации 3-5%.

На крайнем западе разреза предполагается область легких масс с $\sigma = 2,66-2,68 \text{ г/см}^3$, которая образует гравитационный минимум, интенсивностью от 0,4 до 0,6 мГал, сопряженный с относительно изрезанным магнитным полем пониженной интенсивности.

Гравитационный минимум отождествляется с породами кислого состава с рассеянной сульфидной минерализацией.

Восточная часть разреза представлена преимущественно туфогенно-вулканогенными породами среднего состава плотностью 2,70-2,74 г/см³.

Таким образом, по результатам моделирования физических полей рудоперспективные участки, благоприятные для медно-цинкового оруденения, контрастно выделяются в физических полях.

Литература

1. Контарь Е.С., Либарова Л.Е. Металлогения меди, цинка, свинца на Урале. Екатеринбург: Уралгеолком, 1997. 233 с.
2. Медноколчеданные месторождения Урала. Условия формирования. / Под. Ред. С.Н.Иванова и В.А.Прокина. Екатеринбург: УрО АН СССР, 1992. 306 с.
3. Физические свойства горных пород и полезных ископаемых (петрофизика): Справочник геофизика. / Под ред. Дортман Н.Б. 2-е изд. М.: Недра, 1984. 455 с.

ОСОБЕННОСТИ ИНТЕРПРЕТАЦИИ СЕЙСМИЧЕСКИХ ДАННЫХ В ПРОГРАММНОМ КОМПЛЕКСЕ OPENDTECT

И.С. Заключнов

Пермский государственный национальный исследовательский университет, магистрант 1 года обучения, i.zaklyuchnov@gmail.com

Научный руководитель: к.г.-м.н., доцент И.Ю. Митюнина

Аннотация: данная статья посвящена возможностям применения свободного программного обеспечения для интерпретации сейсмических данных. Проведен ряд интерпретационных процедур в программе OpendTest.

Ключевые слова: геофизика, сейсморазведка, интерпретация, OpendTest.

SPECIFICS OF SEISMIC INTERPRETATION IN OPENDTECT SOFTWARE

I.S. Zaklyuchnov

Perm State University,

1st year Student Master's Degree Student, i.zaklyuchnov@gmail.com

Research supervisor: Candidate of Geology and Mineralogy,

Reader I.Y. Mityunina

Abstract: *this article is devoted to the possibility of application of free software for seismic interpretation. Some processes of interpretation in Opentect: horizon tracking, pick a major fault plane and division of bright spot into high and low amplitude zones on horizon FS-8 have been performed.*

Key words: *geophysics, seismics, interpretation, Opentect.*

На рынке программного обеспечения для интерпретации сейсмических данных представлено множество различных продуктов. Среди них можно выделить SeisWorks® 3D, DV-SeisGeo, Paradigm Seismic Interpretation software, IHS Kingdom и другие. Представленные продукты имеют закрытый исходный код и обладают очень высокой стоимостью.

В последние годы особый интерес представляют программные продукты с открытым исходным кодом, разработка которых наиболее успешно ведется в среде операционной системы Linux. Одним из таких продуктов с открытым исходным кодом является интерпретационная система Opentect (dGB Earth Sciences B.V.).

Opentect – свободное, мультиплатформенное (Linux, Windows, Apple Mac OS X) программное обеспечение для проведения анализа, обработки, визуализации и интерпретации сейсмических данных. Код Opentect включает в себя как открытую, так и закрытую части. Закрытая часть представляет собой дополнительные коммерческие плагины, разработку которых ведут или спонсируют крупные нефтяные компании [1]. При этом, учебные заведения могут получить специальные академические лицензии, обеспечивающие доступ к коммерческим разработкам Opentect Pro.

Использование открытой части пакета, включающей основные процедуры комплексной интерпретации сейсморазведки и ГИС, является абсолютно бесплатным. Более того, компания dGB Earth Sciences предоставляет для работы тестовые материалы, полученные в различных частях земного шара. Это делает данный программный продукт привлекательным для учебных заведений, не обладающих собственными полевыми материалами.

Целью данной работы являлось изучение возможностей системы Opentect при интерпретации сейсмических данных.

Для решения цели были поставлены следующие задачи: пикирование горизонта в трехмерном пространстве, построение его 3D модели, выделение разломов и разделение яркого пятна на высоко- и низкоамплитудные зоны.

С этой целью автором была осуществлена загрузка сейсмических материалов, полученных при проведении морской сейсморазведки 3D на участке шельфа Северного моря.

Сейсморазведка была выполнена для изучения территории на наличие нефти и газа в нижнеюрских и верхнемеловых отложениях, расположенных в нижней части интервала исследований. Верхние 1200 миллисекунд соответствуют отражениям от отложений, приуроченных к миоцену, плейстоцену и плиоцену.

Все процедуры в программном комплексе Opendtect входят в состав проекта. Проект имеет древовидную структуру и включает в себя следующие элементы: горизонты (2D и 3D), тела, полигоны, сейсмические (Inline Crossline, Z Slice, Volume), ГИС и разломы [2].

Для работы со всеми данными был создан новый проект, в который были импортированы сейсмические данные. Для них были установлены пределы по Inline, Crossline, времени и координаты площади исследований. Импортированные данные были визуализированы в виде слайса по Inline.

На следующем этапе работы проводилась корреляция горизонта. Прослеживание горизонта в программе можно проводить как в двухмерном (2D), так и в трехмерном (3D) пространстве. В данной работе представлен 3D вариант.

Для проведения корреляции в дереве проекта был создан произвольный слайс (Random line). Затем - новый горизонт. Команда New Track позволяет начать прослеживание. Далее был подобран шаг, окно и метод корреляции. Затем была осуществлена корреляция (3D auto-track) горизонта по линии Inline, с варьирующим шагом, зависящим от качества полуавтоматической корреляции. После чего была выполнена корреляция по второму произвольному слайсу, что позволило улучшить её качество. Незначительные пробелы в корреляции были исправлены путем интерполяции методом обратно взвешенных расстояний. Неровности были сглажены медианным фильтром. Результаты корреляции и полученный горизонт представлены на рисунке 1.

На рисунке 2а наблюдается разлом. Для отображения его простирания в пространстве в дереве объектов был создан новый объект «Fault». Затем разлом был отпикирован по Inline 250-180 с шагом 10. После чего были отображены сейсмические данные в пределах разлома (рис.2б).

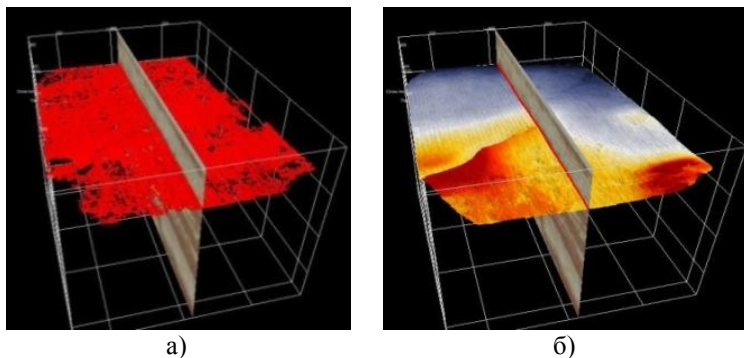


Рис. 1. Модель горизонта: а) после полуавтоматической корреляции; б) после интерполяции и фильтрации

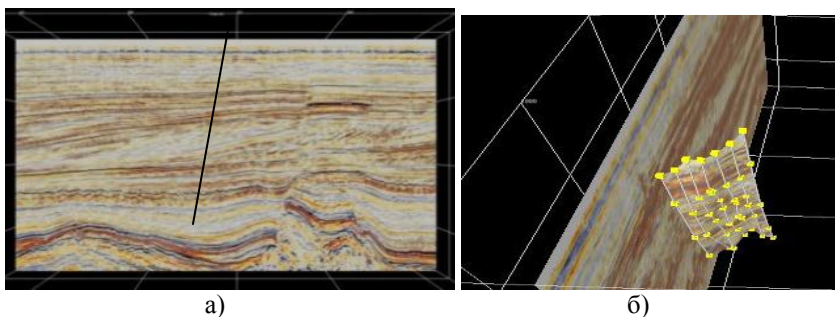


Рис. 2. Прослеживание разлома: а) положение разлома, б) распространение разлом в пространстве

В интервале времён 520-840 миллисекунд расположен горизонт FS-8 (предварительно импортированный в проект), в пределах которого имеется газовая залежь. Как известно, газовые залежи можно выделить методом «яркого пятна». Для анализа атрибутного отклика от «яркого пятна» по исходным сейсмическим данным был рассчитан частотный атрибут Spectral Decomposition (спектральная декомпозиция) по трем частотам: 24, 44 и 64 Гц в окне [-12,12] мс. Затем был создан новый кроссплот зависимости между двумя атрибутами 24 Гц и 44 Гц и на нем выделены участки высоких и низких амплитуд (зоны 1 и 2 соответственно). Впоследствии эти зоны были визуализированы на самом горизонте. Вероятнее всего, выделенные зоны связаны с различием в насыщении или толщине слоя.

В результате проведенной работы были изучены некоторые возможности OpendTest: проведена корреляция горизонта, построена его модель, выделен разлом и «яркое пятно», которое было расклассифицировано на 2 зоны: высоко- и низкоамплитудную.

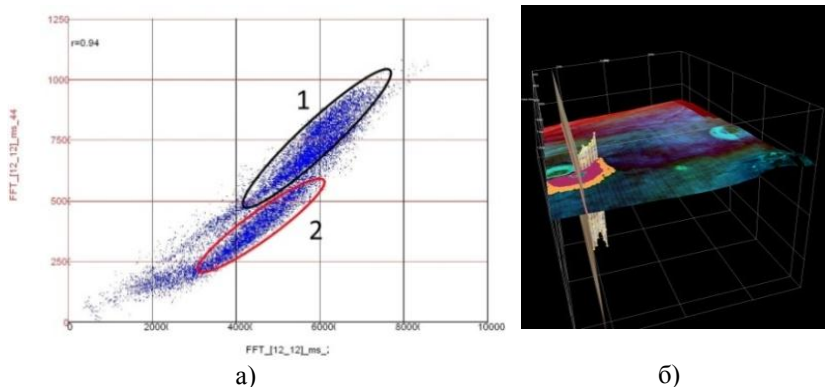


Рис. 3. а) Кросс-плот зависимости атрибутов с частотами 24 и 44 Гц.
б) участки яркого пятна с высокими и малыми значениями амплитуд

В процессе работы с программой были выделены следующие особенности: большое количество бесплатных модулей, возможность подключения передовых коммерческих модулей, доступных при приобретении академической лицензии, простота лицензирования. Таким образом, возможности программы не уступают передовым коммерческим продуктам, имеющим более сложную систему лицензирования и стоимость.

Использование OpendTest в учебном процессе позволит студентам познакомиться с новейшими интерпретационными процедурами и предоставляет отличную площадку для проверки и реализации своих собственных идей.

Литература

1. dGB Earth Sciences B.V., Introduction To OpendTest & OpendTest Pro – training manual (edition November, 2015).
2. Paul de Groot and Bert Bril. The open source model in geosciences and OpendTest in particular. SEG Technical Program Expanded Abstracts, 2005. pp. 802-805. doi: 10.1190/1.2148280.

ПОГРЕШНОСТИ РАСЧЕТА СКОРОСТНОЙ МОДЕЛИ ПО ДАНЫМ МПВ

Е.А. Зарипова, О.А. Лундина

*Пермский государственный национальный исследовательский
университет,*

магистранты 1 года обучения, elenzaripova111@gmail.com

Научный руководитель: д.г.-м.н., профессор Б.А. Спасский

Аннотация: рассмотрен один из случаев выпадения пласта при проведении работ МПВ. Показано, что при небольшом различии скоростей первого и второго пластов, а также малой мощности второго пласта информация о наличии первой преломляющей границы может отсутствовать. Это приводит к погрешностям в построении скоростной модели среды.

Ключевые слова: метод преломленных волн, явление выпадения пласта.

ERROR IN THE CALCULATION OF THE VELOCITY MODEL ON DATA REFRACTED WAVES METHOD

E.A. Zaripova, O.A. Lundina

Perm State University,

1st year Master's Degree Students, elenzaripova111@gmail.com

Research Supervisor: Doctor of Geology and Mineralogy,

Professor B.A. Spassky

Abstract: considered one of the cases of loss layer in the works refracted waves method. Small differences between the velocities of the first and second layers and the small thickness of the second layer causes to a lack of information on the availability of the first refracting interface. This causes to errors in the velocity model.

Key words: refracted waves method, the phenomenon of loss layer.

Сейсмические методы играют важную роль при поисках и разведке месторождений нефти и газа. Основная задача сейсморазведки – получение достоверного изображения изучаемого разреза среды, что должно привести к минимизации геологических рисков на этапе бурения. Одной из основных проблем при этом является учет верхней части разреза (ВЧР), которая существенным образом искажает сейсмическую информацию, приходящую от глубинных целевых горизонтов [2].

Для исключения влияния изменчивости ВЧР в сейсмические трассы вводят специальные статические поправки, расчет которых

осуществляется на основе предварительного изучения скоростей в ВЧР. Для этого используют информацию по данным микросейсмокаротажа (МСК) и по данным метода преломленных волн (МПВ). В настоящее время обычно используются данные времен первых вступлений (прямых и преломленных волн) на сейсмограммах МОВ ОГТ [3].

Обработка материалов МПВ с целью определения статических поправок чаще всего производится приближенным способом встречных прямолинейных годографов. Наблюдаемые годографы осредняются отрезками прямых. Скорость в первом слое вычисляется по угловому коэффициенту годографа прямой волны. Скорости во втором и последующих слоях определяются по угловым коэффициентам преломленных волн с привлечением данных о скорости в первом слое [1].

Однако, в практике проведения работ МПВ возникают случаи, когда головные волны не позволяют выявить наличие акустически жестких границ в разрезе, т.е. происходит выпадение (пропуск) пластов при интерпретации полевых данных. Это может происходить в двух случаях:

1. В разрезе имеется пласт с пониженной скоростью V_2 пробега колебаний относительно вышележащей толщи со скоростью V_1 . А нижележащий пласт обладает повышенной скоростью V_3 относительно второго пласта. В этом случае в области первых вступлений регистрируются годографы прямой волны и головной волны, возникшей от второй преломляющей границы.

2. В разрезе имеется нормальное для МПВ увеличение скоростей с глубиной, когда $V_1 < V_2 < V_3$. Различие скоростей V_1 и V_2 небольшое, или мала мощность второго пласта со скоростью V_2 . При интерпретации годограф, возникший на первой преломляющей границе, будет не виден на фоне колебаний других волн. А в первых вступлениях можно выполнить пикировку годографов прямых волн и головной волны, образовавшейся на второй преломляющей границе.

В обоих случаях информация о наличии первой преломляющей границы отсутствует, и при интерпретации возникают погрешности построения модели среды по данным МПВ. В многослойных средах, могут возникать одновременно оба вида явлений пропуска слоя.

Рассмотрим второй случай явления выпадения пластов. В качестве объекта исследования выбрана трехслойная горизонтально-слоистая модель среды (табл.1).

При заданных фиксированных скоростях в каждом пласте, а также фиксированной мощности первого слоя, варьировались

значения мощности второго слоя до тех пор, пока не был определен их интервал, при котором происходит явление выпадения пласта.

Таблица 1

№ пласта	Мощность пласта Н, м	Скорость в пласте V, м/с
1	100	2000
2	30, 50, 100, 120	2400
3	-	3600

Фактически, для каждого случая была решена прямая задача МПВ, то есть расчет и построение годографов прямой и преломленных волн (рис.1). В ходе исследования было выявлено, что явление выпадения пласта для заданной модели возникает в том случае, когда мощность второго слоя менее 100 м. Это подтверждает то, что при малой мощности второго пласта относительно первого, возникает вероятность того, что годограф, регистрируемый на первой преломляющей границе, будет не виден на фоне колебаний других волн.

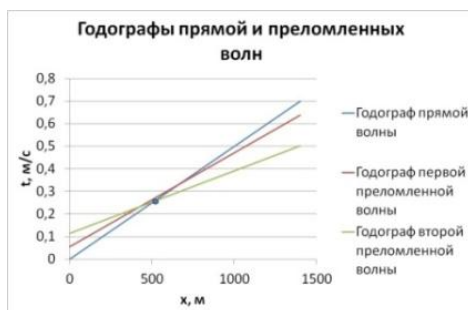


Рис. 1. Пример годографов прямой и преломленных волн, иллюстрирующих выпадение второго пласта

Как известно, небольшое различие скоростей V_1 и V_2 также может вызвать явление выпадения пласта. Для того, чтобы определить интервал скоростей, при котором данное явление имеет место, была выбрана модель среды таким образом, чтобы мощность второго слоя не оказывала своего влияния (табл.2).

Таблица 2

№ пласта	Мощность пласта Н, м	Скорость в пласте V, м/с
1	100	2000
2	120	2100, 2200, 2300, 2400
3	-	3600

В ходе решения прямой задачи МПВ определено, что для заданной модели различие скоростей V_1 и V_2 менее, чем на 400 м/с, приводит к явлению выпадения пласта.

Далее была решена обратная задача МПВ для всех вариантов моделей сред, то есть определение глубины второй (фиктивной) границы, а также расчет скоростей по наклону расчетных годографов.

На основе рассчитанных по данным МПВ глубин и скоростей построены скоростные модели сред, которые сопоставлены с начальными скоростными моделями (рис.2). Рисунок наглядно демонстрирует их различие, что указывает на погрешности в построении модели среды по данным МПВ.

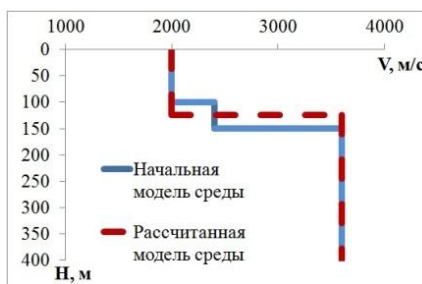


Рис. 2. Пример различия начальных и рассчитанных по данным МПВ скоростных моделей сред

Таким образом, возможность выпадения слоя увеличивается при малом различии скоростей первого и второго пласта. Вероятность выпадения слоя увеличивается для малых по сравнению с мощностью первого пласта значений мощности второго пласта. Для того, чтобы избежать возможных погрешностей и ошибок необходимо проверять данные МПВ с помощью скважин, пробуренных на участке исследования, а также сочетать данные МПВ с данными геологии участка.

Литература

1. Боганик Г.Н., Гурвич И.И. Сейсморазведка. М.: Недра, 2006.
2. Бондарев В.И. Сейсморазведка МОГТ: Курс лекций для бакалавров. Ч. 111. Екатеринбург: Изд-во УГГГА, 1996, 240 с.
3. Спасский Б.А., Митюнина И.Ю. Использование первых волн в сейсморазведке методом отраженных волн для изучения верхней части разреза. М: МГП «Геоинформмарк», 1992. 46 с.

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ЗАКАРСТОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

А.А. Захарова

*Пермский государственный национальный исследовательский
университет, магистрант 1 курса, zacharovaanna0@gmail.com*

Научный руководитель: д.т.н., профессор В.П. Колесников

***Аннотация:** на основе численного моделирования сформирована физико-геологическая модель карстовой полости и рассмотрены возможности выделения различных элементов карстовых образований при использовании современных методов интерпретации электрических полей.*

***Ключевые слова:** электроразведка, численное моделирование, электрическое зондирование, карст.*

NUMERICAL SIMULATION OF ELECTRIC FIELDS IN THE STUDY KARST TERRITORIES

A.A. Zaharova

Perm State University,

1st year Master's Degree Student, zacharovaanna0@gmail.com

Research Supervisor: Doctor of Technical Sciences, Professor

V.P. Kolesnikov

***Abstract:** on the basis of numerical modeling formed physico-geological model of karst cavities and considered the possibility of separating the various elements of karst formations using modern methods of interpretation of electric fields.*

***Key words:** electromagnetic, numerical modeling, electric sounding, karst.*

Карст – процесс выщелачивания растворимых горных пород подземными водами и выноса растворенного вещества через подземные каналы, а также формы рельефа, образующиеся в результате этого процесса.

Эти процессы отрицательно сказываются на строительстве городов, промышленных предприятий, дорог, нефте- и газопроводов. В связи с этим исследованию в области карста в последние годы уделяют повышенное внимание [1,3].

В настоящее время при изучении закарстованных территорий наряду с общегеологическими и гидрогеологическими исследованиями большая роль отводится геофизическим методам. Повышение

эффективности их применения во многом связано с использованием современных физико-геологических и физико-математических средств истолкования наблюдаемых физических полей.

Одними из наиболее широко используемых при изучении карста являются электроразведочные методы. Это объясняется, с одной стороны, наличием контрастности физических свойств карстовых образований относительно вмещающих пород, с другой – простотой методик наблюдений и экономической эффективностью производства работ.

Целью данной работы является изучение особенностей проявления карста в электрических полях и оценка возможности выделения карстовых полостей методами электроразведки.

Для выполнения численного моделирования основное внимание было уделено незаполненному типу карста, с учетом гидродинамических условий, оказывающих влияние на процесс карстообразования.

На основании изученных материалов в программе «Модель 2» была построена физико-геологическая модель незаполненной карстовой полости. Модель была составлена с учетом параметрических данных, полученных по результатам бурения на одном из участков закарстованной территории (рис.1).

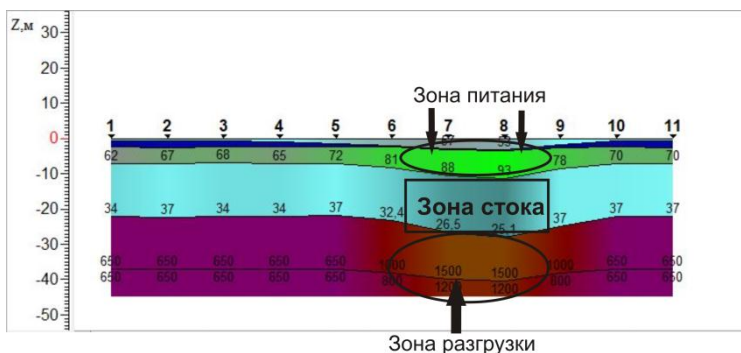


Рис. 1. Физико-геологическая модель незаполненного карста, выполненная в программе «Model 2»

Фоновая часть модели представлена пятислойным разрезом: первый слой мощностью от 0,5 до 3,2 м содержит суглинки, песок, супесь (сопротивление его составляет порядка 43 Ом·м). Второй слой с параметрами $h_2=0.2-2$ м, $\rho_2=10-11$ Ом·м представлен глинами, суглинками. Третий слой, обладающий повышенным

влажностно насыщен, сложен в основном песчаниками. Сопротивление порядка 60–90 Ом·м. Четвертый слой содержит глинистые породы с повышенным содержанием обломочного материала, электрическое сопротивление его 25–37 Ом·м. Пятый слой представляет собой карстующиеся породы (переслаивание гипса, ангидрита) с сопротивлением порядка 650 Ом·м.

В районе ПК. 7-8 на глубине 28–40 м задана незаполненная подземная карстовая полость с характерными сопутствующими факторами, вызывающими ее образование:

1) рыхлые покровные отложения (песок, супесь), обеспечивающие условия инфильтрации наземных вод на глубину (зона питания). Данная зона, характеризующаяся уменьшением влагосодержания рыхлых пород, связанным с интенсивной инфильтрацией подземных вод в карстовую полость, физически должна сопровождаться повышением его удельного электрического сопротивления относительно фоновых значений;

2) наличие области повышенной водопроницаемости нижезалегающего слоя, залегающего под водоносным горизонтом – зона стока, обеспечивающая условия проявлений суффозионных процессов, выщелачивание растворимых пород, контактирующих с подземными водами, вызывая повышение их минерализации и, соответственно, понижение электрического сопротивления.

Аномальность проявления карстовой полости, представляющей геологическое образование, резко отличающееся по электрическим свойствам от ненарушенной части пород, определяется степенью ее обводненности и заполненности. В случае незаполненной карстовой полости, учитывая, что воздух является практически изолятором для электрического тока, она должна отображаться относительным повышением сопротивления.

Результаты численного моделирования (рис.2а,б) выполненного с использованием программ «Модель 2» и «ЗОНД», показывают, что отдельные элементы аномальности карстопроявления, даже при заданной относительно слабой контрастности проявления электрических свойств побочных проявлений, находят косвенное отражение в расчетном поле (рис.2а) и в результатах качественной интерпретации (рис.2б). Однако целостная картина, наиболее уверенно раскрывающая заданную модель, получается, по результатам количественной интерпретации (рис.2в), выполненной в автоматическом режиме с использованием результатов анализа одной параметрической точки зондирования [2].

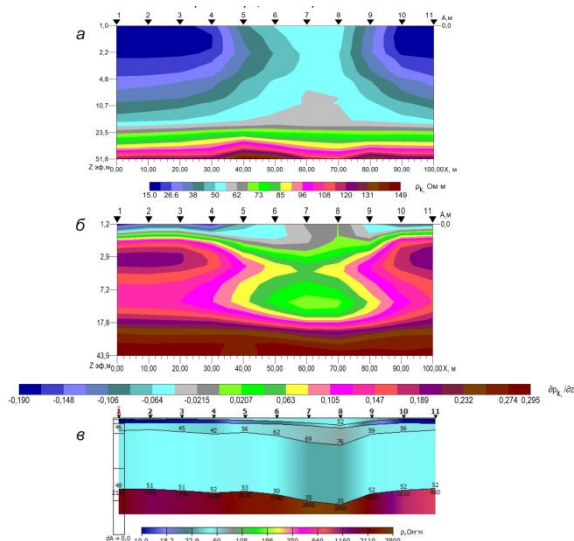


Рис. 2. Пример численного моделирования: результат расчета теоретического поля кажущегося сопротивления по заданной модели среды (а); разрез вертикальной производной кажущегося сопротивления (б); геоэлектрический разрез, полученный в результате автоматической количественной интерпретации электрических зондирований (в).

Выводы: На основе физико-геологической информации о карстовых образованиях была сформирована геоэлектрическая модель закарстованной зоны и с помощью программы численного моделирования изучены особенности проявления аномальной зоны в поле электрических сопротивлений и критерии, сопровождающие наличие карстовых образований. Установлено, что наиболее информативными при поисках карстовых полостей являются разрез вертикальной производной.

Литература

1. Горбунова К.А., Максимович Н.Г. В мире карста и пещер. Пермь: Изд-во ПГУ. Перм. Отд-ние, 1991. 120 с.
2. Колесников В.П. Основы интерпретации электрических зондирований. М: Научный мир, 2007. 248 с.
3. Короновский Н.В., Якушева Н.В. Основы геологии. М., 1991.

СТАТИСТИКА И ЕЕ РОЛЬ ПРИ ВЫДЕЛЕНИИ СЛОЖНОПОСТРОЕННЫХ НЕФТЕГАЗОВЫХ ОБЪЕКТОВ

Е.А. Иванова

*Кубанский государственный университет,
студент 5 курса, xyz1239@mail.ru*

Научный руководитель: к.г.-м.н., доцент Д.П. Земцова

Аннотация: геологоразведка последних лет и полученная информация о региональных и локальных особенностях нефтегазовых залежей говорит о сложной внутренней структуре аномальных объектов. Отмечаются геологические причины неудач, которые выражаются в недостаточной обоснованности выбора участков для поисково-оценочного бурения.

Ключевые слова: статистика, вейвлет-анализ, Восточно-Сибирское море.

STATISTICS AND IT'S ROLE IN THE ALLOCATION OF COMPLEX OIL AND GAS OBJECTS

E.A. Ivanova

Kuban State University, 5th year Student, xyz1239@mail.ru

Research Supervisor: Candidate of Geology and Mineralogy,
Reader D.P. Zemtsova

Abstract: geological exploration of the past few years and received information on the regional and local features of oil and gas deposits noted a complex internal structure of the anomalous objects. Marked geological causes of failures, which are expressed in the lack of validity of the choice of sites for exploration and appraisal drilling.

Key words: statistics, wavelet analysis, East-Siberian Sea.

Целевое назначение работы – расширение информационной базы данных на основе применения комплексных многометодных технологий с учетом современных концепций нефтегазообразования. Применение технологий осуществлялось на основе статистической обработки геофизических полей.

В работе приведен результат анализа различных концепций нефтегазообразования, факторы, способствующие размещению в осадочном чехле месторождений (рис.1). К ним относятся: эндогенные и флюидодинамические процессы, наличие системы разломов, субвертикальные зоны деструкции горных пород [1,2].

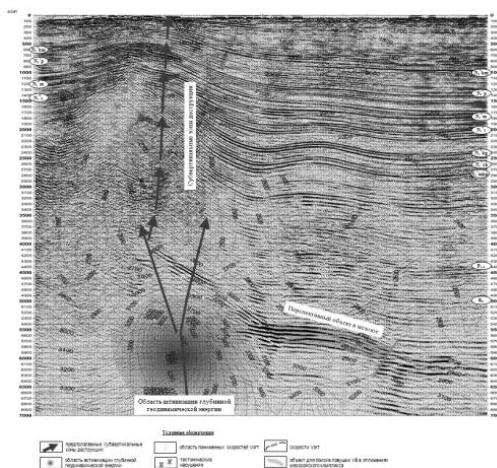


Рис. 1. Выделение субвертикальных зон деструкции и возможных ловушек УВ в глубоких интервалах разреза Тиздар-море

Указанная информация использовалась на этапе поиска геолого-геофизических критериев разномасштабных неоднородностей, характеризующих объект, содержащий залежь и особенности геодинамики среды. Интерпретационная обработка данных осуществлялась в 2 этапа:

1. Мультипликативные преобразования волновых полей МОГТ, определение диагностически значимых атрибутов, построение разрезов классификации (рис.2). Выделение зон с улучшенными коллекторскими свойствами. При этом, кроме стандартных атрибутов волновых полей в анализ включены характеристики энтропии и анизотропии сейсмической записи [3]. Последние, после соответствующей обработки, подтверждают влияние глубинных динамических процессов на формирование нефтегазовых залежей.
2. Выделение аномальных участков, связанных непосредственно с залежью, определение критериев образа залежи. Использование комплексных геолого-геофизических технологий [5,6].

В качестве примера автором рассмотрен результат применения комплексных геофизических технологий, нацеленных на выявление образов залежи в пределах одной из «виртуальных» скважин, расположенных в пределах Восточно-Сибирского моря [4]. Полученный результат позволил высоко оценить потенциальные возможности целевых комплексов. Наличие пути совершенствования комплексных геофизических технологий в направлении геолого-

геофизических образов обнаружения относительно крупных нефтегазовых залежей и селекции по составу флюидонасыщения.

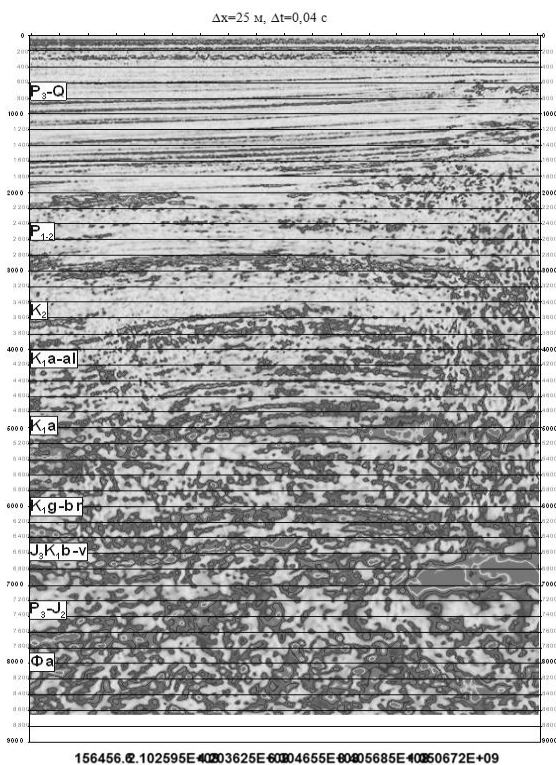


Рис. 2. Вейвлет преобразование Морле 4 (энергия). Окно 9×9

Работа выполнена в рамках сотрудничества Кубанского Государственного Университета и ОАО «СоюзМорГео».

Литература

1. Готтих Р.П., Писоцкий Б.И. Роль эндогенных флюидов в формировании углеродосодержащих пород в геологическом разрезе нефтегазоносных провинций. ДАН РФ, 2006. С. 534-539.
2. Карасевич А.М., Земцова Д.П., Никитин А.А. Новые технологии геофизических исследований при поисках и прогнозе углеводородного сырья. М.: Страховое ревью, 2010. 140 с.

3. Малла С. Правила и комментарии к пользованию окном «параметры вейвлет-разложения», «Вейвлеты в обработке сигналов». М.: Мир, 2005.
4. Никитин А.А., Петров А.В., Алексашии А.С. Комплекс спектрально-корреляционного анализа данных «Коскад 3Д». РГГРУ. М.: 2008.
5. Патент на изобретение № 2559123. Способ оценки низкочастотной резонансной эмиссии геодинамического шума. 10.06.2015. Карасевич А.М., Земцова Д.П., Никитин А.А.
6. Патент на изобретение № 2567434. Способ обработки и интерпретации сейсмических данных. Никитин А.А., Земцова Д.П.

МАГНИТНАЯ ВОСПРИИМЧИВОСТЬ БИТУМОНОСНЫХ ОСАДОЧНЫХ ПОРОД ШЕШМИНСКОГО ГОРИЗОНТА УФИМСКОГО ЯРУСА НА ПРИМЕРЕ СКВАЖИН ЧЕРЕМШАНО-БАСТРЫКСКОЙ ЗОНЫ (РЕСПУБЛИКА ТАТАРСТАН)

И.И. Идрисов

*Казанский (Приволжский) федеральный университет,
Институт геологии и нефтегазовых технологий,
студент 3 курса, idrisovilyas95@inbox.ru*

Научный руководитель: д. г.-м.н., доцент Н.Г. Нургалиева

***Аннотация:** в настоящей работе представлены результаты каппаметрии битуминозных осадочных пород шешминского горизонта уфимского яруса на примере скважин Михайловской, Ольховско-Южно-Чумачкинской и Верхне-Кармальной площадей Черемшано-Бастрыкской зоны РТ.*

***Ключевые слова:** магнитная восприимчивость, битумы, каппаметрия.*

MAGNETIC SUSCEPTIBILITY OF BITUMINOUS SEDIMENTARY ROCKS SHESHMINSKOGO HORIZON UFIMSK LAYER ON THE EXAMPLE OF WELL CHEREMSHAN BASTRYKSKOY ZONE (REPUBLIC OF TATARSTAN)

I.I. Idrisov

*Kazan Federal University, Institute of Geology and Petroleum
Technology, 3^d year Student, idrisovilyas95@inbox.ru*

Research Supervisor: Doctor of Geology and Mineralogy, Reader
N.G. Nurgaliyeva

Abstract: this paper presents the results of magnetic susceptibility measurements bituminous sedimentary horizon sheshminkogo Ufa tiers on the example of Michael wells Olkhovskaya-South-Chumachkinskoy and Upper Karmalskoye areas Cheremshano-Bastrykskoy RT-zone.

Key words: magnetic susceptibility, bitumen, magnetic susceptibility measurements.

В настоящей работе представлены результаты каппаметрии битуминозных осадочных пород шешминского горизонта уфимского яруса на примере скважин Михайловской, Ольховско-Южно-Чумачкинской и Верхне-Кармальной площадей Черемшано-Бастрыкской зоны РТ.

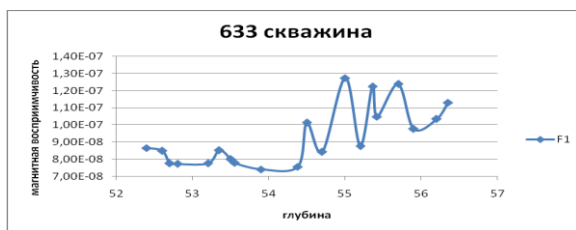
Магнитная восприимчивость (МВ) определяется содержанием минералов, обладающих ферромагнитными и парамагнитными свойствами. Концентрация таких минералов не одинакова на разных стратиграфических уровнях, что позволяет проводить расчленение осадочных толщ по параметру МВ.

Целью каппаметрии явилось получение данных по магнитной восприимчивости (МВ) как одной из петромагнитных характеристик для литостратиграфической идентификации шешминских отложений.

При этом основной задачей исследования явилось получение графиков вариаций МВ по разрезу, сложенном битумонасыщенными песчаными породами, для которых в той или иной степени характерна пиритизация.

Для измерений МВ использовался каппа-мост (прибор для лабораторных измерений анизотропии магнитной восприимчивости) MFK1-FB (производство AGICO, Брно, Чехия). В результате исследований образцов были получены значения МВ в ед. СИ.

На рисунке показаны вариации значений магнитной восприимчивости для скважин трех указанных площадей.



а)



б)



в)

Рис. Вариации МВ: а) Ольховско-Южно-Чумачкинская площадь; б) Михайловская площадь; в) Верхне-Кармальская площадь

Из рисунка видно, что более высокие значения МВ характерны для пород скважины 27 ($1.5E-07$ – $3.5E-07$ ед. СИ). Породы скважин 633 и 126 характеризуются близкими интервалами значений МВ ($7E-08$ – $1.4E-07$ ед. СИ).

Таким образом, можно предположить о литологической идентичности песчаников скважин 633 и 126, и литологическом и, вероятно, стратиграфическом, отличии песчаников в 27 от песчаников в 633 и 126.

Полученные значения МВ соответствуют значениям, характерным для уфимских отложений. При этом в скважинах 633 и 126 фиксируются значения (спад МВ), больше характерные для верхних частей шешминского горизонта [1,2].

В скважине 633 отмечаются две зоны МВ: повышенные значения в нижней части и пониженные значения — в верхней части. В скважине 126 колебания МВ с большей амплитудой отмечаются в нижней и прикровельной части разреза и с меньшей амплитудой в центральной части разреза.

В скважине 27 отмечается тренд падения значений МВ вверх по разрезу с резкой аномалией в интервале 229–230 м. Эта аномалия может указывать на определенную палеогеографическую перестройку бассейна седиментации.

Построение литолого-стратиграфических колонок позволит более точно ответить на вопросы о цикличности строения разреза и положении палеогеографических уровней.

В дальнейшем также планируется провести термокаппаметрию для оценки степени содержания пирита в породе и заключается в измерениях МВ до и после нагрева. Магнитная восприимчивость, измеренная после нагрева (термокаппа) измеряется после прогрева образцов до температуры 500[°]С в воздушной среде в течение часа. В результате температурного воздействия кристаллическая структура парамагнитного пирита претерпевает фазовый переход и замещается магнетитом. Для оценки количественного содержания пирита используют прирост магнитной восприимчивости (dMB) после нагрева.

Литература

1. Гришианов А.Н., Гужиков А.Ю., Ельцина Г.Н., Молостовская И.И., Харитонов Т.В. Использование петромагнитных критериев для расчленения разрезов уфимского яруса и обоснования границы между соликамским и пешминским горизонтами в соликамской впадине // Известия высших учебных заведений, Москва, 1997. С. 19-25.
2. Суринский А., Гужиков А.Ю. Использование петромагнитного метода при исследованиях керна и шлама разведочных и эксплуатационных скважин // Четвертый молодежный инновационный форум Приволжского федерального округа Конкурс научно-технического творчества молодежи. Ульяновск, 2015.

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ И ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ НА ПРИМЕРЕ БЕЛЬСКОГО НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Н.В. Князев

***Пермский государственный национальный исследовательский
университет, магистрант 1 года обучения, knayzevnikita@mail.ru***

Научный руководитель: д.т.н., профессор В.П. Колесников

Аннотация: на основе численного моделирования выделены характерные особенности проявления в электрических и электромагнитных полях физико-химических процессов сопровождающих нефтяное месторождение.

Ключевые слова: электроразведка, численное моделирование, электрическое зондирование, магнитотеллурическое зондирование.

NUMERICAL MODELING OF ELECTRIC AND ELECTRO-MAGNETIC FIELDS BY THE EXAMPLE OF BELSKY OIL FIELD

N.V. Knyazev

Perm State University,

1st year Master's Degree Student, knayzevnikita@mail.ru

Research Supervisor: Doctor of Technical Sciences,

Professor V.P. Kolesnikov

Abstract: *characteristic features of physical and chemical processes going in the oilfield in electrical and electromagnetic fields were determined by using numerical modeling.*

Key words: *electromagnetic, numerical modeling, electrical sounding, magnetotelluric sounding.*

Поиски и разведка нефти и газа, которые являются природными энергетическими продуктами, а также важным сырьем для химической промышленности, являются одной из наиболее актуальных задач.

В качестве основного геофизического метода для поисков нефтяных месторождений в настоящее время используется метод сейсморазведки. Однако применение этого метода связано с большими трудозатратами, высокой стоимостью работ и рядом других проблем.

В связи с этим в последние годы в мировой практике, в том числе и в нашей стране, активно ведутся разработки новых геофизических подходов к поискам и разведке залежей углеводородов, направленные на повышение экономической эффективности ведения данных работ.

Одними из перспективных в этом направлении являются методы электротетрии, обладающие возможностью использования различного рода электрических и электромагнитных полей, несущих информацию о широком наборе существующих электромагнитных свойств пород.

Целью данной работы являлось изучение возможностей численного моделирования для оценки и прогноза, возможных нефтепроявлений в электрических и электромагнитных полях.

При формировании залежи нефти происходит преобразование вмещающих горных пород, что влияет на их физические и геохимические свойства.

Исследование проведено с учетом данных полученных в результате электроразведочных работ выполненных НИЧ ПГНИУ на

качественной интерпретации были построены карты, разрезы, 3D изображения поля значений электрического сопротивления.

Анализ разрезов кажущегося сопротивления показал закономерное увеличение с глубиной значений электрического сопротивления от 10 Ом·м до 1000 Ом·м. На фоне общего повышения сопротивления выделены три аномальные зоны с удельным электрическим сопротивлением 1500-2000 Ом·м, соответствующие зонам миграции углеводородов. Эти зоны прослеживаются до эффективной глубины 200 м и вполне согласовываются с исходной физико-геологической моделью среды.

На разрезе вертикальных производных, помимо высокоомных аномалий в нижней части разреза, связанных с миграцией углеводородов, прослежены области пониженных сопротивлений в верхней части разреза, согласующиеся с заданными зонами пиритизации пород.

Обработка данных МТЗ по системе Зонд на данное время включает пока только качественную интерпретацию. Полученные в результате ее разрезы кажущегося сопротивления показали хорошую согласованность их с соответствующими данными метода ВЭЗ.

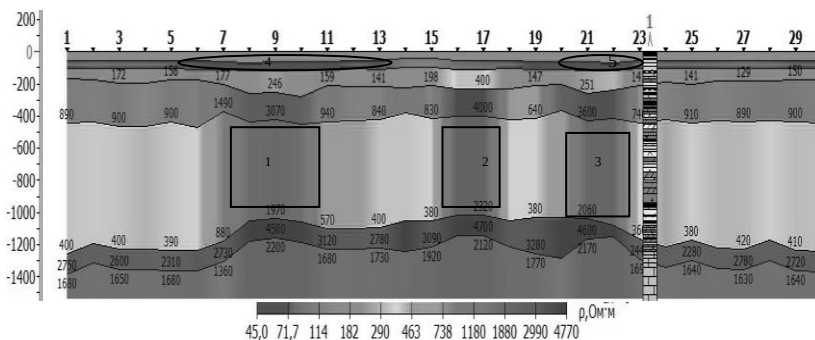


Рис. 2. Геоэлектрический разрез по профилю 5

Результаты количественной интерпретации электрических зондирований представлены в виде геоэлектрических разрезов, один из которых приведен на рисунке 2. На нем мы отчетливо видим закономерное увеличение электрического сопротивления с глубиной от 180 Ом·м до 4700 Ом·м. На фоне общего повышения сопротивления отчетливо выделяются три аномальные зоны с удельным электрическим сопротивлением 1900-3000 Ом·м, соответствующие зонам миграции углеводородов. Эти зоны прослеживаются до эффективной глубины 200 м и вполне согласуются с исходной физико-

геологической моделью среды. Во втором слое выделены низкоомные зоны с сопротивлением 45-71 Ом·м, приуроченные к зонам пиритизации.

Выводы: на основе численного моделирования и анализа результатов качественной и количественной интерпретации выделены характерные проявления физико-химических процессов сопровождающих нефтяное месторождение в электрических и электромагнитных полях. Установлено, что аномальные зоны, связанные с миграцией углеводородов и зонами пиритизации более ярко проявляются в электрических и электромагнитных полях по сравнению с самой залежью.

Литература

1. Колесников В.П., Кутин В.А., Мокроносов С.В. Система программ ЗОНД. Свидетельство об официальной регистрации программ для ЭВМ № 2004611865 от 11.01.2005.
2. Мегеря В.М. Поиски и разведка залежей углеводородов, контролируемых геосолитонной дегазацией Земли. М.: Локус Станди, 2009. 256 с.
3. Хант Дж. Геохимия и геология нефти и газа. Пер. с английского Конюхова А.И., Семерниковой Г.В., Чернышева В.В. М.: МИР, 1982. 704 с.
4. Отчет о НИР «Проведение опытно-методических работ по применению комплекса методов электроразведки и сейсморазведки преломленных волн при поисках нефти и газа» // Авторы В.П. Колесников, Б.А. Спасский и др. Пермь, 2014. Фонды кафедры геофизики ПГНИУ.

ПРИМЕНЕНИЕ КЛАССИФИКАЦИОННОГО АНАЛИЗА ПРИ ПРОГНОЗЕ ПЕСЧАНЫХ КОЛЛЕКТОРОВ В ТОНКОСЛОИСТОМ ТЕРРИГЕННОМ РАЗРЕЗЕ ПО МАТЕРИАЛАМ СЕЙСМОРАЗВЕДКИ 3D

О.С. Коротков

*Кубанский государственный университет,
студент 5 курса, korotkov.ostap@mail.ru*

Научный руководитель: к.г.-м.н. Н.М. Галактионов

Аннотация: в работе представлены результаты применения технологии классификационного анализа, выполненных автором в рамках тематических исследований на примере Мечетского и Западно-Морозовского куба по материалам сейсморазведки 3D прошлых лет.

Ключевые слова: прогноз коллекторов, классификационный анализ, нейронные сети, чокракские отложения.

APPLICATION OF CLASSIFICATION ANALYSIS IN THE FORECAST OF SANDSTONE COLLECTORS IN THIN LAYER TERRIGENOUS SECTION ON MATERIALS 3D SEISMIC

O.S. Korotkov

Kuban State University, 5th year Student, korotkov.ostap@mail.ru

Research Supervisor: Candidate of Geology and Mineralogy

N.M. Galaktionov

Abstract: *the article is presenting the results of technology classification analysis, performed by the author in the case-studies on the example Mechetskay and West-Morozovskay cube based on 3D seismic surveys of previous years.*

Key words: *collectors forecast, classification analysis, neural networks, Chokrak sediments.*

Целью работы является прогноз коллекторов чокракских отложений (целевой пачки IV) северного борта Западно-Кубанского прогиба (ЗКП) на примере Мечетского и Западно-Морозовского куба.

Классификационный анализ выполнялся в программном пакете Stratimagic («Paradigm Geophysical») [2]. Классификация проводилась по алгоритмам нейронных сетей, состоящим из трех этапов.

По результатам нейронной классификации Мечетского и Западно-Морозовского куба были получены карты классов для горизонта CIV для каждого из кубов. Классификация проведена в интервале -15 мс выше и +18 мс ниже горизонта для Мечетского куба (рис.1), а также в интервале -15 мс выше и +16 мс ниже горизонта для Западно-Морозовского куба (рис.2).

По данным исследования был уточнен прогноз целевых песчаных коллекторов северного борта Западно-Кубанского прогиба на примере Мечетского и Западно-Морозовского куба. Следует отметить, что на Мечетском кубе классификационный анализ был проведен впервые

Основные выводы данной работы:

1. Классы имеют зональное, пятнисто-линзовидно-лентовидное строение с доминированием линейных элементов юго-западного простирания. Зональность распространения классов отражает зональность бассейна седиментации [1].

2. Выполненный классификационный анализ позволил уточнить, а в некоторых случаях пересмотреть модель песчаных пачек чокрака, разработанную ранее по сейсмо-фациальным признакам.

3. Проведение опережающего классификационного анализа позволили бы скорректировать положение некоторых поисково-разведочных скважин, заложенных по сейсмо-фациальным признакам.

Следовательно эффективность классификационного анализа сопоставима со стоимостью бурения.

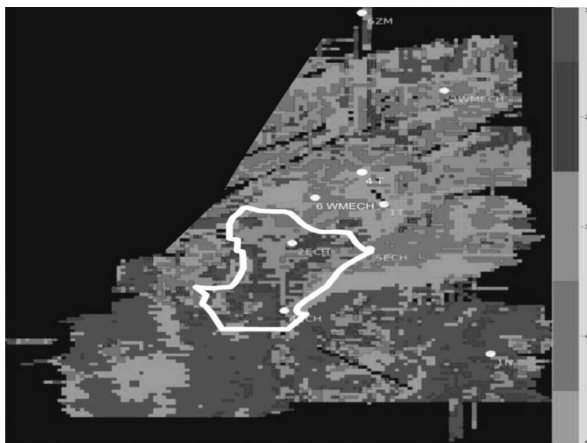


Рис. 1. Классификация волнового поля по нейронным сетям (Мечетский куб)

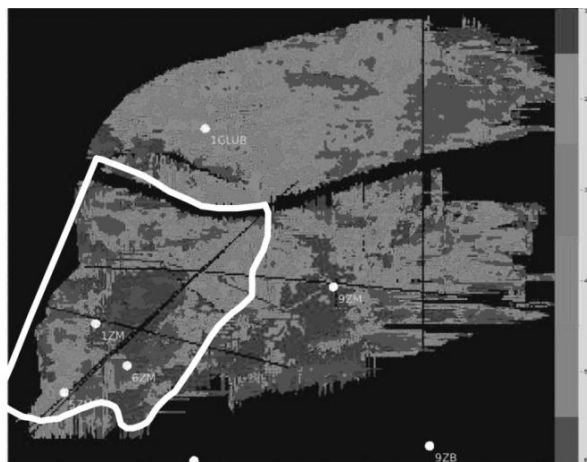


Рис. 2. Классификация волнового поля по нейронным сетям (Западно-Морозовский куб)

Литература

1. Галактионов Н.М., Губарев М.В. Комплексный анализ геологических и сейсморазведочных материалов Славянско-Темрюкского лицензионного участка с целью прогноза коллекторов, выявления и подготовки перспективных объектов и рекомендаций на бурение поисково-разведочных скважин. Краснодар, ООО «НК «Роснефть» – НТЦ», 2013.
2. Малярова Т.Н., Иванова Н.А. Современные методы сейсмофациального анализа на реальных примерах // Геомодель-2006: тезисы докладов VIII международной научно-практической конференции. М., 2006. С. 136.

КОНТРОЛЬ ГЕОМЕТРИИ НАБЛЮДЕНИЙ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ПОЛЕВЫХ СЕЙСМОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ

И.А. Курашов

**Филиал ПАО «ГЕОТЕК Сейсморазведка» «Тюменнефтегеофизика»,
молодой ученый, ikurashov@gseis.ru**

Аннотация: в работе показаны основные подходы к контролю геометрии полевых наблюдений при сейсморазведочных работах. Рассматриваются базовые приемы обнаружения нарушений при установке приемников и источников сейсмического сигнала на основе визуального анализа полевого материала и некоторых процедур обработки данных.

Ключевые слова: геометрия, позиционирование, сейсморазведка, источник, приемник.

QUALITY CONTROL OF FIELD GEOMETRY FOR LAND SEISMIC SURVEY

I.A. Kurashov

**Tyumenneftegeophysika Branch of PJSC Geotech Seismic Services,
Young Researcher, ikurashov@gseis.ru**

Abstract: the paper shows the main approaches to control the geometry of field observations during land seismic survey. We consider the basic methods of detecting irregularities in the installation of receivers and seismic sources based on visual analysis of field data and some data processing procedures.

Key words: geometry, positioning, land seismic, source, receiver.

С каждым годом методы обработки и интерпретации сейсмических данных становятся все более совершенными

инструментами получения информации о геологическом разрезе. Вместе с тем, наравне с ростом точности применяемых алгоритмов, соответственно растут и требования к качеству полевых работ, особенно в части геометрии сейсмической съемки, необходимо обладать точной, неискаженной информацией о реальном положении источников и приемников упругих волн на поверхности наблюдений.

Важно понимать, что возникновение ошибок при установке приемно-регистрирующего оборудования и сейсмических источников неизбежно, как и для всякого другого процесса, который в значительной степени зависит от человеческого фактора. Путем повышения квалификации персонала и контроля соблюдения технологии проведения полевых работ можно добиться существенного снижения описываемых ошибок, но некоторая часть их все равно будет обнаружена только при анализе полевых сейсмограмм. Далее описаны подходы, которые могут применяться в ходе экспресс-обработки сейсмических данных для оперативного обнаружения смещений в положении источников и приемников и учета этой информации при формировании окончательного варианта геометрии наблюдений.

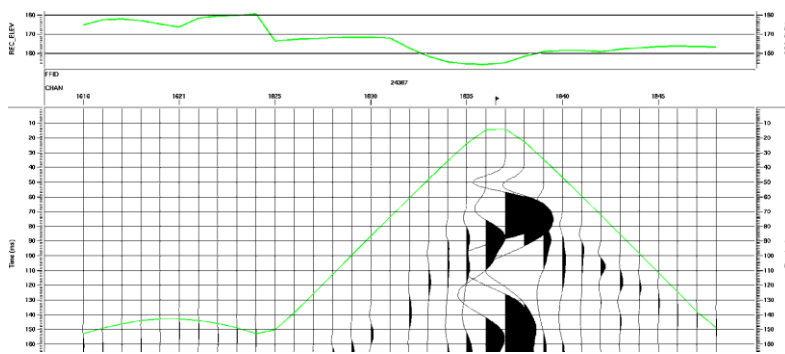
Для контроля геометрии расстановки оборудования при обработке обычно применяются небольшие специализированные графы. Подходы, как правило, базируются на применении процедур внесения особых поправок для выравнивания линии первых вступлений – LMO, Linear Move-Out [1]. Поправка вносится для сейсмических волн, в данном случае первых вступлений, время прихода которых описывается линейным законом (1):

$$T = N/v(N) \quad (1)$$

где T – временной сдвиг, N – удаление источник-приемник, $v(N)$ – скорость в среде в виде постоянного значения или переменного в пространстве. Также описанная процедура делает возможным последующее горизонтальное наклепывание при помощи суммирования сейсмических трасс для рассматриваемых сейсмических событий. Другими вспомогательными процедурами, часто включаемыми в граф, является коррекция амплитуд в том или ином виде – автоматическая регулировка или поправка за сферическое расхождение, дополнительно возможно применение различных вариантов сортировки и суммирования сейсмических трасс для подчеркивания несоответствий между теоретическим описанием геометрии наблюдения и реальным волновым полем.

Вместе с тем цель данных процедур лишь облегчить анализ волнового поля, непосредственный контроль геометрии по-прежнему осуществляется графически, путем визуального анализа полевых сейсмограмм общей точки возбуждения или их производных, полученных после незначительной обработки. Как правило, такой анализ данных опирается на описание рельефа местности в окрестности установки пунктов приема и возбуждения (ПП и ПВ), а также других материалов (геологических карт, схем тектонических нарушений и пр.). Выявленные несоответствия затем подлежат проверке и при подтверждении повторной привязке или повторной обработке.

Ниже рассмотрены основные виды нарушений в описании геометрии, обусловленные ошибками в ходе позиционирования пунктов приема и возбуждения, а также ошибками коммутации, допущенными при обработке.



невысокой скорости распространения этих волн неоднородность верхней части разреза сглаживается, что позволяет эффективно определять поперечные и продольные сдвиги пунктов возбуждения относительно приемной расстановки.

В результате, после подтверждения найденных смещений, для пунктов приема должна выполняться повторная привязка для отображения фактической схемы их установки, иные варианты редко применяются, так как смещенные ПП, будучи определенными на малых расстояниях от ПВ, уже использовались для получения значительного количества полевого материала, что часто исключает возможность повторной отработки участка на котором данные ПП расположены. В случае сдвигов положения пунктов возбуждения, то здесь, как правило, в равной степени применяется повторная привязка и повторная отработка на проектном положении.

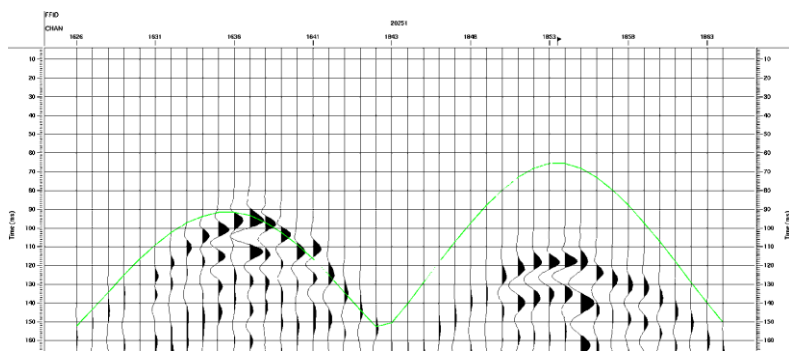


Рис. 2. Пример ошибки коммутации при отработке пункта возбуждения

На рисунке 2 показан другой пример, в данном случае при отстреле были перепутаны два ПВ расположенные друг от друга на один шаг между ПВ по одной оси и на один шаг между ПП по другой. Соответственно при сопоставлении теоретических и фактических времен прихода проявляется асимметричность для соседних линий приема. После подтверждения, геометрия для неправильно отработанных физических наблюдений может быть скорректирована в соответствии с реальным их положением.

Подводя итог можно отметить, что, несмотря на многочисленные методы автоматизации анализа геофизической информации, некоторые его аспекты по-прежнему выполняются вручную, на основе визуальной оценки сейсмических записей и т.п. Контроль качества геометрии наблюдений в настоящее время обычно

выполняется геофизиками сопровождения сейсмопартии и супервайзерской службой на полевом вычислительном центре, данный подход обеспечивает возможность обнаруживать и корректно учитывать отклонения положения установки пунктов возбуждения и приема от проектных, а также обеспечивает оперативность принятия решений о повторной отработке физических наблюдений при необходимости. Полученный в результате полевой материал способен обеспечить повышенную точность и информативность при его обработке и интерпретации.

Литература

1. Biondi B.L. 3D Seismic Imaging. SEG, 2006. 247 p.

ВЛИЯНИЕ СЛОЯ С ПОНИЖЕННОЙ СКОРОСТЬЮ НА ТОЧНОСТЬ ДАННЫХ МПВ

О.А. Лундина, Е.А. Зарипова

Пермский государственный национальный исследовательский университет, магистрант 1 года обучения, lundina.olya@gmail.com

Научный руководитель: д.г.-м.н., профессор Б.А. Спасский

Аннотация: в статье рассмотрен случай выпадения слоя при интерпретации данных МПВ. Наличие пласта с пониженной скоростью затрудняет процесс интерпретации и приводит к погрешностям в расчетах. На основе рассчитанной модели среды показано различие заданной и полученной глубин залегания фиктивной границы, что не позволяет получить истинную информацию о разрезе.

Ключевые слова: метод преломленных волн, низкоскоростной слой, модель слоистой среды, годограф преломленной волны.

LOW-VELOCITY LAYER EFFECT FOR DATE ACCURACY OF THE REFRACTED WAVE METHOD

O.A. Lundina, E.A. Zaripova

Perm State University,

1st year Master's Degree Student, lundina.olya@gmail.com

Research Supervisor: Doctor of Geology and Mineralogy, Professor

B.A. Spassky

Abstract: case of loss layer is considered in the article. Low-velocity layer complicates the interpretation and leads to errors in the calculation. The calculated layered model shows the difference of the depth of occurrence and the resulting fictitious borders. It does not give true information about mine.

Key words: refracted wave method, low-velocity layer, layered model, refracted travel time graph.

Благодаря большой глубинности при высокой детальности исследований сейсморазведка играет одну из ключевых ролей в региональном исследовании земной коры, а также широко используется при поисках и разведке месторождений нефти и газа. В настоящее время большую часть геофизической информации о строении земных недр получают с помощью отраженных волн. На основании этого метод отраженных волн (МОВ) получил широкое практическое применение [1].

Успех применения сейсморазведки во многом зависит от конкретных сейсмогеологических условий, которые определяются строением верхней части разреза (ВЧР). Присутствие в ВЧР резких сейсмических границ сложного рельефа существенно искажает времена и амплитуды проходящих через них полезных волн. С целью исключения неоднородностей строения рассчитывают и вводят статические поправки, которые снимают влияние верхней части разреза.

В практике сейсмических работ для исследования ВЧР используются обычно два методических приема: метод преломленных волн (МПВ) и микросейсмокаротаж (МСК) скважин. Недостатком данного метода является то, что для получения данных необходимо бурение на площади сейсмических работ специальных скважин. Работы МПВ для изучения ВЧР являются менее экономически затратным методом, чем микросейсмокаротаж, но их проведение также требует дополнительных затрат [2]. Поэтому для изучения особенностей скоростного строения верхней части разреза обычно используются времена первых вступлений (прямые и преломленные волны), которые регистрируются на полевых сейсмограммах МОВ.

Интерпретация полевых сейсмограмм становится весьма проблематичной из-за явления выпадения пласта, скорость в котором ниже, чем в вышележащей толще, а нижележащий слой обладает повышенной скоростью относительно второго пласта. Головная волна не позволяет выявить первую акустически жесткую границу в разрезе, и возникают погрешности построения модели среды по данным о преломленных волнах первых вступлений [3].

Рассмотрим случай выпадения слоя из-за пласта с пониженной скоростью на конкретной сейсмической модели среды и рассчитаем для нее годографы прямой и преломленных волн.

В качестве модели исследования выступает трехслойная геологическая среда. Скорость в каждом слое известна: первый слой характеризуется скоростью $V_1 = 2000$ м/с, второй слой – скоростью $V_2 = 1500$ м/с, третий слой – скоростью $V_3 = 3600$ м/с. Рассмотрим три варианта среды, когда мощность пласта с пониженной скоростью будет изменяться. Мощность первого слоя составляет 100 м. Мощность второго слоя равна 20 м, 40 м и 80 м соответственно для трех случаев.

Наличие пласта с пониженной скоростью не позволяет получить информацию о наличии первой границы, расположенной на глубине H_1 [3]. В области первых вступлений регистрируются годографы прямой волны и головной преломленной волны от границы на глубине H_2 . Годограф прямой волны вычисляется по формуле:

$$t = \frac{X}{V_1} \quad (1)$$

где V_1 – скорость в первом слое.

Затем рассчитывается годограф от второй границы по формуле (2).

$$t'_{01} = \frac{2H_1}{V_1} \cdot (\cos i_{13}) + \frac{2H_2}{V_2} \cdot (\cos i_{23}) \quad (2)$$

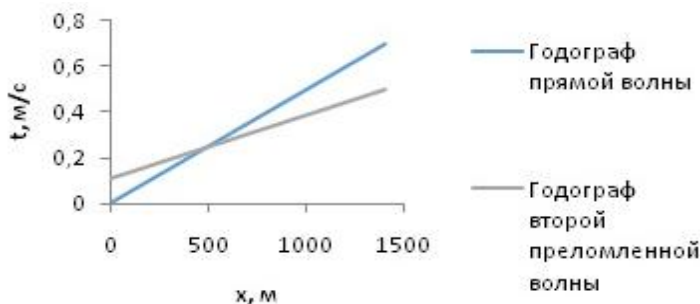


Рис. 1. Пример расчета годографов прямой и преломленной волн, иллюстрирующий выпадение второго слоя

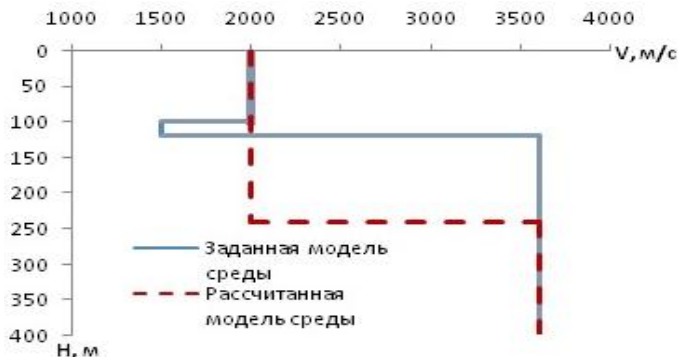


Рис. 2. Пример модели среды, иллюстрирующий различия в заданной и рассчитанной глубинах второй границы

По расчетным годографам (рис.1) решается обратная задача сейсморазведки, т. е. вычисляются скорости по наклонам годографов и по формуле (3) глубина второй границы.

$$h_1 = \frac{V_1 t'_{01}}{2 \sqrt{1 - \left(\frac{V_1}{V_3}\right)^2}} \quad (3)$$

При интерпретации возникают погрешности построения модели среды по данным МПВ. Посчитанная глубина второй границы существенно отличается от заданной глубины и не соответствует начальной модели среды. Различия в заданной и рассчитанной глубинах второй границы возрастают с увеличением мощности второго слоя (рис.2).

Поскольку реальные геологические среды являются многослойными и более сложными, необходимо учитывать явление выпадения слоя, а также скоростные неоднородности верхней части разреза.

Литература

1. Боганик Г.Н., Гурвич И.И. Сейсморазведка. М.: Недра, 2006.
2. Бондарев В.И. Сейсморазведка МОГТ: Курс лекций для бакалавров. Ч. 111. Екатеринбург: Изд-во УГТГА, 1996. 240 с.
3. Спасский Б.А., Митюнина И.Ю. Использование первых волн в сейсморазведке методом отраженных волн для изучения верхней части разреза. М: МГП «Геоинформмарк», 1992. 46 с.

ИЗУЧЕНИЕ НЕСТАБИЛЬНОСТИ ГРАВИТАЦИОННОГО ПОЛЯ ПО ВЫСОКОТОЧНЫМ ГРАВИМЕТРИЧЕСКИМ НАБЛЮДЕНИЯМ

С.П. Мокрецов

*Пермский государственный национальный исследовательский
университет, магистрант 1 года обучения, demon-sas2@mail.ru*

Научный руководитель: д.т.н., профессор В.И. Костицын

Аннотация: рассмотрены возможности гравиразведки методом «нестабильности гравитационного поля» для поисков нефтеподводящих каналов. Результатом работы является выделение зон повышенной неустойчивости гравитационного поля, по которым можно судить о современной активности каналов в нефтяном месторождении.

Ключевые слова: гравиразведка, неустойчивость гравитационного поля, нефтегазоносность.

STUDY OF INSTABILITY OF A GRAVITATIONAL FIELD WITH HIGH-PRECISION GRAVIMETRIC OBSERVATIONS

S.P. Mokretsov

Perm State University,

1st year Master's Degree Student, demon-sas2@mail.ru

Research Supervisor: Doctor of Technical Sciences,

Professor V. I. Kostitsyn

Abstract: considered the possibility of gravitational exploration method "instability of the gravitational field" to search for channels conducting oil. The result is the isolation of zones of increased instability in the gravitational field, by which to judge the modern activity of the channel in oil field.

Key words: gravity prospecting, gravitation field instability; oil and gas supply.

Основной целью исследований является обработка повторных высокоточных гравиметрических наблюдений [2], с последующим определением мест, рекомендуемых для бурения скважин на лицензионном участке. Для достижения данной цели необходимо построить графики и карты изменения гравитационного поля и выделить на них зоны повышенной неустойчивости гравитационного поля.

Для оценки нефтеперспективности лицензионного участка и местоположения рекомендуемых скважин по нескольким профилям были проведены гравиметрические наблюдения по методике изучения

нестабильности гравитационного поля, заключающейся в проведении многократных гравиметрических измерений на закрепленных на местности пунктах и определении на каждом из них изменений гравитационного поля во времени [5]. По результатам измерений выявляют участки повышенной нестабильности гравитационного поля и по ним судят о современной активности канала. Если канал активен и по нему происходит перемещение углеводородных флюидов, то гравитационное поле в этом месте характеризуется повышенной нестабильностью во времени [1,3,4].

Для оценки нефтеперспективности лицензионный участок был разбит на 3 профиля, пересекающихся друг с другом. Общая протяженность профилей составляет 19 км. Шаг наблюдения по профилям составляет 300 м. в некоторых случаях до 400 м. Измерения проводили одновременно двумя канадскими гравиметрами CG-5 (Scintrex) в одинаковой последовательности двумя цикла по три дня (под циклом понимается последовательное измерение гравитационного поля на всех точках исследуемого объекта), с перерывом на четыре дня между циклами из-за неблагоприятной погоды (в данном случае сильной оттепели). Продолжительность рейсов составляла от 6 до 8 часов, продолжительность звеньев – от получаса до пяти часов. Среднеквадратичная погрешность единичного измерения составила ± 0.01 у. е.

Для построения графиков и карт изменения гравитационного поля был составлен каталог гравиметрических пунктов, в который занесены средние значения измерений на пунктах из двух приборов CG-5. Для выявления участков нестабильности гравитационного поля были построены различные вариации карт изменения силы тяжести (рис.1).

На основании построенных карт можно заметить, что значения измерений, полученных двумя приборами CG-5 для всех профилей в течение шести дней, возросли в среднем на 0.14 у. е. Нестабильность гравитационного поля проявлялась на всем участке исследования с максимальными значениями в западной и восточной части карты.

Из публикаций по данной теме известно, что при нестабильности напряжений в земной коре вариации гравитационного поля над залежами нефти и газа, и над нефтеподводящими каналами могут быть связаны с изменением плотности пород, как в самой залежи, так и над ней вследствие непостоянства газонефтенасыщенности пород [2].

Внутри залежи возможны два механизма изменения плотности пород. В первом случае, когда масса углеводородов в залежи остается

постоянной, изменение плотности пород в ловушке происходит за счет сжатия и расширения углеводородов под воздействием термодинамических процессов, что влечет за собой перемещение газонефтеводяных контактов. При сжатии углеводородов происходит приток дополнительной массы пластовой воды в ловушку, а при их расширении часть воды вытесняется из ловушки [3].

Другой механизм изменения плотности пород связан с изменением массы углеводородов в залежи. Это возможно при поступлении дополнительной порции углеводородов в залежь или эмиграции их из залежи, например при прорыве газа через покрывку или отборе углеводородов при эксплуатации месторождения. Здесь изменение плотности связывается с замещением в порах и трещинах пород флюидов одной плотности на другую (более легких газа и нефти на воду или наоборот).

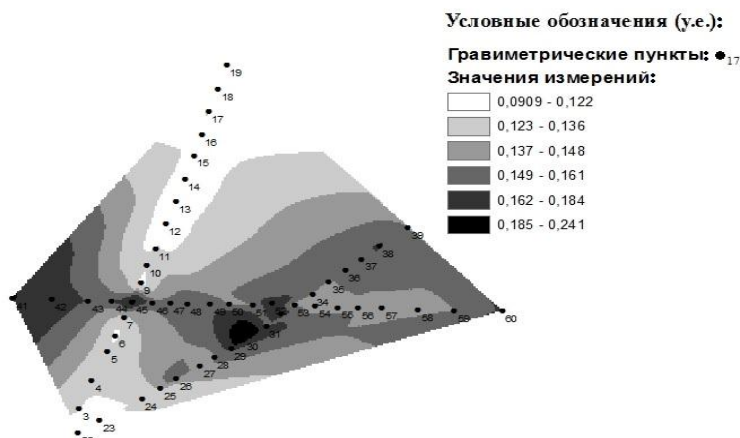


Рис. 1. Карта изменений гравитационного поля, полученного по разности средних значений двух серий измерений

Для мест, где наблюдается наибольшая нестабильность гравитационного поля, построены графики изменения силы тяжести. Один из них приведен на рисунке 2.

Анализируя карты и графики изменений силы тяжести можно заметить, что наибольшая нестабильность гравитационного поля наблюдается с запада на восток от ПК 41 до ПК 60. Значения измерений в этой зоне изменились на 0,24 у. е. Отсюда можно сделать вывод, что возможное местоположение нефтеподводящего канала находится в этой зоне между ПК 29-31.

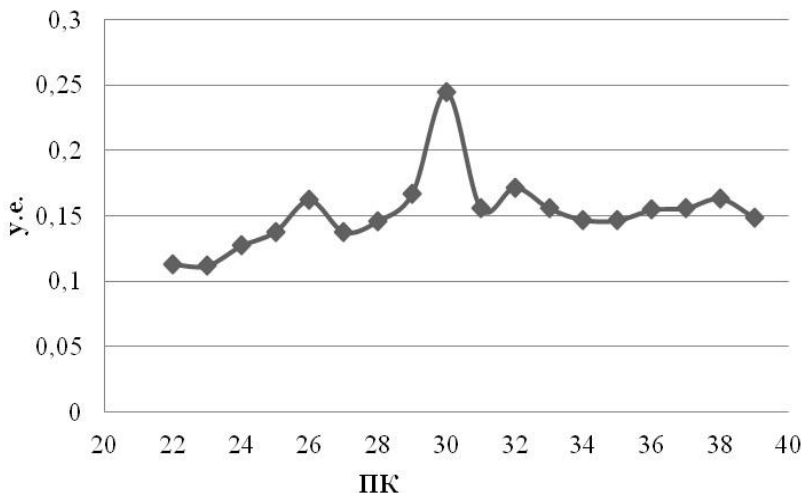


Рис. 2. График изменения гравитационного поля, полученный по разности средних значений двух серий измерений, для одного из участков профиля

Литература

1. Азаров С.С. О некоторых методических особенностях повторных наблюдений с гравиметрами // Повторные гравиметрические наблюдения. М.: Нефтегеофизика, 1976.
2. Буланже Ю.Д. Неприливные изменения силы тяжести // Повторные гравиметрические наблюдения. М.: Нефтегеофизика, 1983.
3. Волгина А.И. Результаты исследований временных изменений гравитационного поля // Геология нефти и газа. № 3. М.: Недра, 1990.
4. Волгина А.И. Прогнозирование залежей нефти и газа по вариациям силы тяжести // Геология нефти и газа. № 11. М.: Недра, 1992.
5. Трофимов В.А. Способ поиска месторождений и залежей нефти и газа. Патент № 2458366 29.12.2010.

ПРИМЕР ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТОДА ГЕОРАДАР ДЛЯ ОБСЛЕДОВАНИЯ СОСТОЯНИЯ БЕТОННОГО ПОЛА ПОМЕЩЕНИЯ

А.С. Мурыськин

**Пермский государственный национальный исследовательский
университет, студент 2 курса, permtmur@gmail.com**

Научный руководитель: доцент, PhD О.Н. Ковин

Аннотация: в данной работе представлен пример применения современного радиоволнового геофизического метода – георадиолокации. Изложены основные отличия от других методов. Дан пример использования данного метода для определения состояния строительных конструкций на участке просадки пола в главном книгохранилище ПГНИУ.

Ключевые слова: георадиолокация, георадар, бетонный пол, обследование конструкций.

EXAMPLE OF USAGE OF GEORADAR METHOD FOR INSPECTION OF THE ROOM CONCRETE FLOOR

A.S. Muryskin

Perm State University, 2nd year Student, permmur@gmail.com

Research Supervisor: Reader, PhD O.N. Kovin

Abstract: this paper presents an example of the usage of modern radio-wave geophysical method – georadar. The basic differences from other methods are provided. The georadar data were obtained at the site of floor subsidence in the main library PSU to determine the state of the structures.

Key words: radar, GPR, concrete floor, survey designs.

Георадиолокация (георадар, георадиолокационное зондирование) – современный геофизический метод, основанный на распространении электромагнитных волн в среде, и является, как и сейсморазведка, одним из волновых геофизических методов [3]. Данные методы имеют очень много общих черт, но и множество отличий, обусловленных разницей в физических свойствах упругих и электромагнитных волн.

Различия в механизме взаимодействия со средой и в степени затухания упругих и электромагнитных волн определяют различия в структуре волновых полей и, как следствие, методические возможности каждого из методов.

При проведении георадиолокации:

- из-за отсутствия увеличения скорости с глубиной и высокой степени затухания количество волн-помех значительно меньше, чем при использовании сейсмических волн и, как правило, наблюдения с переменным расстоянием «источник-приемник» не применяются;

- точечные зондирования методом общей глубинной точки (ОГТ) или общего пункта возбуждения (ОПВ) используются для определения скоростей в разрезе;

– в подавляющем большинстве случаев используются наблюдения на равном удалении «источник-приемник» (наблюдения методом отраженных волн « t_0 ») [1].

Принцип действия аппаратуры подповерхностного радиолокационного зондирования основан на излучении сверхширокополосных (наносекундных) импульсов метрового и дециметрового диапазона электромагнитных волн и приеме сигналов, отраженных от границ раздела участков зондируемой среды, имеющих различные электрофизические свойства. Такими границами раздела в исследуемых средах являются, например, контакт между сухими и влагонасыщенными грунтами.

На входе среды генерируется электромагнитный импульс $f_0(t)$, а на выходе среды приемной антенной принимается отклик среды – совокупность волн, отличающихся друг от друга временами пробега, интенсивностью и формой. В кинематических и динамических характеристиках этих волн и содержится информация о среде. Для георадиолокации такими характеристиками могут быть двойные времена пробега электромагнитных волн до границы раздела сред с различной диэлектрической проницаемостью, информация о потерях, связанных с токами проводимости, информация о дисперсии фазовых скоростей в среде [2].

Работы по обследованию бетонного пола книгохранилища библиотеки ПГНИУ были проведены с 17.12.2015 по 21.12.2015 г. с целью оценки состояния конструкций в местах просадки бетонного пола. В работе принимали участие сотрудники и студенты геологического факультета и ЕНИ ПГНИУ.

Визуальное обследование несущей поверхности бетонного пола показывает, что на свайных конструкциях он сохраняет первичное положение. На пространстве между линейными участками произошла площадная просадка бетонного пола со смещением до 0.5 м. При этом поверхность бетонного пола имеет вид прямоугольных опущенных чаш.

Целью работы было оценить несущую способность и условия залегания бетонного пола на грунтовом основании в связи с его деформированным состоянием, выяснить наличие полостей и выноса материала из-под основания бетонного пола, подготовить основу для контроля за динамикой развития процесса его дальнейшей просадки.

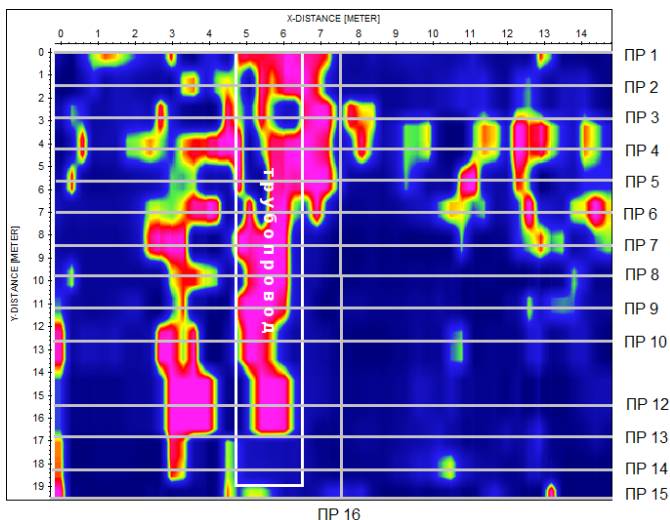


Рис. 1. Схема - план расположения профилей, коммуникаций и амплитуд волнового поля на глубине 0.45 м

Аппаратура и методика проведения работ. Для проведения измерительных работ использовался георадар Zond 13 с антенной 300 МГц. Обработка полученных данных проводилась с помощью программ Prism и ReflexW. В результате обработки получены 15 двухмерных разрезов и 3D изображение объектов под полом помещения.

Так как помещение в данное время используется для книгохранения, наблюдения проведены только по доступным профилям между стеллажами. Длина профилей составляла 14.8 м. Профиль по центральному проходу длиной 19 м был пройден для контроля измерений. В связи с отсутствием планов помещения и проложенных под полом коммуникаций, построение карт и интерпретация данных были проведены в условных координатах.

Результатирующие материалы позволяют выделить ряд аномалий волнового поля, связанных с особенностями состояния конструкций бетонного пола и грунта. Толщина слоя бетона составляет 20-25 см. Воздушный зазор между полом и поверхностью грунта в центральной части помещения – 40-50 см. На рисунке 1 показан срез 3D изображения на глубине 45 см.

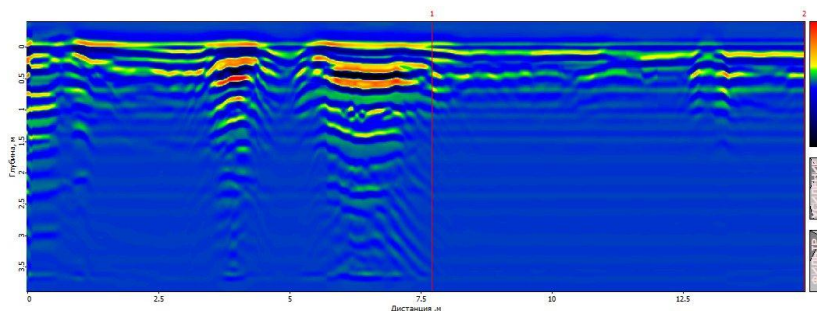


Рис. 2. Полученный георадиолокационный разрез по ПР 1

Участки повышенных амплитуд отраженного сигнала (выделены красным цветом) совпадают с положением короба, с трубопроводом водоснабжения здания и соответствуют зонам повышенной влагонасыщенности грунтов, образовавшимся в результате утечек. Это подтвердилось при обнаружении нарушения целостности трубопровода после вскрытия пола на одном из участков выделенной аномалии.

При анализе разрезов волнового поля по профилям наблюдений выделяются зоны образования цугов кратных волн на участках, где сохраняется первоначальный зазор между полом и грунтом. На участках, где кратные волны не наблюдаются, пол практически лежит на грунте вследствие просадки.

Заключение по результатам интерпретации имеющихся данных:

1. Наблюдается повышенное увлажнение грунта на участках утечек воды из трубопровода. Это приводит к уменьшению его прочностных свойств и деформации.

2. Повышенная влажность привела к разрушению деревянной опалубки в основании бетонного пола. Это, в совокупности с недостаточной плотностью и, соответственно, несущей способностью арматурной сетки, привело к просадке бетонной конструкции пола за исключением участков, где он опирается на стенки короба трубопровода.

3. Не исключено, что проседание бетонного пола, в свою очередь, приводит к напряженному состоянию труб и способствует их разрыву и образованию протечек.

Литература

1. Владов М.Л., Старовойтов А.В. Введение в георадиолокацию. Учебное пособие. М. :Издательство МГУ, 2004. 153 с.

2. Стравойтов А.В. Интерпретация георадиолокационных данных. Учебное пособие. М.:Издательство МГУ, 2008. 192 с.

3. Markus Hirsch, Laurence R. Bentley, Peter Dietrich. A Comparison of Electrical Resistivity, Ground Penetrating Radar and Seismic Refraction Results at a River Terrace Site // Journal of Environmental & Engineering Geophysics. 13(4). (December 2008). P. 325-333.

РЕШЕНИЕ ПРЯМОЙ ЗАДАЧИ СЕЙСМОРАЗВЕДКИ МОВ ДЛЯ ОДНОРОДНО-СЛОИСТОЙ МОДЕЛИ СРЕДЫ

А.С. Мурыськин

*Пермский государственный национальный исследовательский
университет, студент 2 курса, permmtur@gmail.com*

Научный руководитель: к.г.-м.н., доцент И.Ю. Митюнина

Аннотация: данная работа посвящена разработке программы решения прямой задачи сейсморазведки отраженных волн для однородно-слоистой модели среды. Программа написана на языке программирования Pascal и позволяет рассчитывать годографы отраженных волн в случае горизонтальных границ раздела.

Ключевые слова: прямая задача сейсморазведки, отраженные волны, программа.

FORWARD MODELING OF REFLECTED WAVES FOR HOMOGENEOUS LAYERED MEDIUM

A.S. Muryskin

Perm State University, 2nd year Student, permmtur@gmail.com

Research Supervisor: Candidate of Geology and Mineralogy,

Reader I.Y. Mityunina

Abstract: this paper deals with creating computer program of a forward modeling of reflected waves for homogeneous layered medium. A program is written in the Pascal programming language and allows travel time calculations of reflected waves in case of horizontal reflectors.

Key words: forward seismic problem, reflected waves, computer program.

В настоящее время моделирование волновых полей стало одной из ключевых технологий решения ряда интерпретационных задач в сейсморазведке. Сопоставление с наблюдаемым полем результатов решения прямой задачи сейсморазведки для сейсмогеологической

модели, полученной в результате интерпретации полевых материалов, является надежным способом оценки качества интерпретации сейсмических данных [1].

Целью данной работы является написание программного обеспечения для моделирования волновых полей отраженных волн в однородно-слоистой модели среды с горизонтальными границами раздела. Программа предназначена для использования в учебном процессе при изучении кинематических особенностей упругих волн.

Постановка задачи.

Пусть А – положение источника, а В – приемника колебаний, M_i и V_i – соответственно мощность и скорость распространения волны в i -ом слое разреза (рис.1).

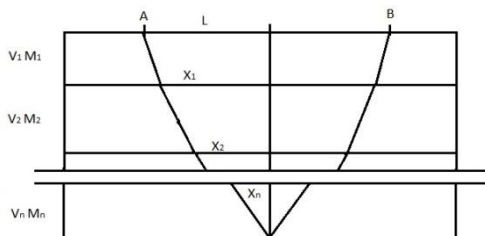


Рис. 1. Схема распространения отраженной волны

Тогда время распространения волны, отраженной от n -ой границы раздела, определяется уравнением:

$$t = \frac{S_1}{V_1} + \frac{S_2}{V_2} + \dots + \frac{S_n}{V_n} \quad (1)$$

где S_i – время пробега волны в i -ом слое разреза.

Примем точку А за начало координат, тогда уравнение (1) примет вид:

$$t = 2 \cdot \left(\frac{\sqrt{M_1^2 + (L - X_1)^2}}{V_1} + \frac{\sqrt{M_2^2 + (X_1 - X_2)^2}}{V_2} + \dots + \frac{\sqrt{M_{n-1}^2 + (X_{n-2} - X_{n-1})^2}}{V_{n-1}} + \frac{\sqrt{M_n^2 + X_{n-1}^2}}{V_n} \right) \quad (2)$$

где $X_1, X_2, \dots, X_{n-1}$ – абсциссы точек преломления луча отраженной волны на промежуточных границах раздела.

Решение задачи.

В основу решения задачи положен принцип Ферма, согласно которому время пробега волны вдоль луча является наименьшим по сравнению с временем пробега вдоль любого другого пути.

С помощью перебора различных комбинаций значений $X_1, X_2 \dots X_{n-1}$ задаются возможные траектории распространения волны от источника А до приемника В и по формуле (2) рассчитываются соответствующие им времена прихода волны. За истинную траекторию принимается путь распространения волны, соответствующий минимальному значению времени.

Для написания программы и создания графического интерфейса использовался язык программирования Pascal и среда разработки ПО Lazarus.

Программа позволяет рассчитывать годографы отраженных волн для прямолинейного профиля наблюдений. Результат решения задачи сохраняется в виде текстового файла и изображения годографов.

Рассмотрим конкретный пример решения задачи для четырехслойной модели геологической среды:

1 слой – суглинки $V=3000$ м/с, $M=200$ м;

2 слой – известняки трещиноватые $V=5200$ м/с, $M=300$ м;

3 слой – песчаники $V=3500$ м/с, $M=80$ м;

4 слой – известняки $V=5500$ м/с, $M=400$ м.

Сейсмоприемники расположены вдоль линии профиля с постоянным шагом 50 м. Результат решения задачи представлен на рисунке 2.

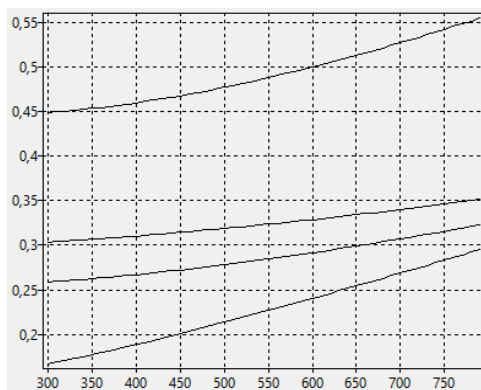


Рис. 2. Годографы отраженных волн

Литература

1. Бондарев В.И. Сейсморазведка. Учебное пособие. В трех книгах. Книга 1. Екатеринбург: Издательство УГГУ, 2006. 136 с.

ДВУХМЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДАННЫХ ЭЛЕКТРОЗОНДИРОВАНИЙ НА МЕСТОРОЖДЕНИИ ВЫСОКОВЯЗКИХ НЕФТЕЙ

Д.С. Николаев

**Казанский (Приволжский) федеральный университет,
студент 3 курса, deenny@mail.ru**

Научные руководители: к.г.-м.н, доцент Д.И. Хасанов,
к.г.-м.н, доцент Б.Г. Червиков, ассистент К.И. Бредников

***Аннотация** на примере созданной геоэлектрической модели Мельничного месторождения высоковязких нефтей показана эффективность метода ДЭЗ. Произведено качественное сравнение модельных и полевых кривых ДЭЗ.*

***Ключевые слова:** геоэлектрическая модель, дипольное электрическое зондирование, кажущееся удельное электрическое сопротивление.*

2D MODELING OF ELECTRICAL SOUNDINGS OF A HIGH-VISCOSITY OIL DEPOSIT

D.S. Nikolaev

Kazan Federal University, 3^d year Student, deenny@mail.ru

Research Supervisors: Candidate of Geology and Mineralogy,
Reader D.I. Khassanov, Candidate of Geology and Mineralogy,
Reader B.G. Chervikov, Assistant Lecturer K.I. Brednikov

***Abstract:** this article provides a resistivity model of a Melnichnoe deposit and a qualitative comparison of the model and field curves of DES.*

***Key words:** resistivity model, dipole electro sounding, apparent resistivity.*

Для создания геоэлектрической модели была произведена обработка данных ГИС на территории объекта. На основе слоистости и типов опытных кривых ДЭЗ-ВП, полученных на территории объекта, произведена генерализация данных КС.

По генерализованным кривым КС определены мощности и средние удельные электрические сопротивления геоэлектрических комплексов. Исходя из полученных мощностей геоэлектрических комплексов и средних значений удельного электрического сопротивления по отдельным профилям с использованием программы ZondRes2D [1] решена прямая задача, построены кривые и разрезы зависимости $P_k(r)$ (рис. 1).

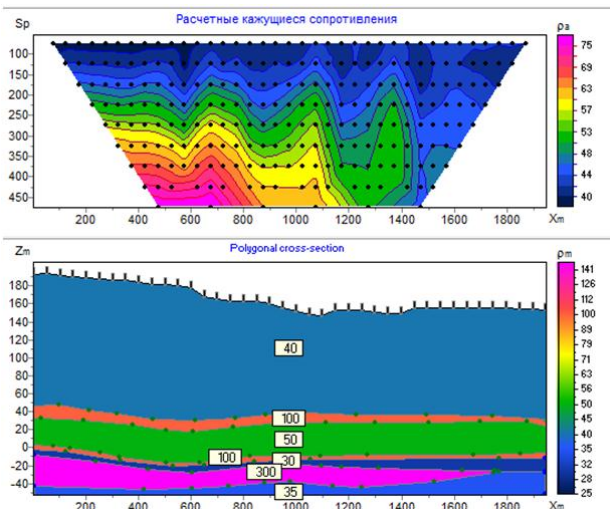


Рис. 1. Модельный геоэлектрический разрез и разрез кажущегося сопротивления по профилю № 5

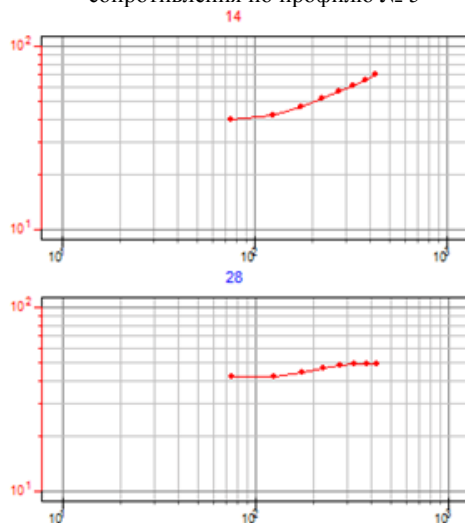


Рис. 2. Кривые $\rho_k(r)$ по профилю № 5 с учетом влияния высокоомного битумного пласта и без учета влияния высокоомного битумного пласта

Модельные кривые полученные над высокоомным битумным пластом и кривые законтурной части отличаются как по типу так и по слоистости. Вне контура на модельных кривых ρ_k можно выделить 4

геоэлектрических слоя, составляющих разрез типа «К». Над залежью правая часть кривой поднимается в область повышенных значений ρ_k [2,3]. При этом влияние 2-го и 3-го промежуточных слоев на форму кривой становится минимальным, и кривая приобретает двухслойный вид (рис.2).

Поскольку минимальный разнос установки составлял 50 м в модели не учитывалось влияние приповерхностной высокоомной пачки верхне-казанских известняков, которые не выдержаны на всей площади месторождения [4]. На практике же наличие приповерхностного высокоомного слоя сказывается на разрезе $\rho_k(r)$. Полевые кривые вне контура приобретают вид «НК» при наличии высокоомного приповерхностного пласта, и «К» – в его отсутствии. Над залежью были получены кривые ρ_k двухслойного типа в отсутствии известняков верхнеказанского яруса и кривые типа «Н» при наличии. В целом результаты моделирования показали что наличие или отсутствие высокоомного битумного пласта сказывается не только на количественных характеристиках геоэлектрического разреза, но и на качественных (типе и форме кривых ρ_k). Что показывает эффективность применения ДЭЗ при решении разведки и поисков высоковязких нефтей.

Полученные результаты моделирования свидетельствуют о эффективности метода ДЭЗ при изучении залежей природных битумов и высоковязких нефтей.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ (проект № 02.G25.31.0029).

Литература

1. Каминский А.Е. Инструкция к программе двумерной интерпретации данных метода сопротивлений и вызванной поляризации ZondRes2d. С-Петербург: Zond geophysical software. 2012. 70 с.
2. Хамидуллина Г.С., Нургалиев Д.К., Хасанов Д.И. Особенности интерпретации данных электромагнитных зондирования при поисках залежей углеводородов // Журнал «Георесурсы». № 4 (46). 2012. С. 26-30.
3. Хамидуллина Г.С., Хасанов Д.И., Бредников К.И. Методика обработки и интерпретации данных электромагнитных зондирований с применением метода главных компонент // Журнал «Георесурсы». №6. 2011. С. 2-6.
4. Nourgalieva N.G. The Ufimian Ashalchinskies Facies in Southern Tatarstan: Reservoir Characteristics // Georesources. №2[2]. 2000. P. 24-29.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА ГЕОРАДАР ДЛЯ КАРТИРОВАНИЯ ПОДЗЕМНЫХ КОММУНИКАЦИЙ

Д.С. Обернебесов

*Пермский государственный национальный исследовательский
университет, студент 1 курса, mityanyaizpermi@mail.ru*

Научный руководитель: доцент, PhD О.Н. Ковин

Аннотация: георадар широко используется для исследований в области инженерной геологии. При использовании данного метода можно узнать о положении подземных коммуникаций при помощи радиоволн, не прибегая к физическому воздействию на породы, тем самым, не нарушая их целостности. Целью данной работы является показать эффективность этого способа исследования и картирования подземных коммуникаций, а также экономическую целесообразность и удобство проведения работ.

Ключевые слова: георадар, неразрушающий контроль, подземные коммуникации.

THE USE OF GROUND PENETRATING RADAR FOR MAPPING OF UNGERGROUND UTILITIES

D.S. Obernebesov

Perm State University, 1st year Student, mityanyaizpermi@mail.ru

Research Supervisor: Reader, PhD O.N. Kovin

Abstract: georadar is used for numerous geophysical research and practical activities in the field of engineering geology. It is widely used for location of underground communications with the radio waves without physical impact on the media distorting them. The aim of this paper is to show the effectiveness of this method for mapping underground utilities, economic benefits, and convenience.

Key words: georadar, non-destructive testing, underground utilities.

Интерес к использованию метода георадар (георадиолокационное зондирование, подповерхностное зондирование) с момента начала его практического применения не являлся постоянным. После лабораторных разработок, привлечших внимание, оно ослабло примерно на 10 лет. В середине 80-х годов использование георадиолокационного зондирования снова возросло, вместе с бурным развитием микропроцессорной техники и потребностями использования в инженерной разведке [1].

Принцип действия радиолокационного прибора подповерхностного зондирования (георадар) – это использование классических принципов радиолокации. Антенна прибора излучает

сверхкороткие электромагнитные импульсы, которые имеют 1.0-1.5 периода квазигармонического сигнала и широкий спектр излучения. Тип (размеры) антенны определяет частоту сигнала. Глубина залегания отражающего объекта определяется по формуле:

$$H = V \cdot t \quad (1)$$

где V – скорость распространения волны, t – время распространения волны.

Скорость распространения электромагнитных волн в среде:

$$V = \frac{c}{\sqrt{\varepsilon \cdot \mu}} \quad (2)$$

где ε – диэлектрическая проницаемость среды, μ – магнитная проницаемость среды, а c – скорость электромагнитных волн в вакууме.

При работе георадара излучается импульс, который отражается в среде от границ различных объектов и ее неоднородностей, которые имеют отличную от окружающей среды диэлектрическую проницаемость. Приемная антенна получает отраженный сигнал. В широкополосном усилителе сигнал усиливается и преобразуется в цифровой с помощью аналого-цифрового преобразователя и запоминается для проведения обработки. После обработки, полученные данные отображаются на дисплее для последующей интерпретации.

Георадиолокационное зондирование является одним из самых широко используемых методов картирования подземных коммуникаций. Он является не разрушающим (т.е. не оказывает разрушающего воздействия на среду исследования). Поэтому использование георадара в данной области востребовано и актуально при картировании подземных коммуникаций в современных городских условиях и на территории промышленных предприятий в условиях тесной застройки и при плотном транспортном потоке. В отличие от других методов при использовании георадиолокационного зондирования можно определить положение не только металлических объектов, но и железобетонных и пластиковых труб. При выполнении наблюдений по системе параллельных профилей возможно обнаружение и последующее площадное картирование протяженных линейных объектов (труб, кабелей, водопроводов и т.д.). С помощью многоканальных георадарных систем со встроенным GPS, задача

картирования коммуникаций решается надежно и быстро. Результаты георадарных работ представляются заказчику в виде план-схем с отображением всех коммуникаций на участке исследований.

Георадар в данной области способен решить ряд следующих задач:

- нахождение трубопроводов различного назначения (в т.ч. из пластика);
- составление схем подземных коммуникаций в требуемом масштабе;
- исследование строительной площадки и трасс перед строительством зданий и сооружений;
- определение мест врезок в трубопроводы;
- определение и локализация утечек из трубопроводов;
- нахождение электрических и телефонных кабелей.

При помощи георадара специалисты могут в реальном времени определять глубину залегания и положение металлических и неметаллических труб или иных объектов (рис.1). Георадар помогает лучше представить расположение подповерхностных объектов и препятствий.



Рис. 1. Использование георадара для картирования подземных коммуникаций на футбольном поле

Для определения положения подземных коммуникаций на территории ПГНИУ были проведены экспериментальные работы с использованием георадара «Python-3» с частотой антенны 100 МГц.

Георадар «Python-3» является моностатическим георадаром, содержащим одну приемо-передающую антенну. Вся электронная часть георадара вместе с батареями питания размещается внутри небольшого модуля, который закреплен непосредственно на одном из диполей приемо-передающей антенны, смонтированной на пластиковой лыже. Специальный кожух обеспечивает защиту электронного модуля от механических воздействий. Георадар

протаскивается по поверхности зондируемой среды либо вручную, либо с помощью транспортного средства [1].

Регистрация информации, получаемой в процессе зондирования, осуществляется с помощью компьютера, имеющего Wi-Fi интерфейс. Передача информации от георадара к компьютеру осуществляется по беспроводному интерфейсу Wi-Fi. Данные зондирования отображаются на дисплее компьютера в реальном времени. Программное обеспечение «Prism» позволяет осуществлять обработку поступающей информации и представлять ее на дисплее в удобном для оператора виде [1].

Для записи и обработки данных экспериментальных работ использовалась программа «Prism2.5», установленная на ноутбук под управлением операционной системы «Windows 7». В ходе исследования были выявлены различные подземные коммуникации, а именно подземные колодцы, телефонные кабели и трубы. Данная работа заняла один час, включая настройку и выполнение необходимых измерений, а также при использовании не было создано помех транспортным средствам и прохожим. Это говорит об эффективности данного метода. При малых затратах времени и человеческой энергии мы можем получить подробные данные о залегании коммуникаций на значительной площади.

Для примера представлены данные полученные около корпуса №1 ПГНИУ (рис.3). В результате работ был обнаружен железобетонный короб с находящейся в нем трубой, положение которой выделяется участком повышенных амплитуд и имеет отметку в виде светлого овала на радарограмме по профилю 1 (рис.2).

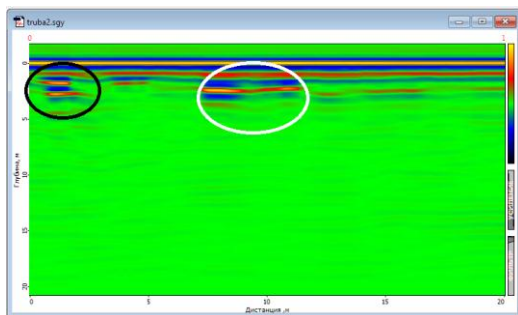


Рис. 2. Радарограмма по профилю 1

На радиограмме по профилю 1 (рис.2), овалом темного цвета, отмечен участок, в котором наблюдается искажение волнового поля.

Эти искажения вызваны стоящим, рядом с местом проведения исследований, автомобилем.



Рис. 3. Территория исследования, на которой была записана радарограмма по профилю 1

Красной стрелкой показано направление движения георадара при записи радарограммы по профилю 1 (рис.1)

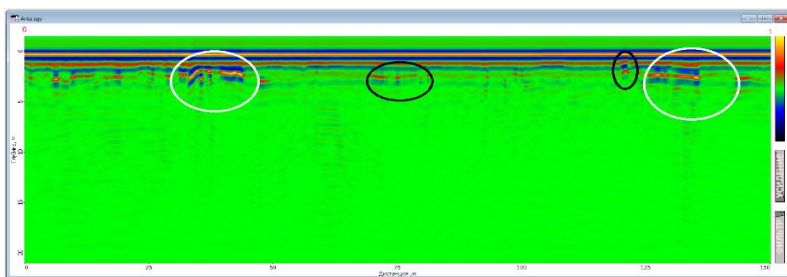


Рис. 4. Радарограмма по профилю 2

На радарограмме по профилю 2 (рис.4), записанной на дороге, ведущей от арки ЕНИ (Естественно научный институт) до корпуса экономического факультета светлыми овалами обозначены канализационные люки. Темные овалы отмечают не идентифицированные отражающие объекты.

Литература

1. Георадар «ПИТОН-3». Инструкция по эксплуатации // Рига: НПФ «РАДАРНЫЕ СИСТЕМЫ», 2013. 5 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕОРАДАРА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КАЧЕСТВА ДОРОЖНОГО ПОКРЫТИЯ

Е.А. Овчинникова

*Пермский государственный национальный исследовательский
университет, студент 1 курса, owl97@yandex.ru*

Научный руководитель: Доцент, PhD О.Н. Ковин

Аннотация: георадар является неразрушающим геофизическим методом, который широко используется для определения состояния конструктивных элементов дорог. Основная цель данной работы: показать, что использование георадара является наиболее эффективным методом для проведения быстрой и экономически-выгодной оценки качества дорожного покрытия.

Ключевые слова: георадар, дорожное покрытие, обследование и диагностика дорог, неразрушающий контроль.

THE USE OF GEORADAR FOR DETERMINING THE ROAD PAVEMENT QUALITY

E.A. Ovchinnikova

Perm State University, 1st year Student, owl97@yandex.ru

Research Supervisor: Reader, PhD O.N. Kovin

Abstract: ground penetrating radar is a non-destructive geophysical technique that is widely used to determine the condition of the road elements. The main aim of this article is to prove that the use of georadar is the most effective method in order to conduct rapid and cost-effective assessment of the road pavement quality.

Key words: ground penetrating radar, road pavement, road inspection, nondestructive testing.

Георадар (георадиолокационное зондирование) является методом, предназначенным для глубинного сканирования земли с целью получения трансформированного разреза исследуемой среды [1]. Современный георадар представляет собой сложный геофизический прибор, создаваемый при соблюдении определенных технологий. Основной блок состоит из электронных компонентов, выполняющих следующие функции: формирование импульсов, излучаемых передающей антенной, запись и обработка сигналов, поступающих с приемной антенны, синхронизация работы всей системы. Таким образом, георадар состоит из трех основных частей: антенной части, блока регистрации и блока управления. Антенная часть би-статического аппаратного комплекса включает

передающую и приемную антенны. Под блоком регистрации понимается ноутбук или другое записывающее устройство, а роль блока управления выполняет система кабелей и опто-электрических преобразователей.



Рис. 1. Иллюстрация принципа работы с георадаром при обследовании дорог [7]

Георадар успешно используется в геологии, в строительстве, в нефтяной и газовой отраслях, в коммунальном хозяйстве и в археологии (рис.1). Достоинства использования георадара:

- Высокая разрешающая способность (до нескольких сантиметров).
- Наглядность и оперативность в получении результатов измерений.
- Возможность перезаписи результатов измерений из внутренней памяти в компьютер.
- Малые габариты и вес (до 10 кг), что позволяет проводить измерения одному человеку.

Метод георадиолокации широко распространен в строительных и инженерно-геологических фирмах большинства высокоразвитых стран, таких как США, Канада, Швеция, Корея и др. Исследования зарубежных и российских ученых внесли существенный вклад в развитие и совершенствование георадарных технологий [2,4,6]. Более того, уже выпущено значительное количество методических рекомендаций по внедрению этих технологий в дорожную отрасль для контроля качества дорожного покрытия и состояния элементов дороги [5].

Перед появлением видимых разрушений дорожного покрытия внутри земляного полотна протекают скрытые процессы (образование пустот, переувлажнение грунта), своевременное выявление которых позволило бы вовремя принимать соответствующие меры. На

сегодняшний день для изучения состояния твердого покрытия автомобильных дорог чаще всего используются визуальные и контактные методы, такие как бурение шурфов и скважин с отбором образцов, различные виды статического и динамического зондирования. Указанные методы не позволяют получать непрерывную информацию о толщине и состоянии слоев дорожного покрытия и грунтов земляного полотна, так как пространство между точками отбора образцов остается неизученным. Вследствие этого наибольшую актуальность приобретают приборы неразрушающего контроля, с помощью которых становится возможным получить полную и достоверную информацию о состоянии дорожного полотна.

При изысканиях и проектировании дорог георадарные технологии позволяют:

- обследовать грунты, что позволяет определить состав и толщину слоев, наличие мерзлых или переувлажненных участков, оползневых процессов и тектонических нарушений, полостей, участков разуплотнения, наличие подземных коммуникаций, границ грунтовых и техногенных вод и т.д.;
- определить положение уровня грунтовых вод;
- оценить глубину водоема или реки в месте будущего мостового перехода и установить геометрические параметры по дну русла;
- определить места размещения и размеры инженерных коммуникаций;
- определить переувлажненные участки грунта;
- определить толщины конструктивных слоев дорожной одежды;
- оценить влияние автомобильных дорог на окружающую среду (например, при пересечении болот).

Эти данные востребованы при проектировании ремонтных работ, а также при назначении ограничений пропуска тяжелых автомобильных нагрузок.

Не так давно в некоторых городах России начали появляться передвижные автодорожные лаборатории, оснащенные георадаром. Они представляют собой газель, которая передвигается со скоростью 60 км/час и сканирует дорожное полотно, выявляя как внешние, так и внутренние дефекты. Для того, чтобы получить данные о количестве слоёв, толщине и состоянии дорожного покрытия можно значительно снизить объем механического выбуривания кернов. Новая методика упрощает процесс надзора и способствует повышению качества и снижению себестоимости дорог [3].

Частота, на которой работает антенна, является одним из важнейших факторов, который влияет на глубину проникновения. Чем

выше частота работы антенны, тем меньше глубина проникновения сигнала радара. В то же время антенна, работающая на более высоких частотах, позволяет повысить детальность исследования целевого объекта, поэтому эффективность исследования зависит от выбора антенны. В следующей таблице приведены частота работы антенны, максимальная глубина проникновения и соответствующее им назначение.

Таблица

Сравнительная характеристика антенн и области их применения

Назначение	Частота антенны, (МГц)	Максимальная глубина проникновения, (м)
Для определения мощности и влажности грунтов и дефектов в грунтах земляного полотна	150-250	3-15
Для определения мощности и влажности грунтов и дефектов в грунтах земляного полотна, а так же для определения толщины нижних слоев основания дорожной одежды	400-500	2.0-5
Для определения толщины слоев основания дорожной одежды и состояния грунтов рабочего слоя земляного полотна	700-900	1.0-3
Для определения толщины слоев покрытия и основания дорожной одежды и оценки качества их уплотнения.	1000-1500	0.5-1.5
Для определения толщины монолитных слоев дорожной одежды и оценки качества их уплотнения.	1500-2500	0.2-0.7

Результатом работы георадара является радарограмма. По ходу перемещения георадара она отображается на экране компьютера. Радарограмма представляет собой записи сигналов, пришедших к приемной антенне в интервал времени от 0 – момента посылки зондирующего импульса, до конца интервала записи, выставленного оператором. Горизонтальная ось радарограммы – ось X, дистанция по профилю в метрах. Начальные точки трасс располагаются на этой оси с тем шагом, с которым они были записаны на профиле. Вертикальная ось волновой картины – ось времени с началом $t=0$ – моментом посылки зондирующего импульса и $t_{\max}$, соответствующим концу интервала записи. Различия в способах изображения волновой картины состоят в способе отображения амплитуды сигнала в каждый момент времени.

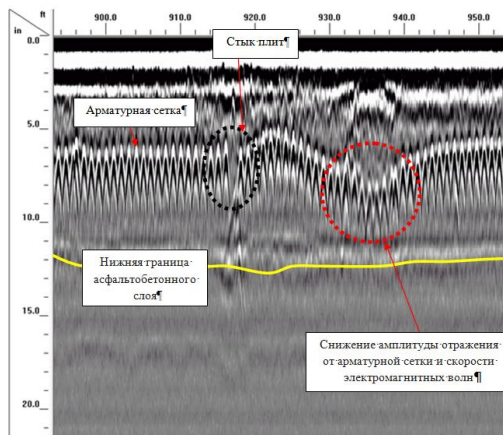


Рис. 2. Фрагмент георадиолокационного профиля полученного при сканировании участка мостового перекрытия [7]

На рисунке 2. радиограмма отражена методом переменной плотности, то есть когда нулю амплитуды сигнала соответствует серый фон, положительным амплитудам соответствуют все более темные тона вплоть до черного, а отрицательным амплитудам сигнала соответствуют все более светлые тона вплоть до белого.

Существуют специальные программы для обработки георадиолокационных данных (Prism, GeoScan32, RadExPro, Radan, ReflexW и пр.) с помощью которых можно выделить полезный сигнал на фоне помех и шума. Причиной образования шума являются нерегулярные электромагнитные процессы в самой аппаратуре георадиолокационного зондирования и внешние электромагнитные поля естественного и искусственного происхождения. Помехи – это волны, не представляющие интереса с точки зрения задачи исследований, но присутствующие на записи, образующие интерференционную картину с полезными волнами и затрудняющие выделение полезных волн.

С помощью специальных меток осуществляется «привязка» радарограммы к ситуации (километровые знаки, пересечения, остановки, автозаправочные станции, водопропускные трубы и т.д.). При обследовании дорожных конструкций целесообразно отмечать особенности, характеризующие состояние автомобильной дороги (поперечные и продольные трещины, просадки покрытия, сетка трещин, выбоины и т.д.). Метками следует также отмечать и помехи

(автомобили, ЛЭП и др.), если они оказывают влияние на показания георадара.

Контрольные бурения должны производиться обязательно (рис.3). Они выполняются с целью определения диэлектрической проницаемости материалов и грунта каждого слоя дорожной конструкции, что позволяет выполнить тарировку шкалы глубин на записанных радарограммах, тем самым уменьшить погрешность измерений при интерпретации полученных радарограмм. Для обеспечения минимальной погрешности определения глубины заложения и толщины слоев, необходимо сделать не менее 2-5 контрольных скважин на 1 км дороги [5]. С учетом данных бурения, определяются скорости распространения электромагнитных волн в слоях и определяются их толщины.

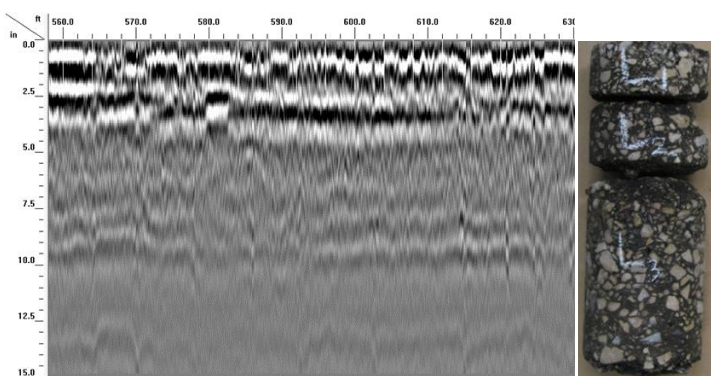


Рис. 3. Калибровка георадарных данных с использованием керна [7]

Таким образом, использование георадаров при обследовании состояния дорог позволяет получить достоверные данные о состоянии земляного полотна и дорожной одежды, фактические физико-механические параметры материалов конструктивных слоев. На основании этих данных можно установить причины возникновения дефектов, а также разработать методику принятия необходимых научно-обоснованных решений, направленных на поддержание дорожного покрытия в надежном транспортно-эксплуатационном состоянии.

Литература

1. Владов М.Л., Старовойтов А.В. Введение в георадиолокацию. Москва. Издательство МГУ, 2004, 153 с.

2. Кулижников А.М., Шабашева М.А. Георадары в дорожном строительстве. Москва. Информавтодор, 2000. 51 с.
3. Семенюк М.Н. Применение георадаров для определения переувлажненных участков, мест расположения коммуникаций, материалов и толщин дорожной конструкции. Москва, 2014. 22 с.
4. Финкельштейн М.И. Основы радиолокации. Радио и связь, 1983, 531 с.
5. Министерство транспорта Российской Федерации. Методические рекомендации по применению георадаров при обследовании дорожных конструкций. Москва, Росавтодор, 2003. 28 с.
6. Cook, John C. Proposed monocyple-pulse, VHF radar for airborne ice and snow measurements. AIEE Trans. Commun. And Electron., 79(2), 1960, P. 588-594.
7. Site specific pavement condition assessment. Final Report. FHWA, 2014.

ВОЛНОВОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КАРБОНАТНЫХ РЕЗЕРВУАРОВ НА ПРИМЕРЕ КАРБОНАТНЫХ ПОСТРОЕК ТИМАНО-ПЕЧОРСКОЙ ПРОВИНЦИИ

Д.С. Оглоблина

*Кубанский государственный университет,
студент 5 курса, vatmanbatman@mail.ru*

Научный руководитель: к.т.н. И.А. Гонтаренко

Аннотация: было определено влияния изменения пористости и мощности пласта на упругие свойства среды (P_p , P_s и ρ) на примере Артинского яруса Пермской системы Тимано-Печорской провинции. Проводилось сейсмическое моделирование, анализ карты амплитуд и построение графиков зависимости между импедансами Р-волн и пористостью пласта.

Ключевые слова: волновое моделирование, пористость, Тимано-Печорская провинция.

WAVE MODELING OF CARBONATE RESERVOIRS IN THE CARBONATE MOUNDS EXAMPLE, THE TIMAN-PECHORA PROVINCE

D.S. Ogloblina

*Kuban State University,
5th year Student, vatmanbatman@mail.ru*

Research Supervisor: Candidate of Technical Sciences I.A. Gontarenko

Abstract: the effect of changes in porosity and bed thickness were determined on the elastic properties of the medium (P_p , P_s , and ρ) on the example of Artinskiy tier of Perm system of the Timan-Pechora province. We have carried out seismic modeling,

amplitude analysis and map plotting the relation between the impedances of P waves and the porosity of the formation.

Key words: wave modeling, the porosity, the Timan-Pechora province.

Перед моделированием были проведены петрофизические исследования, которые показали наличие зависимости между импедансами продольных волн и пористостью [3].

Волновое моделирование выполнялось в программном пакете Hampson-Russel. Изменение пористости проводилось в интервале 0-40% с шагом 5%.

Работа проводилась по 2 этапам:

Первоначально с использованием уравнения Био-Гассмана рассчитывается кривая интервальных времен пробега продольных волн [1].

Далее просчитывается трасса одномерного моделирования (рис.) по четырем типам данных (плотность, импульс, скорости продольных волн из первого этапа и поперечных волн с учетом изменения скорости Р-волны) [2].

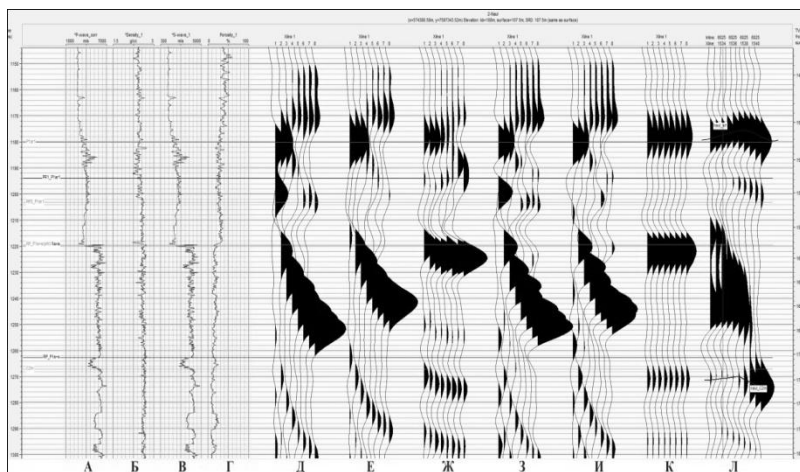


Рис. Одномерное акустическое моделирование по скважине:

А – кривая АК; Б – кривая скорости S-волны; Г – кривая пористости; Д – трасса одномерного акустического моделирования с одномерного акустического моделирования с S-wave=const; Ж – трасса одномерного акустического моделирования с использованием опции «Greenberg-Castagna calculations»; З – трасса одномерного акустического моделирования с использованием опции «Assume Castagna's equation is correct for wet case»; И – трасса одномерного акустического моделирования с

использованием опции «Assume a known Dry Poission's Ratio»; К – трасса одномерного акустического моделирования без изменения пористости; Л – трассы суммарного куба использованием опции «The input S-wave log is correct»; Е – трасса

В результате моделирования установлено изменение амплитуд отраженных волн от кровли артинского яруса.

Полученные результаты будут использованы в последующем проектировании эксплуатационных скважин в зоны с благоприятными коллекторскими свойствами на территории месторождения. Следует отметить, что подобная количественная интерпретация была проведена впервые на этой площади.

Литература

1. Аки К., Ричардс П. Количественная сейсмология. Теория и методы. М.: Мир, 1983. 519 с.
2. Боганик Г.Н., Гурвич И.И. Сейсморазведка. Тверь: АИС, 2006. 745 с.
3. Латышева М.Г., Мартынов В.Г., Соколова Т.Ф. Практическое руководство по интерпретации данных ГИС. Учебное пособие. РГУ им. Губкина. М: Недра, 2007. 327 с.

АНАЛИЗ СКОРОСТЕЙ СТРАТИГРАФИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА И ИХ ИЗМЕНЕНИЕ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТЕКТОНИЧЕСКОГО РАЙОНИРОВАНИЯ

В.С. Пантелеев

***Оренбургский государственный университет,
студент 5 курса, vasek1993@bk.ru***

Научный руководитель: к.г.-м.н., доцент А.Г. Соколов

Аннотация: построена карта интервальных скоростей отложений девона – нижнего карбона. Выделен участок пониженной скорости, приуроченный к сводовой части Восточно-Оренбургского сводового поднятия. Выявлено расположение аномально пониженных скоростей, позволяющее предположить, что наиболее интенсивный подъем территории происходил в северной части ВОСП.

Ключевые слова: Восточно-Оренбургское сводовое поднятие, Оренбургская область, карта скоростей, интенсивный подъем.

ANALYSIS OF STRATIGRAPHIC VELOCITIES OF THE COMPLEX AND CHANGING THEM DEPENDING ON THE TECTONIC ZONING

S.V. Panteleev

Orenburg State University, 5th year Student, vasek1993@bk.ru

Research Supervisor: Candidate of Geology and Mineralogy,

Reader A.G. Sokolov

Abstract: *a map of the interval velocities of the sediments of the Devonian – lower Carboniferous. Allocated a plot of reduced velocity, is confined to the arched part of the East Orenburg arched uplift. Identified the location of anomalously low velocities, suggesting that the most intensive growth areas occurred in the Northern part of the FOTS.*

Key words: *East roof elevation of Orenburg, Orenburg region, the map of velocities, intense lifting.*

Восточно-Оренбургское сводовое поднятие является одним из тектонических районов западной части Оренбургской области, имеющим ярко выраженную антиклинальную форму по поверхности до девона и по отложениям карбонатно-терригенного девона.

Восточно-Оренбургское сводовое поднятие (ВОСП) по до девонской поверхности и по терригенному комплексу девона представляет собой обширную незамкнутую положительную структуру, вытянутую в субмеридиональном направлении (рис.1). Северной границей его является Большекинский, южной – Оренбургский разломы, по серии тектонических нарушений формируется граница с Предуральским прогибом. Западная граница с Бузулукской впадиной условно принимается по границе смены додевонских отложений от пород кристаллического фундамента в пределах БВ к рифей-вендским отложениям в пределах ВОСП.

По осевой линии ВОСП более или менее выдерживается постоянный наклон поверхности до девона около 9 м на км вплоть до Дачно-Репинского участка. Далее на юг погружение резко замедляется и вблизи Оренбургского разлома переходит в свою противоположность – подъем поверхности в сторону Соль-Илецкого свода. Наклоны поверхности усиливаются на склонах мысообразного поднятия и, особенно на восточном склоне.

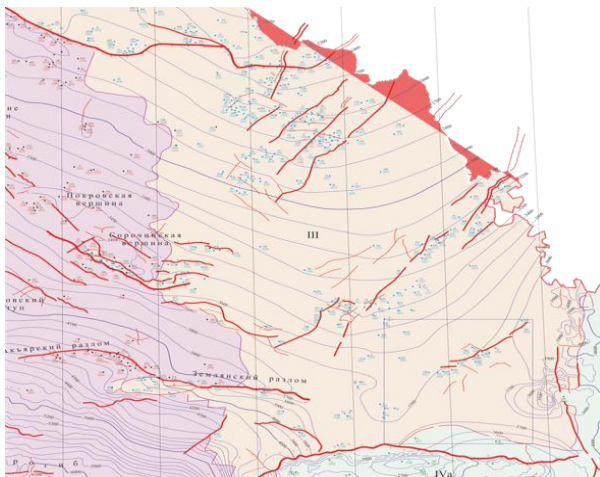


Рис. 1. Структурная карта Восточно-Оренбургского сводового поднятия (ВОСП) по додевонской поверхности

Данный тектонический элемент является одним из ведущих нефтегазоносных районов Оренбургской области и на настоящий момент довольно детально разбурен по отложениям терригенного девона, так как эти отложения являются основным объектом поисков и добычи нефти и газа, начиная с 70-х годов прошлого столетия. Задачей автора данной статьи явилось проведение анализа данных сейсмокаротажа глубоких скважин и выяснения закономерности изменения интервальной скорости для такой крупной антиклинальной структуры. Через геофизические параметры установить зависимость их от тектонического положения данного элемента, какие геофизические параметры могут подтверждать установленные тектонические особенности. За один из параметров взяли интервальную скорость преимущественно девонских отложений. Предполагая, что закономерность изменения данной интервальной скорости зависит от приуроченности их аномалий к «своду» или «переклинали» этой антиклинальной структуры.

Авторами взят за основу, как достаточно информативный, интервал между двумя сейсмическими реперами: отражающими горизонтами Д2, приуроченному к подошве терригенного девона, и У, соответствующему кровле бобриковского горизонта. Этот интервал включает отложения девона и нижнего карбона. Для анализа были использованы поисковые и частично разведочные скважины, которые в целом характеризуют весь тектонический элемент ВОСП.

Построения карты изолиний интервальной скорости выполнялись с помощью программ NeuraMap и ArcGis. Построенная карта (рис.2), имеет следующие характерные моменты.

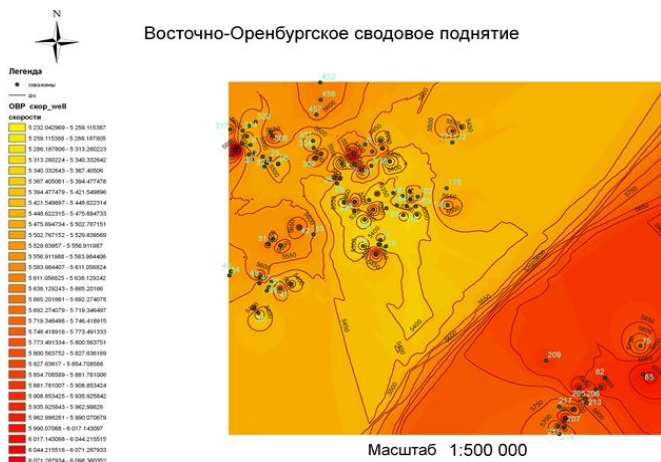


Рис. 2. Карта скоростей интервала фамен-турнея для Восточно-Оренбургского сводового поднятия

Анализируя данную карту, можно отметить, что в северной части района локализуется замкнутая область пониженных скоростей. От этой области в направлении на запад и особенно на восток и юго-восток проявляется устойчивый тренд повышенных скоростей. В юго-западной части проявляются сравнительно узкие аномалии повышенных и пониженных скоростей.

Сопоставляя карту скоростей (рис.2) со структурной картой (рис.1), можно отметить, что область пониженных скоростей приурочена к северной осевой части структурного выступа, который представляет из себя ВОСП. Краевые части структурного выступа характеризуются повышенными скоростями.

Понижение скорости интервала девон-карбон в сводовой части Восточно-Оренбургского выступа можно объяснить тем, что формирование этой крупной антиклинальной структуры продолжалось в процессе осадконакопления данного структурного этажа. Из-за сильного давления снизу в процессе воздымания осевая часть подвергалась повышенной трещиноватости, что и сказывалось на уменьшении интервальной скорости. На флангах этой крупной структуры оставались породы с первоначальной структурой т.е. более плотными, по сравнению с породами осевой части. Тот факт, что

участок пониженной скорости локализовался в северной части ВОСП, говорит о том, что самый интенсивный подъем район испытывал именно в северной части.

Выводы:

Построение карты интервальной скорости отложений девона – нижнего карбона позволило выделить участок пониженной скорости, приуроченный к сводовой части Восточно-Оренбургского сводового поднятия. Данный факт объясняется с нашей точки зрения тем, что в процессе осадконакопления девонских и нижнекарбоновых (преимущественно турней) отложений происходило воздымание названного структурного элемента, что приводило к повышенной трещиноватости сводовых частей структуры. Расположение аномально пониженных скоростей позволяет предположить, что наиболее интенсивный подъем территории происходил в северной части ВОСП.

Предлагается такой анализ интервальных скоростей произвести в других тектонических элементах Оренбургской области, что, по нашему мнению, даст дополнительную информацию о геологической истории края.

Литература

1. Пантелеев А.С., Козлов Н.Ф. Геологическое строение и нефтегазоносность Оренбургской области. Оренбург: Оренбургское кн. изд-во, 1997. 272 с.

МЕТОД КМВ С ЦЕЛЮ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОЦЕНТНОГО СОДЕРЖАНИЯ ЖЕЛЕЗА В ТИТАНОМАГНЕТИТОВЫХ РУДАХ ГУСЕВОГОРСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ КАЧКАНАРСКОГО ГОКА

Т.С. Пичкалева

*Исовский геологоразведочный техникум,
студент 3 курса, tanpa_190897@mail.ru*

Научный руководитель: Т.Г. Динер

Аннотация: в статье рассматриваются возможности каротажа магнитной восприимчивости при определении процентного содержания железа в титаномагнетитах Гусевогорского месторождения, с целью повышения информативности и оперативности поступления данных по содержанию железа на подготавливаемых к добыче участках.

Ключевые слова: титаномагнетитовые руды, процентное содержание железа, магнитная восприимчивость.

METHOD LMS FOR THE PURPOSE OF DETERMINING THE PERCENTAGE OF IRON CONTENT IN TITANIUM-MAGNETITE ORES OF THE GUSEVOGORSKOYE DEPOSIT OF KACHKANAR

T.S. Pihcaleva

Isovsky Geological Prospecting College,

3^d year Student, tanya_190897@mail.ru

Research Supervisor: T.G. Diner

Abstract: the article discusses the possibility of logging of magnetic susceptibility in determining the percentage of iron in the titano-magnetite Gusevogorskoye Deposit, with the aim of increasing the information content and promptness of receipt data for iron prepared for production sites.

Key words: titano-magnetite ore, the percentage content of iron, magnetic susceptibility.

Гусевогорское месторождение титаномагнетитовых руд приурочено к одноименному пироксенитовому массиву, входящему в состав сложной габбро-пироксенитовой интрузии, относящейся к Платиноносному поясу Урала [2]. Рудные минералы представлены магнетитом и ильменитом. По химическому составу руды относятся к бедным титаномагнетитовым вкрапленникам. Содержание титаномагнетита максимальное в пироксенитах и минимальное в габбро (менее 14%).

Обобщённые за все годы наблюдений и систематизированные данные о магнитных свойствах горных пород Гусевогорского месторождения приводятся в таблице.

Таблица

Физические свойства горных пород и руд

Наименование горных пород № п/п	Количество образцов	Магнитная восприимчивость (10 ⁻⁶ CGS)		
		Мин.	Мак.	Ср.
Пироксенит	50	400	67000	2300
Титаномагнетит	50	11000	350000	150000
Перидотит	50	100	1700	800
Дунит (серпентинизированный)	50	125	6200	2440
Порфирит	50	950	2100	1660
Амфиболит	50	6	75	30
Габбро	50	0	20000	6600
Горнблендит	50	38	13500	8150
Туфы порфиритов	50	32	62	50

Как видно из таблицы, наиболее магнитными породами Гусевогорского месторождения являются породы основного и ультраосновного составов; средняя магнитная восприимчивость которых составляет от 2300 до $6600 \cdot 10^{-6}$ CGS. Кислые и туфогенно-осадочные породы месторождения являются слабомагнитными, магнитная восприимчивость которых колеблется от 30 до $50 \cdot 10^{-6}$ CGS [3].

Магнитные свойства руд определяются степенью оруденения. Магнитная восприимчивость титаномагнетита на Гусевогорском месторождении колеблется от 11000 до $350\,000 \cdot 10^{-6}$ CGS. В целом для Гусевогорского месторождения характерны аномалии магнитного поля от 5000 до 10000 нТл над телами пироксенитов с вкрапленностью магнетита от 25 до 30%, свыше 10000 нТл при содержании магнетита более 40%. Для определения процентного содержания железа в руде на месторождении применяется каротаж магнитной восприимчивости (КМВ). Связь магнитных свойств со степенью оруденения носит статистический характер с коэффициентами корреляции и корреляционными отношениями порядка 0.6-0.9. Тесноту связи уменьшают колебания примесей в титаномагнетитах двуокиси титана и пятиокиси ванадия, разнообразие текстурных особенностей руд, анизотропия их магнитных свойств и вторичные изменения, непостоянство состава вмещающих пород и связанных с ними рудных компонентов.

Основным методом каротажа скважин является магнитометрический метод опробования. Он основан на использовании статистической зависимости величины магнитной восприимчивости горных пород и руд от количества в них магнитных минералов [1]. Характер этой зависимости обуславливается рядом факторов: концентрацией магнетита, наличием изоморфных примесей, формой и размерами зёрен магнетита, количеством и распределением других магнитных и немагнитных минералов, текстурой руд и т. д.

Измерения методом КМВ выполняются цифровой каротажной станцией «КАРЬЕР-2М» в буровзрывных скважинах по сети 5х5 метров (рис.1).

Данные измерений регистрируются каждые 0.1 м по всему стволу скважины современной лазерной сканирующей системой LMS-420 и обрабатывается программой Surpac 5. Этой программой обеспечивается необходимая для работы наглядность, в том числе обеспечен просмотр в 3-х направлениях и под любым углом процентное содержание железа в руде, а также возможна цветовая раскраска по содержанию полезного компонента (рис.2).

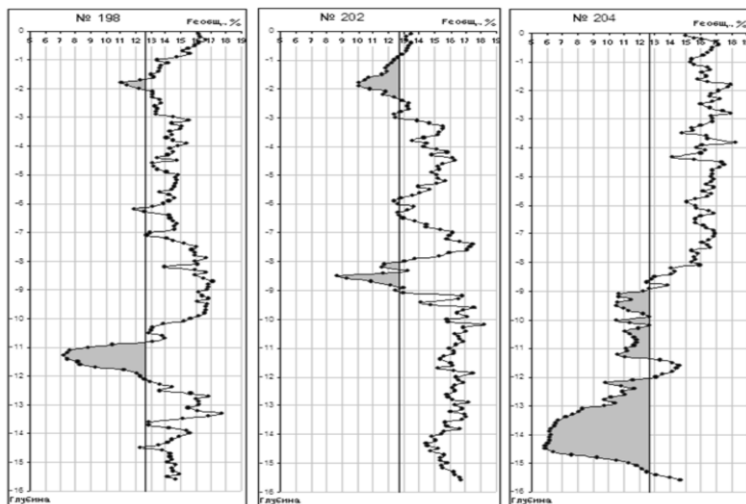


Рис. 1. Кривые КМВ в скважинах Гусевогорского месторождения

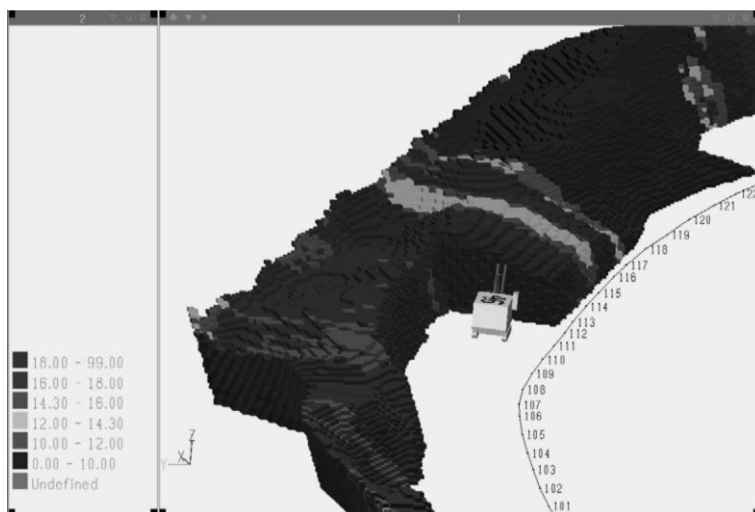


Рис. 2. Внешний вид развала горной массы с цветовой раскраской по содержанию железа общего в руде

Геофизическое опробование буровзрывных скважин методом КМВ повышает информативность и оперативность поступления данных по содержанию железа на подготавливаемых к добыче участках Гусевогорского месторождения, позволяет уменьшить

засорение вскрышными и жильными породами и улучшить качественные показатели руды.

Литература

1. Инструкция по проведению геофизических исследований в рудных скважинах. ВИРГ. Рудгеофизика, 2000. 414 с.
2. Фоминых В. Г. и др. Петрология и рудогенезис Качканарского массива. УНЦ АН СССР, 1987. 84 с.
3. Физические свойства горных пород и полезных ископаемых (петрофизика): Справочник геофизика. / Под ред. Дортман Н.Б. 2-е изд. М.: Недра, 1984. 455 с.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВТОРИЧНОГО ВСКРЫТИЯ ПЛАСТОВ

М.А. Пыстогова

***Пермский государственный национальный исследовательский
университет, магистрант 1 курса, mari_14.93@mail.ru***

Научный руководитель: к.т.н., доцент А.Д. Савич

Аннотация: рассмотрена технология вторичного вскрытия пластов на депрессии, для улучшения чистоты перфорационных каналов.

Ключевые слова: перфорация, динамическая депрессия, импlosionная камера.

IMPROVING THE EFFICIENCY OF RE-OPENING THE RECOVERY

M.A. Pystogova

Perm State University,

1st year Master's Degree Student, mari_14.93@mail.ru

Research Supervisor: Candidate of Technical Sciences, Reader A.D. Savich

Abstract: The technology of secondary opening seams on depression, to improve the purity of the perforations.

Key words: perforation, dynamic depression, implosion chamber.

Высокая продуктивность скважин в целом зависит от качества их закачивания, которое в общем виде состоит из технологии первичного вскрытия, цементирования и вторичного вскрытия (перфорации).

Главным образом, работы по вскрытию продуктивных пластов выполняются кумулятивным способом перфорации скважин. Кумулятивная перфорация осуществляется стреляющими перфораторами, не имеющими пуль или снарядов. Прострел преграды достигается за счет сфокусированного взрыва. Энергия взрыва в виде тонкого пучка газов – продуктов облицовки пробивает канал. При выстреле кумулятивным зарядом, в преграде образуется перфорационный канал глубиной от 294 до 1520 мм [2].

Существующие в настоящее время технологии вторичного вскрытия пластов (на депрессии или репрессии) выбираются с учетом геолого-технических условий. Более предпочтительной является перфорация на депрессии. Но чрезмерное создание депрессии, особенно для пластичных пород, может привести к созданию «удушающего пояса» за счет действия тангенциальных напряжений в ПЗП. Хотя при выборе оптимальной депрессии практический опыт для конкретного месторождения имеет первостепенное значение, общие рекомендации, сделанные при закачивании многих тысяч скважин, могут быть полезными для такого выбора [1].

В последнее время, как за рубежом, так и в России начали разрабатываться перфорационные технологии со спуском перфораторов под глубинный насос. Такой подход позволяет производить вторичное вскрытие пластов, исключая операции по дополнительному глушению скважин, что, помимо сокращения сроков освоения, приводит к значительному увеличению их дебитов [4]. Суть её в том, что в скважину на каротажном кабеле спускается полноразмерный перфоратор, который привязывается к интервалу перфорации, затем спускается насос, запускается в работу, и, при создании необходимой депрессии, срабатывает перфоратор. Отстрелянный перфоратор остаётся в скважине до первого ремонта насоса [1].

Результатом выстрела перфоратора является перфорационный канал, облицованный слоем поврежденной породы и заполненный обломочным материалом. Если поврежденная порода не удаляется, то она препятствует течению флюида, а раскрошенная обломочная порода и остатки заряда могут закупорить и закрыть горловины пор. Стандарт промышленности для очистки этих вновь сформированных перфорационных каналов состоит в том, чтобы использовать подход со статической депрессией.

Скважинные перфораторы размещают в стволах скважины в обсадной колонне, которая содержит немного флюида. Столб флюида создает гидростатическое давление, если оно ниже давления пласта,

имеет место статическое условие отрицательного перепада давления (депрессии на пласт); и наоборот, если это давление больше, скважина находится под давлением в стволе выше пластового давления (при положительно перепаде давления или репрессии).

Перфорирование выполняется со статической депрессией на пласт в надежде, что отрицательный перепад давления создаст немедленный приток флюидов пласта, который удалит обломочную породу перфорации, но такая методика не осуществляет достаточной очистки.

В новом методе перфорирования при динамической депрессии (DUB – dynamic underbalance) используют специальные снаряды для открытия больших отверстий в корпусах перфоратора и камерах PURE (рис.а, средний заряд). После начального роста давления в стволе скважины в результате детонации зарядов, как видно на графике давления (б), следует быстрое уменьшение давления (г) создаваемое притоком флюидов в пустой корпус перфоратора (в). Порода в зоне дробления разрушается и попадает в перфорационный канал. Эта разрушенная порода, наряду с обломками зарядов, затем выносятся в ствол скважины и пустые корпуса течением флюида из пласта (д). Конечный результат – увеличенный перфорационный канал с улучшенными характеристиками течения (е).

Дополнительное преимущество DUB-перфорирования в том, что эти результаты можно получать в стволах скважин, которые первоначально находятся при отрицательном, нулевом или даже положительном перепаде давления. Итогом являются более чистые перфорационные каналы и улучшение работы скважин [5].

В 80-е годы для целей сохранения цементного камня были разработаны компенсаторы давления, которые по сути создавали динамическую депрессию. Разработанная технология предусматривает полное предупреждение нарушений цементного кольца за обсадной колонной вне интервала перфорации, для этого производится гашение возникающих при перфорации высоких взрывных давлений, способных перемещаться по скважинной жидкости на значительные расстояния от интервала перфорации и вызывающая разрушение затрубного цементного кольца.

Разработанная технология предполагает спуск в скважину вместе с кумулятивным перфоратором компенсаторов давления, которые могут быть расположены над и (или) под перфоратором, в зависимости от геолого-технических условий конкретной скважины, на которой проводится перфорация. Гашение взрывных давлений с помощью компенсаторов давления не требует внесения изменений в

технологии ведения прострелочно-взрывных работ кумулятивными перфораторами [3].

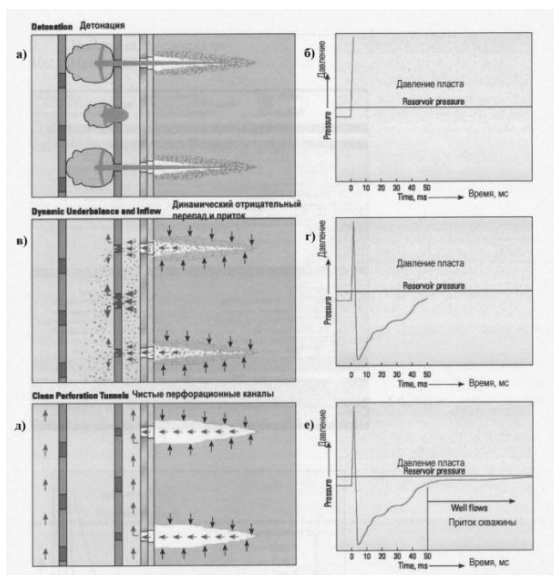


Рис. Вторичное вскрытие пластов на динамической депрессии

Ведется разработка оборудования (депресссионных камер или имплозивных камер) для выполнения перфорации на динамической депрессии и методического обеспечения по применению камер в зависимости от плотности перфорации, типа перфоратора (количества ВМ), длины интервала и т.д. Наибольший эффект от такой технологии, в виде очистки ранее созданных каналов и призабойной зоны при реперфорации, а также снижения фугасного воздействия на крепь скважины, может быть достигнут только без дополнительного глушения скважин перед спуском насоса [4].

Литература

1. Гайворонский И.Н., Меркулов А.А., Шумилов А.В., Савич А.Д., Черных И.А., Шуров В.М.. О выборе Стратегии заканчивания нефтегазовых скважин // Нефтяное хозяйство, 2015. С. 104-107.
2. Семченко А.А. Технологии вторичного вскрытия пластов // Теория и практика разведочной и промысловой геофизики. Пермь, 2015. С. 189-190.

3. Терентьев Ю.И., Руцкий А.М. Разработка способов, предупреждающих разрушение цементного кольца при проведении перфорационных работ // Фонды ПермНИПИнефть. Пермь, 1983.

4. Черных И.А., Савич А.Д., Гайворонский И.Н. Технологии импортозамещения при исследованиях горизонтальных скважин и вторичном вскрытии пластов на депрессии // XXI Научно-практическая конференция «Новая техника и технология геофизических исследований скважин». Уфа, 2015.

5. Baxter Dennis, Larry Behrmann, Brenden Grove, Harvey Williams, Juliane Heiland, Lian Ji Hong, Chee Kin Khong, Andy Martin, Vinay K. Mishra, Jock Munro, Italo Pizzolante, Norhisham Safiin, Raja Rajeswary Suppiah. Перфорирование – когда целью является разрушение // Обзор месторождений нефти. №3. 2009:21.

ОЦЕНКА ПОГРЕШНОСТИ РЕШЕНИЯ ОБРАТНОЙ ЗАДАЧИ МПВ

В.А. Рева

**Пермский государственный национальный исследовательский
университет, студент 3 курса, viktoriyareva23@yandex.ru**

Научный руководитель: д.г.-м.н., профессор Б.А. Спасский

Аннотация: проведена оценка точности определения параметров среды в методе преломленных волн (МПВ) путем сравнения исходных и рассчитанных по заданной модели данных (скоростей, мощностей пластов и глубин преломляющих границ).

Ключевые слова: сейсморазведка, МПВ, обратная задача.

ERROR ESTIMATES FOR SOLVING INVERSE PROBLEMS OF REFRACTION SHOOTING

V.A. Reva

Perm State University, 3^d year Student, viktoriyareva23@yandex.ru

Research Supervisor: Doctor of Geology and Mineralogy,

Professor B.A. Spassky

Abstract: the accuracy of the parameters of the medium has been assessed by the refraction shooting and by comparing the initial and calculated data (Speed, power layers and depths refractors).

Key words: refraction shooting, seismic prospecting, inverse problem.

Одним из ведущих геофизических методов исследования земной коры является сейсморазведка. Такое положение метода в

разведочной геофизике обусловлено его большой глубиной при высокой детальности исследований. Чаще всего, при сейсморазведочных работах большое влияние на материалы полевых данных несёт верхняя часть разреза (ВЧР) и её составляющая – зона малых скоростей (ЗМС). Непосредственно, изучение их скоростной модели несет в себе существенную роль, так как при дальнейшей обработке материала влияние ВЧР (ЗМС) вычитывается путем расчета статических поправок и строятся сейсмические разрезы хорошего качества [3].

Цель данной работы состояла в определении параметров некоторых многослойных горизонтально слоистых сред ВЧР по данным метода преломленных волн (МПВ). Для каждой из двух заданных моделей сред $V_{nl}(H)$ (табл.1) необходимо было решить прямую задачу МПВ, т.е. рассчитать по соответствующим формулам годографы прямой (1) и преломленных (2) волн от всех преломляющих границ [1,2].

$$t_{\text{прям}}(x) = \frac{x}{V_1}; \quad (1)$$

$$t_n(x) = \frac{x}{V_n} + \sum_{k=1}^{n-1} \frac{2h_k}{V_k} \cdot \cos i_{kn}; \quad (2)$$

Где $t(x)$ – времена прихода преломленной от n-ой границы волны при различных удалениях пункта возбуждения от пункта приема x , дающие годограф n-ой границы; k – номер пласта, n – число пластов в модели (номер последнего слоя), для которого рассчитываются годографы; h_k – толщина k-ого пласта, V_k – скорость k-ом пласте, i – критический угол на преломляющей границе.

Таблица 1

Варианты скоростных моделей $V(Z)$

		Скоростная модель №1	Скоростная модель №2
№ пласта	Мощность пласта h , м	Скорость V , м/с	Скорость V , м/с
1	30	600	600
2	30	900	1200
3	30	1200	1800
4		1500	2400

В случае, если среда является многослойной (горизонтально слоистой) и при этом соблюдается условие $V_1 < V_2 < \dots < V_n$, то на каждой границе возникает головная преломленная волны. Годографы прямой

и этих $n-1$ преломленных волн формируют годограф первых вступлений на полевых сейсмических записях, где наклон годографа соответствует величине граничной скорости (в подстилающем границу пласте).

После построения годографов для скоростных моделей №1 (рис.1а) и №2 (рис.1б) необходимо провести их интерпретацию (решить обратную задачу), т.е. – определить по полученным годографам параметры среды (мощности пластов и соответствующие им пластовые скорости). Для дальнейшего расчета используется способ средних (эффективных) скоростей. По многословным годографам определяем времена t'_0 и скорости $V_{\text{эф}}$. До первой границы расчет глубины проводится по формуле с использованием времени t'_0 :

$$h_1 = \frac{V_1 t'_{01}}{2 \cdot \cos i_{12}}; \quad (3)$$

Затем, рассчитывают по формуле (4) не мощности пластов, а эффективные глубины горизонты $H_{\text{эф}}$ с использованием эффективных скоростей.

$$H_{\text{эф}n} = \frac{V_{\text{эф}n} t'_{0n}}{2 \cdot \cos i_{\text{эф}}} = \frac{V_{\text{эф}n} t'_{0n}}{2 \sqrt{1 - \frac{V_{\text{эф}n}^2}{V_{\text{гп}}^2}}}; \quad (4)$$

Где $V_{\text{гп}}$ – скорость в подстилающем преломляющую границу слое.

По годографам преломленных волн затруднительно определять эффективную скорость с удовлетворительной точностью. На практике находит применение эмпирический способ определения $V_{\text{эф}}$ по точкам пересечения годографов [1]. Тем самым заменив многослойную среду из n слоев некоторой эффективной однослойной моделью среды с глубиной $H_{\text{эф}}$ (рис.1).

Этот приближенный способ можно применять, если в покрывающей толще отсутствуют пласты с относительно высокими значениями скоростей. В противном случае оценки $V_{\text{эф}}$ могут оказаться сильно завышенными.

Получив эффективные глубины, можно оценить толщины отдельных пластов:

$$H_{\text{эф}1} = h_1 + h_2; \quad (5)$$

$$H_{\text{эф}2} = h_1 + h_2 + h_3. \quad (6)$$

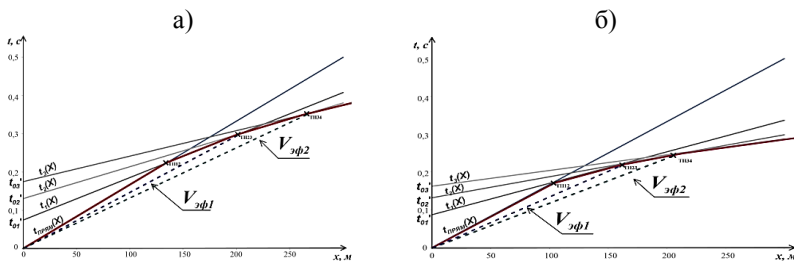


Рис. 1. Годограф прямой и преломленных волн, а) для скоростной модели №1, б) для скоростной модели №2

Для построения конечной рассчитанной скоростной модели $V_{пл}(H)$ находим пластовые скорости по наклонам каждого из звена годографов. По полученным и исходным данным (табл.2) строится конечная и исходная модели сред для визуального сравнения (рис.2).

Таблица 2

Результат решения обратной задачи $V(Z)$

№ пласта	Скоростная модель №1		Скоростная модель №2	
	Мощность пласта h , м	Скорость V , м/с	Мощность пласта h , м	Скорость V , м/с
1	30	600	30	600
2	20,70	862	20,40	1283
3	25,53	1100	18,22	1900
4		1500		2250

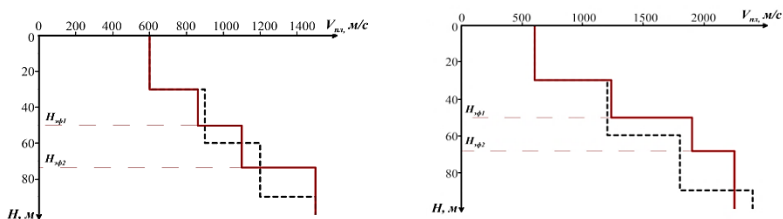


Рис. 2. Рассчитанная (сплошная линия) и исходная (пунктирная линия) модели скоростных сред №1 и №2.

Таким образом, значения исходных и рассчитанных пластовых скоростей в среднем различаются в обоих случаях на 5-7%. Большие погрешности прослеживаются в определении толщин слоев, величина которых занижается. Причем, занижение толщин пластов становится больше с увеличением градиента нарастания скоростей с глубиной. Поэтому при интерпретации данных МПВ в многослойных средах

лучше использовать более точные способы решения обратных задач (способ точек пересечения или t_0) [1,2].

Литература

1. Боганик Г.Н., Гурвич И.И. Сейсморазведка. М.: Недра, 2006. С. 172-176, 548.
2. Бондарев В.И. Сейсморазведка: учебник для вузов. Книга 1. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2006. С. 77-80.
3. Спасский Б.А., Митюнина И.Ю. К вопросу о точности построения скоростных моделей ВЧР по временным полям первых волн. Сб. Геология и полезные ископаемые Западного Урала. Пермь, 2003. С. 129-132.

СЕЙСМОРАЗВЕДКА МОГТ 3D В УСЛОВИЯХ ТРАНЗИТНОЙ ЗОНЫ

С.Ю. Рубанов

***Кубанский государственный университет,
магистрант 1 года обучения, sairrub@yandex.ru***
Научный руководитель: д.т.н., профессор В.И. Гуленко

Аннотация: сейсмической партией ГНЦ «Южморгеология» была выполнена пространственная сейсморазведка методом отражённых волн в модификации общей глубинной точки (МОВ ОГТ 3D) в условиях транзитной зоны в пределах Мадачагской площади Южно-Русского лицензионного участка. Проведена экспресс-обработка полевых материалов.

Ключевые слова: сейсморазведка МОВ ОГТ 3D, транзитная зона, Южно-русский лицензионный участок, Мадачагская площадь, полевая экспресс-обработка.

SEISMIC CDP 3D IN CONDITIONS OF TRANSITION ZONE

S.Yu. Rubanov

***Kuban State University,
1st year Master's Degree Student, sairrub@yandex.ru***
Research Supervisor: Professor V.I. Gulenko

Abstract: seismic party of SSC «Yuzhmorgeologiya» performed dimensional seismic by the method of reflection waves in modification of common depth point (MRW CDP 3D) in conditions of transition zone within the Madachagskaya area in South Russian License Area. It was conducted rapid processing of field data.

Key words: seismic CDP 3D, transition zone, South Russian License Area, Madachagskaya area, field rapid processing.

Введение

В полевой сезон 2013 года были выполнены сейморазведочные работы МОВ ОГТ 3D на Мадачагской структуре в пределах Южно-Русского лицензионного участка с целью детального изучения геологического строения Мадачагской площади [4].

Актуальность работы заключается в перспективности шельфовых районов Российской Федерации на наличие в них нефти и газа на фоне истощающихся запасов в пределах суши. Одним из самых эффективных методов поисков и разведки газонефтяных месторождений в таких условиях является МОВ ОГТ 3D [1,3].

Цель работы заключалась в оценке эффективности метода ОГТ 3D для обнаружения газонефтяных коллекторов в условиях транзитной зоны

Были поставлены следующие задачи: изучение методики и технологии полевых работ; оценка эффективности полевого графа обработки; анализ полученных результатов.

Изучаемый интервал разреза: морское дно – 4500 м.

Методика и технология полевых работ

Методика сейморазведочных работ выбиралась в соответствии с техническим заданием и имела следующие проектные параметры:

Система расположения взрывных и приёмных профилей взаимно перпендикулярная; система наблюдений центральная, симметричная; номинальная кратность в зоне полнократного накопления 80; размер бина 25х12.5 м; интервал между линиями пунктов приёма (ЛПП) 400 м; интервал между линиями пунктов возбуждения (ЛПВ) 300 м; шаг между пунктами приёма (ПП) на ЛПП 50 м; шаг между пунктами возбуждения (ПВ) на ЛПВ 25 м [4].

После завершения раскладки активной расстановки, при удовлетворительной геометрии приёмных устройств, проводился отстрел линий ПВ с регистрацией сейсмических данных (рис.1) [2].

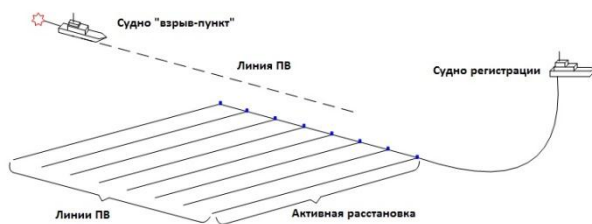


Рис. 1. Схема отстрела одного шаблона с регистрацией сейсмических данных

В качестве регистрирующего оборудования использовалась телеметрическая система сбора сейсмической информации «ARAM ARIES II», состоящая из центральной станции и полевых модулей RAM и TAP, к которым подсоединялся сейсмический кабель. К кабелю подключались либо четыре двухкомпонентных датчика (GS-PV-1S), либо 8 однокомпонентных СВГ-6. В качестве источников использовалась группа пневмоисточников «Bolt» общим объемом 24.3 л для глубин больше 2,5 м и 11.8 л для меньших глубин [2,3,4].

Полевая экспресс обработка и полученные результаты

Полевая обработка сейсмических данных велась по R-компоненте (гидрофон).

Граф обработки полевых сейсмических данных включал следующие этапы: ввод, демультимплексация; присвоение геометрии, бинирование; подавление регулярных помех; расчёт и применение априорной статики; восстановление усиления; ослабление регулярных и случайных помех; деконволюция, полосовая фильтрация; предварительный скоростной анализ (с интервалом 2 км); ввод кинематики, мьютинг и контрольное суммирование; итеративная коррекция статики; ослабление кратных волн; скоростной анализ (с интервалом 1 км); коррекция остаточной статики; ввод кинематики, мьютинг и суммирование (вывод в SEG-Y); фильтрация, коррекция амплитуд; запись результатов в SEG-Y формат [4].

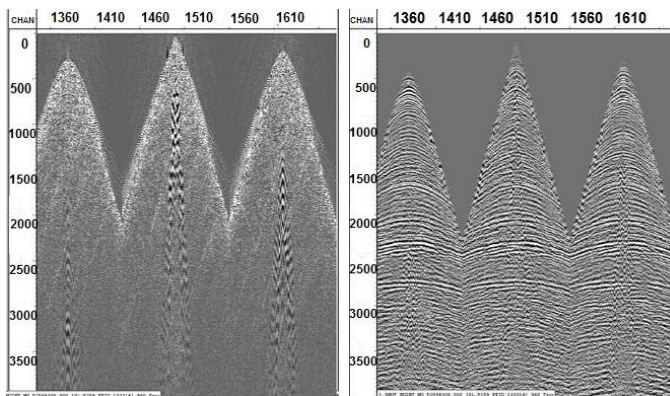


Рис. 2. Пример исходной сейсмограммы (слева) и после предобработки (справа)

После выполнения процедур полевой экспресс-обработки строились временные разрезы по Crossline и Inline (рис.3).

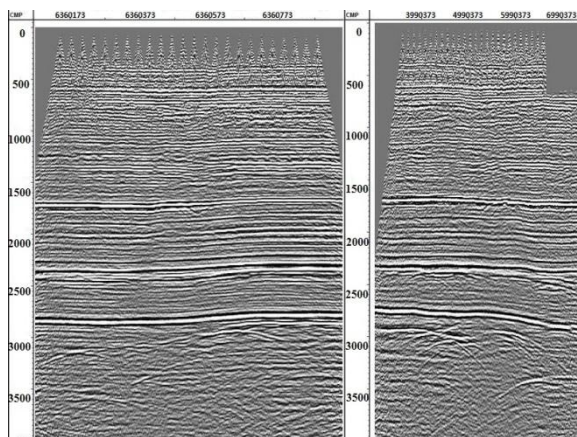


Рис. 3. Пример временных разрезов по Crossline 636 & InLine 370

Выводы

Целевые горизонты уверенно прослеживаются в интервале времён от 1500 мс до 3000 мс. Поэтапный контроль качества получаемых данных и применение выбранной технологии, позволяет получить качественный материал в трудных метеорологических и сейсмологических условиях, последующая обработка которого, позволяет решить поставленные геологические задачи: прослеживание целевых интервалов и их стратификация [4].

Таким образом, сейсморазведка МОГТ 3D является ведущим методом для решения поставленных задач, в том числе, и в сложных климатических и сейсмологических условиях.

Литература

1. Бондарев В.И. Основы сейсморазведки / В.И. Бондарев. М.: УГГГА, 2003. 332 с.
2. Гуленко В.И. Технология морской 3D сейсморазведки с телеметрической системой «ARAM ARIES II» / В.И. Гуленко, А.В. Рудаков // Геология, география и глобальная энергетика. Астрахань, 2013. Т. 51, № 4. С. 44-51.
3. Запорожец Б.В. Особенности регистрации сейсмического волнового поля в мелководных и переходных зонах / Б.В. Запорожец, О.В. Лисунов. // Приборы и системы разведочной геофизики. Саратов, 2005. Т. 13, № 3. С. 42-43.
4. Шумский Б.В. «Выполнение сейсморазведочных работ МОГТ - 3D/2D на Южно-Русском лицензионном участке в 2012-2013 году». / Б.В. Шумский // Отчёт по договору № 0421411/0194Д от 17.02.2012 г., ГНЦ ФГУП «ЮЖМОРГЕОЛОГИЯ», 2013.

ПРИМЕНЕНИЕ КОРРЕЛЯЦИОННОГО АНАЛИЗА К НАБОРУ ОЦЕНОК КОРНЕР-ЧАСТОТ ОЧАГОВЫХ СПЕКТРОВ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ АВАЧИНСКОГО ЗАЛИВА

А.А. Скоркина

*Камчатский филиал ГС РАН, Институт физики Земли
им. О.Ю. Шмидта, аспирант 2 года обучения, anna@emsd.ru*

Научный руководитель: д.ф.-м.н. А.А. Гусев

Аннотация: стандартная теоретическая модель очагового спектра «омега-квадрат» не учитывает наличие f_{c3} (очаговый вклад в f_{max}). Согласно наблюдаемым очаговым спектрам камчатских землетрясений, f_{c3} присутствует в большинстве случаев. Аргумент в пользу реальности f_{c3} – наличие парной корреляции между оценками на разных станциях.

Ключевые слова: землетрясение, очаговый спектр, корнер-частота.

APPLICATION OF CORRELATION ANALYSIS TO CORNER FREQUENCIES SET FOR SOURCE SPECTRA OF EARTHQUAKES FROM AVACHA BAY

A.A. Skorkina

*Kamchatka Branch of GS RAS, Schmidt Institute of Physics of the Earth
RAS, 2nd year Post-graduate Student, anna@emsd.ru*

Research Supervisor: Doctor of Physics and Mathematics A.A. Gusev

Abstract: standard theoretical model of source spectra « ω^{-2} », does not take into account existing of source-controlled f_{c3} . According to observed source spectra for Kamchatka earthquakes, f_{c3} exists in most cases. A prove of reality of f_{c3} is the presence of the pair correlation between f_{c3} estimates for several stations.

Key words: earthquake, source spectrum, corner frequency.

Изучение очаговых спектров землетрясений интересно для физики очага землетрясения, а также важно для инженерно-сейсмологических задач, в первую очередь для прогноза сильных движений грунта при вероятном землетрясении.

В настоящее время общепринятой моделью очагового спектра смещений является модель «омега-квадрат» [2,3], включающая плоский участок на низких частотах и убывание по f^{-2} на высоких частотах. Эти два участка разделены изломом вблизи характерной (корнер) частоты, f_c . Этот излом может расщепляться на два, с корнер-частотами f_{c1} и f_{c2} , между которыми имеется участок спектра с трендом

f^{-1} [3]. Однако эта модель не является исчерпывающей для описания наблюдаемых очаговых спектров камчатских землетрясений [1]. В данной работе приводится аргумент в пользу того, что очаговые спектры корректнее описывать моделью с тремя характерными частотами [4,5]. Чтобы убедиться в реальности f_{c3} (очаговый вклад в f_{max}), проверили численное согласие и взаимную корреляцию независимых оценок f_{c3} , полученных на разных станциях.

Набор оценок характерных частот (корнер-частот) был получен для 1252 S-спектров 372 субдукционных землетрясений, записанных станциями, расположенными на скальных или близких к ним грунтах: DAL, KDT, KRM, PET, RUS и SPN за 2011-2014 гг. Вариации глубин – до 170 км, гипоцентральных расстояний – 45-250 км, магнитуд – 4.0-6.8. Описание процедуры снятия характерных частот со сглаженных спектров Фурье поперечных волн (приведенных к условиям очага) см. в [1].

Индивидуальные оценки f_{ck} ($k = 1, 2, 3$) для каждой комбинации землетрясение « i » – станция « j » обозначим $f_{ck}^{(ij)}$. Среднее по всем j значение $\lg f_{ck}^{(ij)}$ (среднесетевое по i -тому землетрясению) обозначим $\lg f_{ck}^{(i)}$. Ограничились случаями, когда в наличии имелось три или более станции для данного i . Рассчитали невязки $\delta_k^{(ij)} = \lg f_{ck}^{(ij)} - \lg f_{ck}^{(i)}$ для $k = 1, 2$ и 3 (станционная оценка минус среднесетевая); убедились, что соответствующие распределения не сильно отличаются от нормального закона. Средние стандартные отклонения σ_k для невязок логарифмов f_{c1} , f_{c2} и f_{c3} составляют 0.17, 0.14 и 0.11, соответственно.

Полученные оценки точности приемлемы, однако сохраняется вопрос, в какой мере полученные оценки f_{c1} , f_{c2} и f_{c3} отражают именно свойства очага; не являются ли они фиктивным результатом, отражающим случайный шум (флуктуации) данных. Для контроля полезно использовать проверку наличия парной корреляции между оценками $\lg f_{ck}^{(ij)}$ для одного и того же (i) землетрясения, полученными на разных (j) станциях. Для шести станций имеется 15 парных сочетаний. Для упрощения анализа, изучали только комбинации типа «PET – одна из остальных пяти станций», а также суммарные оценки, для всех случаев типа «PET –любая из остальных пяти станций». Результаты в графическом виде приводятся на рисунке; далее результаты статистических расчетов отражены в таблице.

Во всех случаях отклонение коэффициента корреляции $\rho_k^{(x, \text{PET})}$ от нуля высоко значимо, так что нет сомнений в наличии линейной связи. Видно, что корреляция присутствует, а расхождения между станциями – ограниченные. Обращают на себя внимание высокие оценки для ρ_k для близкой пары PET-DAL (по-видимому, за счет

малого углового расстояния на фокальной сфере и близости трасс лучей). В этой ситуации данные пары PET-DAL были исключены из осреднения по станциям, чтобы избежать искусственного завышения оценок точности.

Значимость отклонения коэффициента корреляции от нуля высока, так как нижняя граница 95% доверительного интервала $\rho_k^{95\%(X, \text{PET})}$ намного выше нуля. Этот факт говорит о том, что полученные оценки реальны, и не имеют флуктуационной природы. При правдоподобном допущении, что дисперсия $\sigma^2(\lg f_{ck})$ значений не меняется от станции к станции, значение дисперсии для межстанционной разности $\lg f_{ck}$, σ_{dk}^2 , превышает σ_k^2 ровно вдвое. Поэтому можно оценить σ'_k как $\sigma_{dk}/1.41$. Результат для $k = 1, 2, 3$ составляет 0.17, 0.15, 0.12, соответственно.

Относительно более высокий разброс параметра f_{c1} , и его более низкая межстанционная корреляция согласуется с трудностями его снятия (нередко невозможна уверенная идентификация ожидаемой площадки в спектрах смещения в области нижних частот). Любопытно, что для проблемного и наименее изученного параметра f_{c3} разброс самый низкий, а корреляция оценок между станциями сопоставима с аналогичными оценками для характерной частоты f_{c2} , надежно определяемой.

Наличие корреляции оценок f_{c3} для PET и 5 других станций подтверждает реальность очагового вклада в $f_{\max}$. Поэтому можно считать, что модель с тремя характерными частотами точнее описывает эмпирические очаговые спектры камчатских землетрясений, а модель «омега-квадрат» – упрощенной.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект №14-17-00621) в Камчатском филиале Геофизической службы РАН.

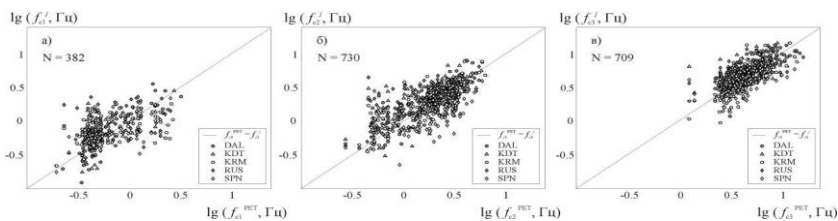


Рис. Сопоставление индивидуальных оценок f_{c1} , f_{c2} и f_{c3} , полученных на станции PET с оценками f_{c1} , f_{c2} , f_{c3} на других станциях

Таблица

Сопоставление независимых оценок корнер-частот, рассчитанных по
данным пар станций

Пара станций	r_{12} , км	N	ρ_k (X, PET)	$\sigma_k(\rho_k)$	$\rho_k^{95\%}$ (X, PET)	σ_{dk} (X-PET)
f_{c1}						
PET – DAL	7	90	0.81	0.037	0.71	0.18
PET – KRM	41	82	0.48	0.086	0.27	0.25
PET – RUS	66	88	0.36	0.094	0.13	0.27
PET – SPN	91	68	0.44	0.099	0.19	0.24
PET – KDT	140	54	0.47	0.108	0.19	0.23
PET – любая, кроме DAL	-	292	0.43	0.048	0.36	0.25
f_{c2}						
PET – DAL	7	149	0.83	0.026	0.76	0.16
PET – KRM	41	158	0.76	0.033	0.68	0.18
PET – RUS	66	162	0.70	0.041	0.59	0.20
PET – SPN	91	144	0.67	0.046	0.55	0.22
PET – KDT	140	117	0.65	0.054	0.51	0.23
PET – любая, кроме DAL	-	581	0.67	0.023	0.63	0.22
f_{c3}						
PET – DAL	7	149	0.84	0.024	0.78	0.11
PET – KRM	41	150	0.75	0.036	0.65	0.16
PET – RUS	66	158	0.64	0.047	0.52	0.15
PET – SPN	91	144	0.62	0.052	0.48	0.15
PET – KDT	140	108	0.63	0.059	0.48	0.16
PET – любая, кроме DAL	-	564	0.62	0.026	0.58	0.17

Пояснение: X – код одной из станций, кроме PET; r_{12} – расстояние между станциями, N – объем выборки; $\rho_k^{(X, PET)} = \rho(\lg f_{ck}^{(i, X)}, \lg f_{ck}^{(i, PET)})$ – коэффициент корреляции между оценками $\lg f_{ck}$, полученными для станций X и PET; $\sigma_k(\rho_k)$ – стандартное отклонение $\rho_k^{(X, PET)}$ ($\sigma_k(\rho_k) = (1 - \rho_k^2) / (N - 2)^{0.5}$), $\rho_k^{95\%(X, PET)}$ – нижняя граница 95% доверительного интервала для $\rho_k^{(X, PET)}$; $\sigma_{dk}^{(X-PET)} = \sigma(\lg f_{ck}^{(i, X)} - \lg f_{ck}^{(i, PET)})$ – стандартное отклонение разности.

Литература

1. Гусев А.А., Гусева Е.М. Скейлинговые свойства характерных частот очаговых спектров землетрясений Камчатки // ДАН. 2014. Т. 458. №1. С. 88-91.
2. Aki K. Scaling law of seismic spectrum // Journal of Geophysical Research. 1967. V. 72. P. 1217-1231.
3. Brune J. Tectonic stress and the spectra of seismic shear waves from earthquakes // Journal of Geophysical Research. 1970. V. 75. P. 4997-5009.
4. Gusev A. Descriptive statistical model of earthquake source radiation to an estimation of short-period strong motion // Geophysical Journal of the Royal Astronomical Society. 1983. V. 74. P. 787-808.
5. Gusev A. High-frequency radiation from an earthquake fault: a review and a hypothesis of fractal rupture front geometry // Pure Appl. Geophys. 2013. V. 170. P. 65-93.

К ВОПРОСУ ОПЕРАТИВНОЙ ОЦЕНКИ МАГНИТУДЫ НА БЛИЗКИХ РАССТОЯНИЯХ В СИСТЕМЕ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ О ЦУНАМИ (СПЦ) НА ДАЛЬНОМ ВОСТОКЕ РОССИИ

А.А. Скоркина, Д.А. Ототюк, В.М. Нановский, Д.В. Чебров
Камчатский филиал ГС РАН, молодые ученые, anna@emsd.ru
Научный руководитель: к.ф.-м.н. Д.В. Чебров

Аннотация: опорной шкалой магнитуд для СПЦ является M_S . Также, при оперативной обработке производятся и другие энергетические оценки (K_S и $M_S(20R)$), которые могут быть использованы для дополнительного контроля. В работе на примере 4 близких землетрясений ($M > 6$) обсуждается возможный эффект занижения оценок магнитуды для близких расстояний.

Ключевые слова: землетрясение, магнитуда, эпицентральное расстояние, Служба Предупреждения о Цунами (СПЦ).

FOR IMMEDIATE ESTIMATION OF MAGNITUDE AT CLOSE DISTANCES IN WORK OF TSUNAMI WARNING SYSTEM IN THE FAR EAST OF RUSSIA

A.A. Skorkina, D.A. Ototuk, V.M. Nanovsky, D.V. Chebrov
Kamchatka Branch of GS RAS, Young Researchers, anna@emsd.ru
Research Supervisor: Candidate of Physics and Mathematics D.V. Chebrov

Abstract: the base magnitude scale for Tsunami Warning System is M_S . In the same time there are in use other energetic scales (K_S and $M_S(20R)$), which can be considered as extra estimates. In this paper the effect of magnitude underestimation at close distances is discussed and shown for 4 cases of earthquakes at close distances with $M > 6$.

Key words: earthquake, magnitude, epicentral distance, Tsunami Warning System.

Региональный информационно-обрабатывающий центр (РИОЦ) «Петропавловск» ведет работу в рамках СПЦ. РИОЦ передает по схемам оповещения сообщения о вероятном возникновении цунами при подводных землетрясениях (глубина гипоцентра менее 100 км) с магнитудой $M_S \geq 7.0$ с удалением от Петропавловска-Камчатского до 1000 км [3].

Такие стандартные параметры землетрясений как время в очаге, координаты и глубина определяются рутинно, и однозначно в случае оптимальных условий регистрации. Несколько иначе обстоит ситуация с определением энергетических характеристик очага землетрясения.

Существует большое количество магнитудных шкал, в которых используются разные типы волн (объемные или поверхностные). Магнитуда, определенная по разным типам волн, может иметь различное числовое значение [1].

С момента создания СПЦ, одним из основных вопросов был выбор шкалы для оценки величины землетрясения. В России для этой цели традиционно использовалась шкала магнитуд по поверхностным волнам M_S .

При оперативной обработке землетрясения в СПЦ важным фактором является жесткий временной лимит на обработку волновых форм. Так, время распространения головной волны цунами до ближайших участков побережья при сильных землетрясениях в пределах континентального склона в Курило-Камчатской островной дуге составляет не более 15-20 минут. Это требует принятия решения, и подачи сигнала предупреждения в систему оповещения, за время не более 5-7 минут от момента возникновения землетрясения [6], поэтому специалист имеет в своем распоряжении полную волновую картину на нескольких ближайших станциях ($\Delta < 5-7^\circ$) и только первые вступления – на остальных.

На таких расстояниях ($\Delta < 6-8^\circ$) поверхностные волны не всегда выделяются четко: часто имеет место наложение поверхностных и поперечных волн [1]. Согласно стандартам IASPEI [9], магнитуда $M_S(20)$, основанная на периодах $18 \text{ с} < T < 22 \text{ с}$ определяется при $\Delta \geq 20^\circ$, а $M_S(BB)$, основанная на периодах $3 \text{ с} < T < 60 \text{ с}$ – при $\Delta \geq 2^\circ$. Поскольку для Дальнего Востока нередко землетрясения на более близких эпицентральных расстояниях, для определения M_S ($M_S(BB)$) используются номограммы для магнитуды M_{LN} (по сути – магнитуда $M_S(BB)$) для $1^\circ \leq \Delta \leq 18^\circ$ [5]. Позднее в ходе работ по модернизации СПЦ в 2006–2010 гг. для этих целей была разработана спектрально определенная магнитуда $M_S(20R)$, для $16 \text{ с} < T < 25 \text{ с}$ и $1^\circ \leq \Delta \leq 20^\circ$ [8], которая фактически является продолжением на малые расстояния шкалы $M_S(20)$.

Для того, чтобы получить представление о возможных проблемах в энергетической оценке землетрясений оператором СПЦ при самом сложном сценарии (близкое сильное землетрясение), мы отобрали 4 последних события с $M > 6$ и эпицентральным расстоянием до опорной станции РЕТ ($\Delta_{\text{РЕТ}}$) менее 2° (табл.). Для анализа использовались данные отложенной обработки.

Таблица

Оценка параметров землетрясений с $\Delta_{\text{PET}} < 2^\circ$ за 2010–2016 гг

№	Дата	$\varphi, ^\circ$	$\lambda, ^\circ$	H , км	$\Delta_{\text{PET}}, ^\circ$	M_S	$M_S(20R)$	M_L	$M_S^{\text{об}}$
1	2010.07.30	52.34	160.29	54	1.2	5.8	6.3	6.4	6.7
2	2013.05.21	52.08	160.56	41	1.5	5.8	6.2	6.4	-
3	2014.10.02	52.23	158.27	154	0.8	4.4	4.9	6.0	-
4	2016.01.30	53.71	159.11	176	0.7	5.9	6.7	6.5	6.6

Пояснение: φ – широта, λ – долгота, H – глубина, Δ_{PET} – эпицентральное расстояние от станции PET; M_S – оценка M_S , полученная на станции PET; $M_S(20R)$ – сетевая осредненная оценка $M_S(20R)$, M_L – региональная магнитуда, полученная на станции PET, пересчитанная из K_S как $M_L = K_S/2 - 0.75$, $M_S^{\text{об}}$ – оценка M_S Службы срочных донесений Геофизической службы РАН (г. Обнинск) [4].

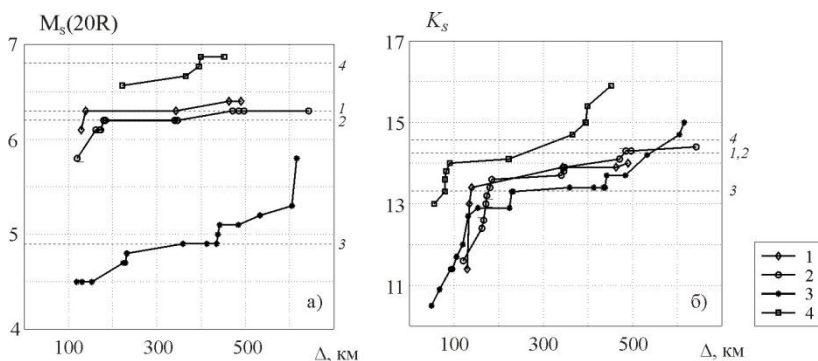


Рис. Зависимость индивидуальных оценок $M_S(20R)$ (а) и K_S (б), полученных для разных станций с $\Delta < 6^\circ$, от Δ для 4 выбранных событий. 1, 2, 3, 4 соответствует порядковому номеру землетрясения в Таблице. Пунктирные линии соответствуют среднесетевой оценке $M_S(20R)$ и K_S из таблицы

Заниженные значения магнитуд для дальневосточных станций при регистрации тихоокеанских землетрясений были замечены достаточно быстро [5]. И, как видно из таблицы, для землетрясений с $\Delta_{\text{PET}} \leq 1\text{--}2^\circ$, оценка M_S занижена, даже с учетом предлагаемых ранее поправок [2,7]. Сетевая оценка $M_S(20R)$ также несколько занижена, что ожидаемо для оперативных оценок [7]. Из таблицы видно, что на изучаемых близких эпицентральных расстояниях ($\Delta_{\text{PET}} \leq 1\text{--}2^\circ$) достаточно состоятельную оценку дает шкала M_L , пересчитанная из энергетического класса по S-волне как $M_L = K_S/2 - 0.75$ и которая может использоваться оператором РИОЦ для первой оценки цунамигенности землетрясения (речь идет об оценке M_L на станции PET).

Однако, если рассматривать индивидуальные станционные оценки $M_S(20R)$ и K_S , то можно отметить, что для близких эпицентральных расстояний (менее 200 км) наблюдается тенденция к

занижению: слабая для $M_S(20R)$ (рис.а), и сильно выраженная для класса K_S (рис.б). А это значит, что оценка M_L на станции РЕТ при $\Delta_{\text{РЕТ}} \leq 1-2^\circ$ также может быть занижена.

Устойчивость этого эффекта ещё предстоит изучить на более представительной выборке событий, однако уже сейчас можно сказать, что данный факт следует учитывать операторам СПЦ при оценке цунамигенного потенциала землетрясений в оперативном режиме.

Литература

1. Кондорская Н.В., Аранович З.И., Соловьева О.Н., Шебалин Н.В. Инструкция о порядке производства и обработки наблюдений на сейсмических станциях Единой системы сейсмических наблюдений СССР // Москва, Наука, 1982. 272 с.
2. Ландырева Н.С. Определение MLN при составлении «Сейсмологического бюллетеня сети опорных сейсмических станций ЕССН» // Магнитуда и энергетическая классификация землетрясений. Сборник статей в двух томах. Т. 2. Москва, ИФЗ АН СССР, 1974. С. 9-18.
3. Регламент (порядок действий) дежурных сейсмологов Камчатского РИОЦ и сейсмических станций в Системе предупреждения о цунами Камчатского края от 12.11.2010 г.: утвержден Директором КФ ГС РАН В.Н. Чебровым // 2010 г.
4. Служба срочных донесений Геофизической службы РАН. URL: <http://ceme.gsras.ru/ceme/as.html> (дата обращения: 29.02.2016).
5. Соловьев С.Л., Соловьева О.Н. Сопоставление амплитудных полей объемных волн от Курило-Камчатских и Средиземноморских землетрясений // Известия АН СССР. Серия геофизическая. № 4. 1964.
6. Чебров В.Н., Гусев А.А., Дроздин Д.В., Мишаткин В.Н., Сергеев В.А., Чебров Д.В., Шевченко Ю.В. Развитие сейсмологических наблюдений на Дальнем Востоке России для службы предупреждения о цунами // Сейсмологические и геофизические исследования на Камчатке. К 50-летию детальных сейсмологических наблюдений. Петропавловск-Камчатский, Холд. Комп. «Новая книга», 2012. С. 70-104.
7. Чебров Д.В., Чебров В.Н., Викулина С.А., Ототюк Д.А. Оценки магнитуд в Службе предупреждения о цунами и Службе срочных донесений на Дальнем Востоке России // Современные методы обработки и интерпретации сейсмологических данных. Материалы Девятой Международной сейсмологической школы. Обнинск, ГС РАН, 2014. С. 345-350.
8. Чубарова О.С., Гусев А.А., Викулина С.А. Двадцатисекундная региональная магнитуда $M_S(20R)$ для Дальнего Востока России // Сейсмические приборы. 2010. Т. 46 № 3. С. 58-63.
9. IASPEI. Summary of magnitude working group recommendations on standard procedures for determining earthquake magnitudes from digital data. URL: http://www.iaspei.org/commissions/CSOI/Summary_WG_recommendations_20130327.pdf (дата обращения: 01.03.2016).

**ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЗОН С ПОНИЖЕННЫМИ
ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ С
ПОМОЩЬЮ МЕТОДИКИ РАСПОЗНАВАНИЯ
ТРЕЩИНОВАТЫХ СРЕД
ПО СЕЙСМОЛОГИЧЕСКИМ ЗАПИСЯМ**

Е.А. Собко

*Пермский национальный исследовательский политехнический
университет, студент 4 курса, la-catalina@mail.ru*

Научный руководитель: к.т.н., доцент И.И. Семерикова

***Аннотация:** в статье представлены результаты применения на практике оригинальной методики распознавания трещиноватых сред в полях отраженных продольных волн для решения горно-технических задач на Верхнекамском месторождении калийных солей.*

***Ключевые слова:** сейсмоакустический метод, физико-механические свойства горных пород, трещиноватость, динамические параметры упругих волн.*

**PREDICTION OF ZONES OF REDUCED PHYSICAL AND
MECHANICAL PROPERTIES BY USING RECOGNITION
TECHNIQUES OF FRACTURED STRUCTURE ON SEISMIC
RECORDS**

E.A. Sobko

*National Research Polytechnic University of Perm,
4th year Student, la-catalina@mail.ru*

Research Supervisor: Candidate of Technical Sciences, Reader

I.I. Semerikova

***Abstract:** the article describes the practice of original methods of recognition of fractured structure in fields of reflected longitudinal waves for solving mining engineering problems Verkhnekamskom potash-magnesium salt deposit.*

***Key words:** seismo-acoustic method, physico-mechanical properties of rocks, fracture, dynamic parameters of elastic waves.*

Одной из главных проблем разработки Верхнекамского месторождения калийных солей (ВКМКС) является опасность проникновения подземных вод из вышележащих обводненных горизонтов в горные выработки. В целях обеспечения безопасного использования рудника весь срок эксплуатации требуется постоянный геофизический мониторинг. Для распознавания зон с пониженными физико-механическими свойствами наиболее эффективным является

метод поверхностной неразрывной малоглубинной сейсморазведки высокого разрешения по методике общей глубинной точки [1,3]. При интерпретации данного метода целесообразно применить методику распознавания трещиноватых сред, основанную на установленных поисковых признаках в динамических параметрах продольных отраженных волн, разработанную в Горном институте Уральского отделения Российской академии наук [2].

Физико-механические свойства горных пород ближе всего связаны с параметрами упругих волн [3]. Помимо границ разреза по акустическим свойствам достаточно контрастно проявляются все основные аномальные особенности геологического строения надсоляной и соляной толщ. Для разработки ВКМКС наибольший практический интерес представляют аномалии Водозащитной толщ. Водозащитная толща (ВЗТ) представляет собой безводную и водонепроницаемую часть геологического разреза, расположенную между кровлей верхнего обрабатываемого пласта и кровлей первого сверху по разрезу пласта каменной соли.

При детальном исследовании изменений динамических характеристик отраженных продольных волн выявлена связь [3] между этими изменениями и изменениями петрофизических свойств среды, в частности, наличием трещиноватых зон в массиве. Исследования проводились независимыми методами [2]: имитационного математического моделирования теоретических волновых полей, физического моделирования на крупных образцах горных пород, по данным полевой сейсморазведки ОГТ в разных регионах на трещиноватых объектах с известной геологией.

Методика распознавания трещиноватых зон.

Поисковые признаки для трещиноватых сред выявлены в следующих динамических характеристиках: средние амплитуды; частотная координата центра; ширина спектра; верхняя и нижняя граничные частоты; градиенты амплитудных и частотных параметров [3]. Данные параметры разделены на две группы, в зависимости от типа трещины: протяженные трещины, зоны совокупности мелких разноориентированных трещин. Методика распознавания трещиноватых зон состоит из следующих этапов: 1) расчет параметров-признаков для временных разрезов; 2) выявление наличия аномалий этих параметров; 3) формирование общего эффективного параметра, характеризующего вероятность наличия трещинного объекта.

На территории ВКМКС выполнены работы САТ – скважинный телевизор в скважине [4], пересекшей зону повышенного значения

эффективного параметра, характеризующего вероятность наличия трещиноватости. На полученных снимках наглядно подтверждается, что повышенным значениям параметра трещиноватости соответствуют зоны трещин.

Пример

На рисунке 1 представлен стандартный временной разрез по профилю, пролегающему по шахтному полю Усть-Яйвинского участка, лицензия на отработку запасов которого принадлежит ПАО Уралкалий.

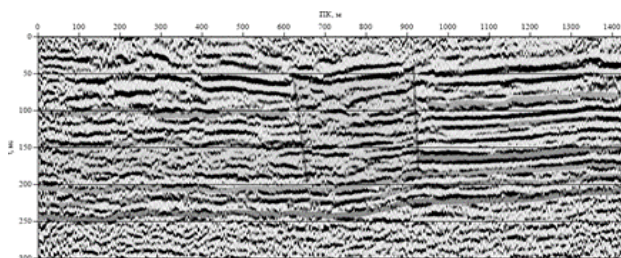


Рис. 1. Временной разрез

В результате традиционной обработки выявлены волновые аномалии – нарушение корреляции отражений. Это свидетельствует об изменении геологического строения разреза, однако природа этих геологических аномалий неизвестна.

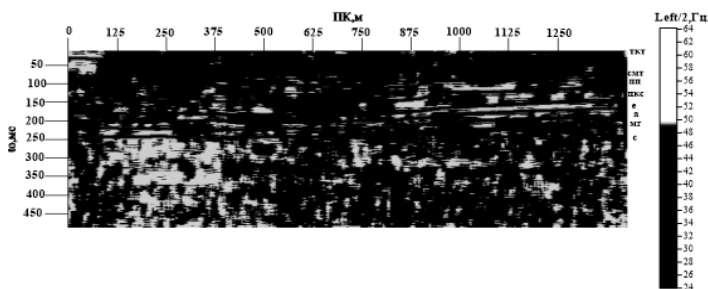


Рис. 2. Разрез параметра-нижняя граничная частота

На рисунке 2 представлен разрез эффективного параметра нижней граничной частоты по этому же профилю.

Наличие аномалий наглядно прослеживается в западной части разреза, а так же в верхней восточной части. Западная аномалия имеет изометричную форму, превышение значений частот от фонового

значения (90-100 Гц) на данном участке достигает 20 Гц. В верхней восточной части аномалии вытянуты по латерали, развиты вдоль литологических пластов, значения параметра достигают 128 Гц, интенсивность аномалий составляет 25-30 Гц.

Наиболее потенциально опасная аномалия прослеживается по всей толще пласта покровной каменной соли.

Выводы

По результатам исследования выявлены вероятные зоны развития мелкой трещиноватости в ВЗТ и вышележащих породах соляно-мергельной толщи.

Литература

1. Глебов С.В. Анализ геофизической изученности Верхнекамского месторождения солей // Проблемы комплексного мониторинга на месторождениях полезных ископаемых: Материалы научной сессии ГИ УрО РАН. Пермь, 2002. С. 101-104.
2. Семерикова И.И. Методика распознавания трещиноватых сред в полях отраженных продольных волн для прогнозирования коллекторов на месторождении углеводородов // Экспозиция нефть газ. Вып.45. Москва, 2015. С. 44-48.
3. Семерикова И.И. Оценка параметров зон развития трещин по данным сейсморазведки // Проблемы комплексного мониторинга на месторождениях полезных ископаемых. Сборник докладов. Пермь: ГИ УрО РАН, 2002. С. 90-95.
4. Семерикова И.И. Прогнозирование зон улучшенных фильтрационно-емкостных свойств на основе использования особенностей динамических компонент сейсмического поля // Стратегия и процессы освоения георесурсов: сб. науч. тр. ГИ УрО РАН. Вып. 13. Пермь, 2015. С. 187-189.

ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ДАННЫХ ГИС ПО МЕТОДИКЕ «ЛПСТ» НА ПРИМЕРЕ ТЕРРИГЕННО-КАРБОНАТНОГО РАЗРЕЗА ЮЖНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Ф.А. Тихомиров

Пермский государственный национальный исследовательский университет, магистрант 1 года обучения, tishka_09@mail.ru

Научный руководитель: ассистент, ведущий геофизик Инновационно-методического отдела, ЦОИ, ПАО «Пермнефтегеофизика»

А.Н. Некрасов

Аннотация: в работе описан процесс обработки и интерпретации данных ГИС по методике «ЛПСТ» (литология, пористость, сопротивление,

трещиноватость), которая была разработана Инновационно-методическим отделом ПАО «Пермнефтегеофизика».

Ключевые слова: методика «ЛПСТ», литология, коллекторы, тип пористости.

INTERPRETATION OF GIS DATA BY METHODOLOGY «LPST» FOR EXAMPLE TERRIGENOUS–CARBONATE SECTION OF SOUTH DEPOSIT

F.A. Tikhomirov

Perm State University,

1st year Master's Degree Student, tishka_09@mail.ru

Research Supervisor: Assistant Lecturer A.N. Nekrasov

Abstract: the article describes a way of processing and interpretation of GIS data by the methodology «LPST» which was developed by Innovation-methodological department of «Permneftegeofizika».

Key words: methodology «LPST», lithology, reservoir, type of porosity.

С целью изучения автору была передана производственная технология, основанная на методике «ЛПСТ» (литология, пористость, сопротивление, трещиноватость), разработанная и активно используемая предприятием ПАО «Пермнефтегеофизика». Данная разработка относится к интерпретации результатов геофизических исследований скважин (ГИС), выполненных в открытом (не обсаженном) стволе. Основные возможности предложенной методики заключаются в определении пористости, трещиноватости, а также литологического состава горных пород. Расчет пористости осуществляется путём решения системы петрофизических уравнений, учитывающих пористость, вещественный состав и степень метаморфизма (кавернозности) отложений. Например, для выявления трещиноватости и других задач истинная пористость должна быть определена с высокой точностью, поэтому в породах сложного вещественного состава и значительной степени метаморфизма необходимо выполнение достаточно полного комплекса ГИС [1].

Для тестирования возможностей, в рамках изучаемой производственной технологии, автор работы получил исходные данные, которые включали в себя:

1) *кривые различных методов ГИС и информацию о керне скважины Южного месторождения. Формат представленной информации: «.LAS»;*

2) технологическую схему обработки и интерпретации данных по методике «ЛПСТ» на базе системы «Прайм». Формат представленной информации: «.DOC».

После ознакомления с полученными данными автор приступил к выполнению практической части работы. Непосредственно освоение производственной технологии производилось в Пермском государственном национальном исследовательском университете на базе программного обеспечения «Прайм», установленного в аудитории № 622, и состояло из следующих этапов:

1) создание рабочего планшета, используя для этого производственный шаблон формата «.ST»;

2) загрузка исходных данных (кривые ГИС и информация о керне) на рабочий планшет;

3) 1 этап предобработки: сглаживание кривой микробокового каротажа (МБК) по формуле А.К. Маловичко;

4) 2 этап предобработки: подготовка кривых к увязке (создание кривых с индексом «_увяз»). Увязка кривых – это процесс приведения всех кривых ГИС к одной «опорной» кривой, по глубинам которой выдаётся заключение и рекомендации для опробования, перфорации, отбора грунтов и др. [2]. По рекомендации А.Н. Некрасова в качестве «опорной кривой» автор выбрал данные водородосодержания по нейтронному каротажу;

5) увязка кривых на отдельном одноименном планшете.

Примечание: изменения, которые пользователь внес в данном пункте технологической схемы, не были сохранены, так как кривые ГИС были правильно увязаны между собой еще на момент передачи автору исходных данных. Таким образом, в данном случае, увязка несла в себе учебный характер;

6) 3 этап предобработки данных ГИС. На данном этапе производится корректировка увязанных кривых согласно введенным пользователем поправкам. В первоначальном варианте значения всех поправок равны нулю. Кроме этого, осуществляется перевод кривой гамма-каротажа из одной системы измерения (API) в другую (мкР/ч);

7) черновая обработка данных ГИС по методике «ЛПСТ». В результате пользователь получает черновой вариант литологии скважины, рассчитанные интервалы коллекторов с классификацией по типу пористости;

8) авторская коррекция результатов автоматизированного вычисления (п.7), которая проводилась с помощью построения кросс-плотов (рис.1.2). **Кросс-плот** – общее наименование графиков сопоставления двух (**F-плот**) или трех (**Z-плот**) переменных [2].

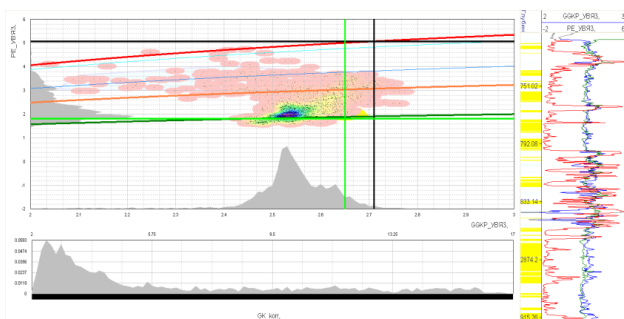


Рис. 1. График корреляции величины естественной радиоактивности (Z), объемной плотности (X) и фотоэлектронного поглощения (Y)

Комментарий к рисунку 1.: на графике представлены функции, описывающие различные литологические компоненты: кварц-темно-зеленая линия, доломит – оранжевая линия, гипс – синяя линия, ангидрит – голубая линия, кальцит – красная линия. Наибольшая корреляция трех параметров (синее пятно) принадлежит линии кварца. Поэтому можно предположить, что исследуемый интервал разреза скважины является песчаником.

9) *чистовая обработка по методике «ЛПСТ»* с использованием поправок, полученными в результате построения кросс-плотов, и представление расчетов на отдельном результирующем планшете (рис.2). Полученный таким образом результат вполне сопоставим с результатами, полученными ранее на производстве ПАО «Пермнефтегеофизика» (рис.2).

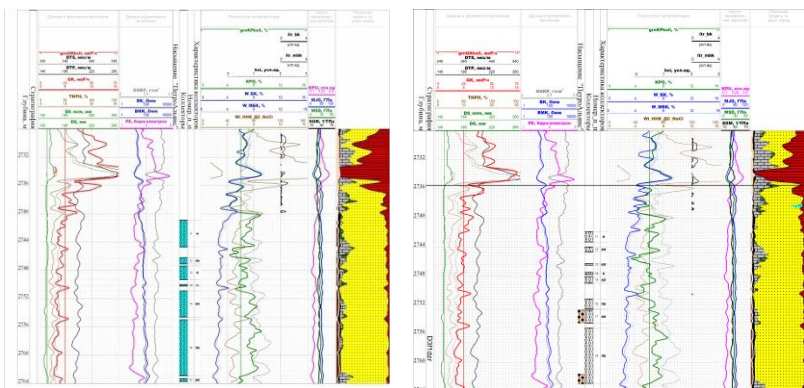


Рис. 2. Сравнение расчетов, полученных по методике «ЛПСТ»
слева – планшет ПГНИУ, справа – планшет ПАО «Пермнефтегеофизика»

Сравнение выявило схожесть между полученными литологиями, однако, типы пористости и интервалы выделенных коллекторов не были полностью идентичны. Незначительные отличия в данном случае вызваны разными версиями программного комплекса «Прайм», применяемого на производстве и в Пермском государственном национальном исследовательском университете, а также отсутствием опыта обработки данных ГИС у автора работы.

В итоге успешное изучение технологии, основанной на методике «ЛПСТ», послужило в дальнейшем написанию методического руководства по выполнению автоматической интерпретации и проведению автором, совместно с преподавателем кафедры (Лупповым В.И.), практических занятий по обучению производственной технологии для студентов кафедры геофизики ПГНИУ.

Литература

1. Князев А.Р., Некрасов А.Н., Малиновский А.К. Методическое пособие по интерпретации комплекса ГИС с целью оценки трещинноватости горных пород. Пермь, 2014. С. 3.
2. Методическое руководство по использованию программного комплекса «Прайм».

МЕТОДЫ ВЫЯВЛЕНИЯ ЗАКОЛОННЫХ ПЕРЕРТОВ

М.В. Фадеев

*Астраханский государственный университет,
аспирант 3 года обучения, kane@sevenbit.ru*

Научный руководитель: к.г.-м.н., доцент, Т.С. Смирнова

Аннотация: одной из наиболее острых проблем при разработке и эксплуатации нефтяных и газовых месторождений является наличие межколонных давлений и заколонных перетоков флюидов по цементному кольцу. В статье рассмотрены наиболее эффективные методы выявления межколонных и заколонных перетоков.

Ключевые слова: межпластовый переток, флюид, затрубное пространство.

METHODS OF DETERMINING CASING FLOWS

M.V.Fadeev

Astrakhan State University,

3^d year Post-graduate Student, kane@sevenbit.ru

Research Supervisor: Candidate of Geology and Mineralogy, Reader,

T.S. Smirnova

Abstract: *one of the most acute problems in the development and exploitation of oil and gas deposits is presence of the annular pressure and casing flows of fluids at the cement sheath. The article deals with the most effective methods to identify and annular casing flow.*

Key words: *fluid, cross-flows, hole annulus.*

При бурении скважин нарушается относительное равновесие в недрах газового месторождения установившееся к началу его разведки. Естественная миграция газа внутри структуры, нарушенной бурением, сменяется и дополняется межпластовыми перетоками газа различной интенсивности [1].

Межпластовый переток газа можно охарактеризовать как перемещение некоторой массы газа из продуктивного пласта в непродуктивный. Пути перемещения служат естественные или искусственные каналы в недрах месторождения, а движущая сила обусловлена перепадом давлений.

Перемещение газа идет по тектоническим трещинам, плоскостям контакта разноименных пластов, сдвинутых в результате дизъюнктивной дислокации, и стволам и заколонному пространству пробуренных скважин. Заколонное пространство скважин весьма часто представляет собой прекрасный проводящий канал для высоконапорного газа.

Насыщение газом верхних пластов месторождения может вызвать катастрофические последствия: в результате загазирования прилегающей территории могут происходить взрывы, пожары, при этом бесполезно истощается месторождение, нарушается нормальная эксплуатация отдельных скважин или месторождения в целом.

Для успешной борьбы с межпластовыми перетоками газа важно своевременно выявить начавшийся процесс перетока. Необходимо вовремя определить начало и направление искусственно вызванного перемещения больших масс газа по структуре и в ее отдельных участках в процессе разведки и разработки газовых месторождений.

Промыслово – геофизические исследования зачастую являются единственным источником информации о наличии движения флюида

за обсадными колоннами. Но из-за неоднозначности результатов интерпретации и ряда недостатков, одним из которых является слишком маленький радиус исследования, существующие в мировой практике методы не всегда дают достоверный результат.

На сегодняшний день существует много способов выявления заколонных перетоков. В их число входят термометрия, шумометрия, термокондуктивная дебитометрия, расходометрия.

Известен способ определения движения жидкости в затрубном пространстве, основанный на применении давления в колонне и передаче его в заколонное через интервал перфорации с последующей регистрацией акустических сигналов. Основными недостатками этого метода сводятся к следующему: передача давления в затрубное пространство не всегда сопровождается расходом жидкости, так канал движения жидкости может быть слабопроницаемым, или объект, с которым он сообщается, не обладает достаточной приемистостью. Другой недостаток: наличие перетоков каналов с большим расходом, снижающих эффективность применения метода [4].

Другим известным способом выделения заколонных перетоков основывается на использовании в качестве чувствительного элемента пьезокерамической сферы, помещенной в маслonaполненную камеру. Недостатком этого способа является высокий уровень шума от осевого потока при движении скважинного прибора, что в условиях малой интенсивности порождаемого заколонным перетоком акустического шума снижает эффективность выделения заколонных перетоков. Кроме этого, использование в качестве приемного датчика пьезокерамической сферы не позволяет по зарегистрированным аномалиям акустического шума отличить горизонтальное движение потока жидкости от вертикального [5].

Но наиболее перспективным методом, при помощи которого возможно получить наиболее достоверную информацию о движении межколонных и заколонных перетоков является – трехкомпонентный геоакустический каротаж (ТК ГАК). Зарождение метода ТК ГАК связано с исследованием в осадочных горных породах геоакустической эмиссии. Было установлено, что естественная акустическая эмиссия, возникающая в породе-коллекторе, является следствием фильтрации флюида через нее, а также косвенно связана с фильтрационно-емкостными свойствами коллектора [5].

Физическая основа метода ТК ГАК основывается на следующих факторах: движение жидкости по заколонному пространству является неустойчивым с пульсацией скорости и давления, при этом генерируются акустические сигналы [2].

Ортогонально расположенные датчики на аппаратуре ТК ГАК позволяют фиксировать геоакустические сигналы в разных полосах частот, решая задачи определения источников межколонных давлений и характера движения флюида по кольцевому и заколонному пространству скважины [3].

Информативность метода ТК ГАК при определении движения флюида в заколонном и межколонном пространстве позволяет проводить наблюдение за геолого-геофизической средой, управлять процессами техногенных преобразований в ареалах эксплуатируемых объектов и решать сложные задачи, возникающие в скважине.

Надо признать межпластовые перетоки газа неизбежными, если при разбуривании новых месторождений не приняты предупредительные меры. Необходимо выбирать такие средства и способы проводки газовых скважин, которые бы исключили возможность появления больных стволов, неминуемо открывающих путь для утечки высоконапорного газа. Главным условием для предотвращения перетоков газа является надежное и высококачественное крепление ствола и устья газовых скважин. Необходимо систематически проверять состояние цементного камня за трубами газовых скважин при помощи геофизических и других специальных приборов.

Определение заколонных и межколонных перетоков жидкости в скважине позволяет, с одной стороны, контролировать процессы обводнения продуктивных пластов, с другой стороны, правильно и своевременно проводить работы по ремонту скважины.

Необходимо продолжать и совершенствовать работы по разработке и включению в проектные решения современные геофизические исследования и мероприятия по предупреждению заколонных и межколонных перетоков, предотвращению экологических катастроф, связанных с воздействием скважин через негерметичное заколонное пространство на окружающую среду и негативным воздействием на экологию недр.

Литература

1. *Агшиев А.П.* Межпластовые перетоки газа при разработке газовых месторождений // Москва, Недра, 1962. С. 5-17.
2. *Астраханцев Ю.Г.* Устройство для измерения геоакустических шумов в скважине // Патент №2123711 РФ, 1998. Бюл. №35.
3. *Каишапеев С.В.* Комплекс работ по выявлению и ликвидации источников межколонных давлений на примере газоконденсатной скважины Волго-

Уральской нефтегазоносной провинции // Специализированный журнал «Бурение и нефть». Уфа, 2015. С. 40-44.

4. Таланкин А.К. Применение трехкомпонентного геоакустического каротажа для решения геологических и технических задач при разработке газоконденсатных месторождений // Нефтегазовое дело, №2, 2013. С. 91-106.

5. Троянов А.К. Трехкомпонентный геоакустический каротаж для контроля при разработке газовых месторождений // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений, №2, 2012. С. 53-58.

БАРОМЕТРИЯ – ОДИН ИЗ ВАЖНЫХ МЕТОДОВ ГИС-КОНТРОЛЯ ЗА ПОВЕДЕНИЕМ ПРОЦЕССОВ, ПРОИСХОДЯЩИХ В СКВАЖИНЕ

А.А. Хамидулина

*Оренбургский государственный университет,
студент 5 курса, ajna93@mail.ru*

Научный руководитель: к.г.-м.н., доцент Л.Д. Савинкова

Аннотация: барометрия используется для изучения забойного и пластового давления в стволе скважины. По стационарному распределению поля давления производится расчет плотности флюида в стволе. Идентификация гидродинамических процессов в скважине и выявление интервалов поступления воды в ствол производится при регистрации барограмм.

Ключевые слова: барометрия, градиент давлений, плотность флюида, барограммы.

BAROMETRE IS ONE OF THE IMPORTANT METHODS OF GIS-CONTROL OF THE CONDUCT OF THE PROCESSES OCCURRING IN THE BOREHOLE

A.A. Hamidulina

Orenburg State University, 5th year Student, ajna93@mail.ru

Research Supervisor: Candidate of Geology and Mineralogy, Reader
L.D. Savinkova

Abstract: barometry used to study bottom-hole and reservoir pressure in the wellbore. On stationary distribution of the pressure field calculated density of the fluid in the barrel. Identification of hydrodynamic processes in the borehole and identify intervals of water inflow into the trunk takes place at check barogram.

Key words: barometry, pressure gradient, density of fluid, barogram.

Барометрия основана на изучении поведения давления или градиента давления по стволу скважины или во времени. Применяется для определения абсолютных значений забойного и пластового давлений, оценки депрессии (репрессии) на пласты, определения гидростатического градиента давления, а также плотности и состава неподвижной смеси флюидов по значениям гидростатического давления, оценки безвозвратных потерь давления в сужениях ствола, гидравлических потерь движущегося потока и определения плотности и состава движущейся смеси [4].

По стационарному распределению поля давления (при постоянной скорости фильтрации) по барометрии снимаются показания плотности флюида с учетом эффекта кривизны, используя основное уравнение гидростатики (1):

$$\rho = \frac{(P_2 - P_1)}{\cos \alpha \cdot gh} \quad (1)$$

Градиент давления в стволе скважины зависит от ускорения свободного падения и угла отклонения ствола скважины от вертикали при входе в пласт.

Если происходит изменение скорости фильтрации (поток ламинарный), то перепад давления можно определить из уравнения Бернулли из соотношения (2):

$$\Delta P = \frac{\rho \cdot (V_2^2 - V_1^2)}{2} \quad (2)$$

При турбулентном потоке и неустановившемся нестационарном поле давления необходимо учитывать характер турбулентности по числу Рейнольдса, рассчитав его по известным формулам подземной гидромеханики. Выполнить расчет гидравлических потерь на трение. Оценить их влияние на распределение давления по глубине с учетом характера потока. В расчетах нестационарного поля давления должен быть учтен эффект немгновенности регистрации давления во времени.

При прослеживании перехода от распределения состава флюида в стволе скважины к данным фазовых состояний или компонентных дебитов, барометрия дает качественный скачок перехода, позволяет оценить соответствие состава притока в интервале ПК составу насыщения вскрытых прослоев продуктивного пласта, диагностирует причины аномального поведения в работе скважин.

Барометрия в открытом и закрытом стволах принципиально отличаются. Использование данных замеров давления в барометрии и ее интерпретация важны для внесения поправок на плотность газожидкостной смеси в стволе скважины, на текущее пластовое давление, прослеживание работы пластов во времени [1].

Роль скважинной барометрии в ГИС-контроле разработки первостепенная, а скважинные многочисленные эксперименты технологий и методик измерения, интерпретации разнообразные. Например, в длительно простаивающих скважинах при условиях стационарной фильтрации, в действующих скважинах с характерными циклами стабильной эксплуатации (горизонтальные скважины ОНГКМ), при условиях не стационарной фильтрации, в малодебитных скважинах, работающих в режиме накопления добычи, осваиваемых и обводненных и обводняющихся скважинах [3].

Измерения абсолютных давлений и их изменений проводят тремя способами, регистрируя: изменение давления в функции времени на фиксированных точках глубины; стационарное поле давления по стволу скважины как функцию глубины; нестационарное поле давления по стволу как функции глубины и времени [1].

Поскольку измеряемая разность давлений пропорциональна средней плотности смеси флюидов в стволе скважины, то находимые значения плотности усредняются как по сечению потока, так и по интервалу замера. Аналогичная оценка плотности смеси допустима также при низких скоростях потока, когда влияние гидравлических потерь не существенно.

Рассмотрим задачи, решаемые в неработающих скважинах:

1. Определяется давление в стволе скважины на заданных глубинах, происходит регистрация барограмм по глубине с замерами температуры. При интерпретации снятие отсчетов с барограмм, корректировка влияния температуры на датчик, учет критерия гидратообразования, оценка стабильности режима работы скважины.

2. Определение уровней раздела фаз или компонентного состава в стволе. На барограммах на глубинах разделов типа флюидов фиксируются скачки давления, связанные с изменением плотности флюида, заполняющего ствол. При интерпретации фиксируется на барограмме резкая смена градиента давления.

3. Происходит оценка компонентного состава флюида в стволе по плотности.

Рассмотрим задачи, решаемые в работающих скважинах со стабильным и нестабильным расходом:

1. Определение давления и температуры по глубине, снятие с барограмм и поправки на температуру градиента давления.

2. Контроль поведения скважины во времени. Разновременные измерения давления, сопоставление с ИК, КВД, КСД.

3. Уточнение положения элементов конструкции скважины. Регистрация по барограммам увеличения диаметра колонны в интервалах ПК, сужений лифтовых труб (НКТ) и пакеров, отверстий пусковых муфт и т.п. При интерпретации учет локальных аномалий в интервалах смены конструкции, рост гидравлических потерь на давление, подтвержденных другими методами ГИС.

4. Выделение уровней раздела фаз в стволе, многофазных структур. При интерпретации идет фиксирование на барограмме глубин раздела фаз флюидов резкими скачками, обусловленными изменением плотности.

5. Оценка состава флюида, заполняющего ствол, по плотности. Расчет плотности при интерпретации, расчет истинных объемных содержаний компонентов многофазной смеси по плотности.

6. Оценка расхода в многофазной системе (запись барограммы вместе с расходомерией).

7. В скважинах с пульсирующим режимом работы проводится осреднение давления за промежутки времени, соответствующий нескольким периодам изменения давления на точке глубины. Сопоставление на нескольких квазистационарных режимах с ИК, выявление аномалий в смене конструкций, аномалий прохождения фракций легких пробок, отбивка текущих уровней разделов флюидов, расчет средней плотности смеси для среднего градиента давления, оценка ФЕС с учетом КВД, КВУ. При регистрации барограмм или временных диаграмм на точках, обработка производится по флуктуационному методу [2]. На фиксированных точках глубин производится выявление интервалов поступления воды в ствол по характеру пульсаций давления и выявленных аномальных зон.

Таким образом, в описанном методе барометрии имеются принципиальные возможности определения по барограммам не только забойных давлений и состава флюида в стволах, а также определение особенностей притока флюида в скважину и уточнение положения элементов конструкции, что важно при контроле за скважинными процессами.

Литература

1. *Ипатов А.И., Кременецкий М.И.* Основы применения скважинной барометрии в промышленной геофизике // Монография ГАНГ. М., 1997. 229 с.

2. *Ипатов А.И., Кременецкий М.И.* Способ определения фазовых расходов газожидкостной смеси в эксплуатационной скважине. Патент РФ № 2085733, 1995.
3. *Савинков А.В.* Возможности определения параметров продуктивной толщины по типу барограмм нефтегазоконденсатных скважин // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры [Электронный ресурс]: материалы Всероссийской научно-методической конференции (с международным участием). Оренбург: ОГУ, 2016. С. 924-929.
4. Техническая инструкция по проведению геофизических исследований и работ приборами на кабеле в нефтяных и газовых скважинах. РД 153-39.0-072-01. (утв. Приказом Минэнерго РФ от 07.05.2001 N 134).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИНТЕРПРЕТАЦИИ ОКОНЧАТЕЛЬНОГО КАРОТАЖА В ОТКРЫТОМ СТВОЛЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ СКВАЖИНЫ НОВО-ПОКУРСКОГО НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Д.А. Чучалин

*Исовский геологоразведочный техникум,
студент 4 курса, vyatich2008@rambler.ru*

Научный руководитель: Т.Г. Динер

Аннотация: в статье приведены результаты интерпретации окончательного каротажа в открытом стволе эксплуатационной скважины Ново-Покурского нефтяного месторождения.

Ключевые слова: скважина, интерпретация, петрофизика, глинистость, пористость, нефтенасыщение.

THE FINAL RESULTS OF THE INTERPRETATION OF WIRELIN LOGS IN OPEN HOLE WELLS OF NOVO- POKURSKY OIL FIELD

D.A. Chuchalin

*Isovsky Geological Prospecting College,
4th year Student, vyatich2008@rambler.ru*

Research Supervisor: T.G. Diner

Abstract: the article presents the final results of the interpretation of wireline logs in open hole wells of Novo-Pokursky oil field.

Key words: well, interpretation, petrophysics, clayiness, sponginess, oil saturation.

Ново-Покурское месторождение расположено в западной части Нижневартовского нефтегазоносного района Среднеобской нефтегазоносной области [2]. Основным нефтеносным объектом на Ново-Покурском месторождении является верхнеюрский горизонт ЮВ₁, приуроченный к верхней части васюганской свиты. В эксплуатационной скважине в открытом стволе Ново-Покурского месторождения выполнен окончательный каротаж комплексом методов: ИК_{мнз}, ПС, ГК, ННК_т, резистивиметрия, ГГК_п, АК, кавернометрия, БК, инклинометрия с шагом 10 метров. Комплекс ГИС выполнен в масштабе глубин 1:200, в интервале исследований 2750-3075 метров в продуктивных пластах Ю₁¹, Ю₁^{1а}, Ю₁², а также в отложениях ачимовской толщи [3].

Интерпретация результатов ГИС выполняется путем построения объемной петрофизической модели для учета влияния каждого компонента горной породы на измеряемые физические параметры, с целью максимально точного определения фильтрационно-емкостных свойств горной породы.

При построении объемной петрофизической модели учитывается вся доступная геолого-геофизическая информация, рекомендуемые алгоритмы определения подсчетных параметров рассматриваемых пластов Ново-Покурского месторождения, прочие сведения о месторождении, а также универсальные алгоритмы построения петрофизических моделей. Количественная интерпретация выполняется в системе «Interactive Petrophysics». При построении петрофизической модели принимается, что твердая фаза пород состоит из следующих компонентов (табл.):

Таблица

Петрофизические свойства минералов

Минералы	Плотность, г/см ³	W каж., д.е.	DTp, мкс/м	УЭС, Ом*м
Кварц	2.68	-0.005	182	∞
Кальцит	2.72	0	156	∞
Глины	2.70	0.28	290	∞
Угли	1.60	>0.6	350	∞
Вода адсорбир-я	1.3	1	600	f(q,T,Rв)

Объемная глинистость, пористость и минеральный состав скелета рассчитываются согласно комплексному решению линейных уравнений данных гамма-каротажа и водородосодержания.

Оценка коэффициента пористости выполняется комплексно по методам пористости ПС, ГТК плотностного, акустического и нейтронного каротажей.

Выделение пористо-проницаемых пластов осуществляется с использованием качественных и количественных признаков коллектора: отрицательная аномалия ПС, низкие значения ГК и ГТК_п, по критическим отсечкам многозондового ИК, радиальному приращению зондов БК разной глубинности, по факту наличия глинистой корки по каверномеру и в интервалах низкой глинистости (рис.).

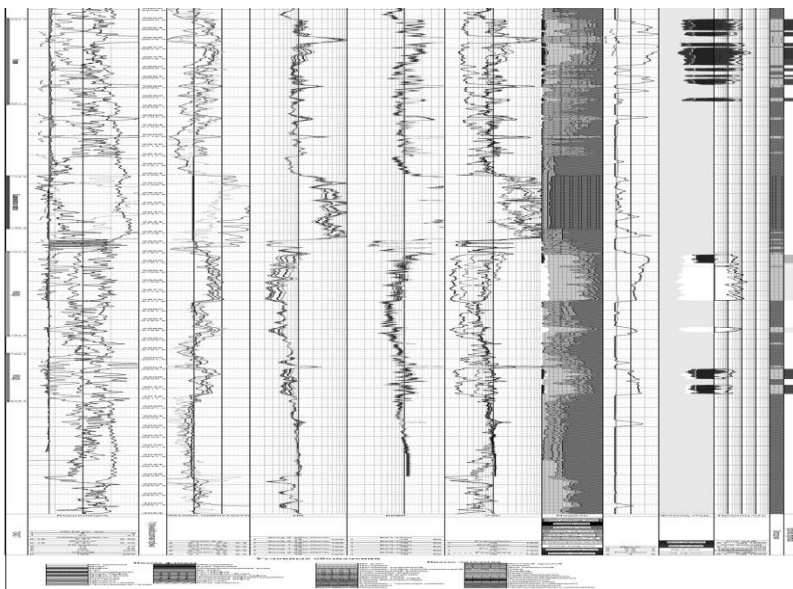


Рис. Результаты интерпретации ГИС

Для оценки насыщенности применяется модель электропроводности терригенной горной породы Афанасьева В.С. с учетом влияния на УЭС интегрального параметра, характеризующего электрохимическую активность горной породы (приведенная емкость катионного обмена, Q_p) [1]. Строится модельная кривая УЭС при условии полного водонасыщения разреза, подтверждающая качественные выводы о насыщении порового пространства пород. Параллельно коэффициент водонасыщенности оценивается по петрофизическим зависимостям типа керн-ГИС для рассматриваемых отложений через параметр насыщения.

Проницаемость пород-коллекторов для пластов Ю₁¹ и Ю₁² оценивается по петрофизике, для пласта Ачим, как функции пористости и остаточной водонасыщенности.

Проницаемость пород по нефти рассчитывается согласно методики Элланского М.М. как функция абсолютной проницаемости, остаточных водо- и нефтенасыщенностей [4].

Литература

1. Афанасьев В.С. Афанасьев С.В. Новая петрофизическая модель электропроводности терригенной гранулярной породы. Тверь: НППГ «ГЕРС», 1993. 28 с.
2. Геология и полезные ископаемые России. Том 2. Западная Сибирь. Санкт-Петербург: ФГУП «ВСЕГЕИ», 2000. 477 с.
3. Отчетные материалы ЗАО ПГО «Тюменьпромгеофизика» по Ново-Покурскому месторождению, Мегион, 2014. 75 с.
4. Элланский М.М. Петрофизические основы комплексной интерпретации данных геофизических исследований скважин (методическое пособие). М.: ГЕРС, 2001. 229 с.

ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ПРЕЛОМЛЕННЫХ ВОЛН В СИСТЕМЕ ОБРАБОТКИ SPS-PC

М.Н. Швецова

***Пермский государственный национальный исследовательский
университет, студент 3 курса, koltourist@yandex.ru***

Научный руководитель: к.г.-м.н., доцент И.Ю. Митюнина

Аннотация: в статье ставится задача обработки и интерпретации времен первых вступлений в программе Head Wave системы SPS-PC и создания глубинно-скоростной модели ВЧР.

Ключевые слова: верхняя часть разреза, глубинно-скоростная модель.

THE INTERPRETATION OF WAVE REFRACTION IN SYSTEM SPS-PC

M.N. Shvetsova

Perm State University, 3^d year Student, koltourist@yandex.ru

Research Supervisor: Candidate of Geology and Mineralogy,

Reader I.Y. Mityunina

Abstract: *the article raises the problem of processing and interpretation of the first arrival times in the program Head Wave SPS-PC system and creates a depth-velocity model of upper part of the section.*

Key words: *upper part of the section, deep-velocity model.*

В настоящее время в связи с существенным сокращением специальных полевых работ по изучению верхней части разреза (ВЧР) для оценки скоростных неоднородностей ВЧР и расчета статических поправок в сейсморазведке МОВ повсеместно используют информацию о преломленных волнах, регистрирующихся в начальной части стандартных сейсмограмм МОГТ [2,3].

Целью данной работы является построение детальной скоростной модели приповерхностной части разреза по материалам сейсморазведки многократных перекрытий (МОГТ). В работе использованы материалы сейсмических работ, проведенных ОАО «Пермнефтегеофизика» по одному из профилей МОГТ, расположенному в пределах Соликамской депрессии.

Построение скоростной модели ВЧР проводилось в системе обработки **Seismic Processing System for PC** (Н.А. Голярчук), обеспечивающей полный цикл обработки сейсмических данных метода отраженных и преломленных волн, полученных в полевых условиях [4]. Обработка и интерпретации материалов МПВ осуществлялась в модуле **Head Wave** и включала в себя несколько этапов.

На первом этапе на полевых сейсмограммах МОГТ осуществлялась корреляция времен первых вступлений и построение годографов. Полученное по результатам прослеживания поле времен первых вступлений (рис.1) имеет сложную структуру, что говорит о существенной неоднородности ВЧР профиля наблюдений.

Затем осуществлялась интерактивная обработка прокоррелированных годографов в предположении о регистрации в первых вступлениях головных волн. Важнейшим этапом построения модели разреза является расслоение поля времен. Перед расслоением годографы должны быть увязаны и отредактированы. Поле времен прихода преломленных волн рассчитывается в виде карты изохрон в координатной системе (Хогт, L), где Хогт - пикет ОГТ (ось X), L – удаление ПП-ПВ по модулю.

Первой линии излома годографов всегда соответствует интервал слежения прямой волны. Даже если она не регистрируется на данном профиле необходимо указать фиктивную линию точек перегиба

Каждой линии точек излома, начиная со второй, на глубинном разрезе будет соответствовать одна преломляющая граница.



Рис. 1. Поле времен первых вступлений

Далее в режиме **Vels** осуществляется расчет средних и граничных скоростей, а также редакция скоростной модели ВЧР и построение преломляющих границ.

Вычисление глубин залегания преломляющих границ проводили в режиме **Depth** способом T_0 [1]:

$$H = \frac{V_m T_0}{2 \cdot \cos(i)}, \quad (1)$$

где H – глубина залегания преломляющей границы; V_m – средняя скорость в покрывающей среде; i – критический угол.

По результатам интерпретации изучаемая толща разреза может быть аппроксимирована трехслойной моделью среды. Верхняя преломляющая граница залегает на глубинах 16-40 м (рис.2б). Средняя скорость волн изменяется в пределах – от 800 до 1300 м/с, (рис.2а). Граничная скорость варьирует от 2300 до 3300 м/с, несколько уменьшаясь в средней части профиля.

Вторая преломляющая граница выделяется в разрезе на глубинах 180-210 м (рис.2б). Средние скорости составляют от 2000 до 2450 м/с, а граничные колеблются от 3500 до 4500 м/с (рис.2а), достигая максимальных значений в центральной части профиля.

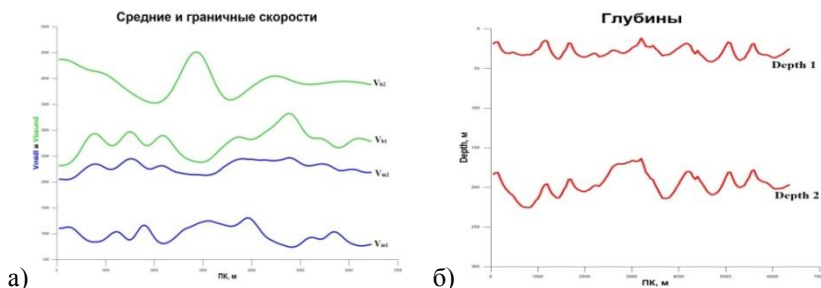


Рис. 2. Графики скоростей (а) и глубин залегания преломляющих границ (б)

На основе полученной информации была построена глубинно-скоростная модель ВЧР вдоль профиля наблюдений (рис.3) и проведено ее сопоставление с данными сейсмокаротажа скважины Р-17-Дуринская-69, расположенной вблизи точки Х=1750 м профиля наблюдений.

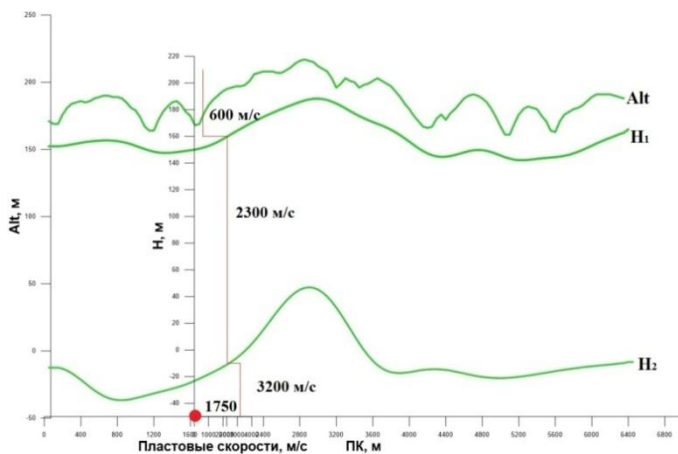


Рис. 3. Глубинно-скоростная модель разреза

Видно, что верхняя преломляющая граница в сглаженном виде повторяет форму рельефа поверхности наблюдений и, вероятно, приурочена к подошве рыхлых четвертичных отложений. Вторая преломляющая граница, согласно разрезу скв. 17, разделяет мощную толщу терригенных пород и подстилающий слой терригенно-карбонатных отложений верхнепермского возраста.

Хорошая сходимость результатов интерпретации с данными сейсмокаротажа скважин свидетельствует о высокой эффективности

использования преломленных волн для изучения скоростных неоднородностей верхней части геологического разреза.

Литература

1. Боганик Г.Н., Гурвич И.И. Сейсморазведка. Тверь: Издательство АИС, 2006. С. 269-270.
2. Митюнина И.Ю., Спасский Б.А., Лаптев А.П. Первые волны на сейсмограммах МОВ и изучение верхней части разреза // Геофизика. №5. 2003. С. 5-12.
3. Спасский Б.А. Учет верхней части разреза в сейсморазведке: Иркутский ГУ, 1990.
4. Seismic Processing System for PC. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.SPS-PC.Narod.ru> (16.02.2016).

**ВЛИЯНИЕ СКОРОСТИ НАГРУЖЕНИЯ НА
ДЕФОРМАТИВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ
ГЛИНИСТЫХ ГРУНТОВ**

М.В. Аверьянова

*Казанский Федеральный (Приволжский) университет,
студент 3 курса, averyanova.mashulya@bk.ru*

Научный руководитель: к.т.н., доцент А.И. Латыпов

***Аннотация:** в работе отражены основные результаты лабораторных испытаний глинистых грунтов в условиях компрессионного сжатия. Установлено влияние скорости нагружения на значение модуля деформации.*

***Ключевые слова:** модуль деформации, скорость нагружения, грунт.*

**LOADING SPEED'S INFLUENCE ON DEFORMATION
CHARACTERISTICS OF CLAY SOILS**

M.V. Averyanova

Kazan Federal University, 3^d year Student, averyanova.mashulya@bk.ru

Research Supervisor: Candidate of Technical Sciences, Reader A.I. Latypov

***Abstract:** the paper presents the main results of the laboratory tests of clay soils under compression condition. The influence of the loading speed on deformation module was installed.*

***Key words:** deformation module, loading speed, soil.*

Определение деформативных характеристик грунтов является основой для решения большинства задач в области инженерной геологии и строительства. При этом самой широко применяемой деформативной характеристикой является модуль деформации, который в большинстве случаев определяется в условиях компрессионного сжатия [2].

Серьезной проблемой при проведении компрессионных испытаний является их длительность, особенно когда испытываются глинистые грунты. Это связано с необходимостью выдерживания каждой ступени нагружения до условной стабилизации деформаций. В настоящее время условной стабилизации задается в зависимости от вида грунта и его состояния в соответствии с ГОСТом 12248-2010 [1].

При этом общее время компрессионного испытания может достигать нескольких суток или даже недель.

Очевидно, что данный параметр принят с учетом осреднения всех грунтов для территории Российской Федерации. Вместе с тем для определенных территорий и определенных видов грунтов этот параметр может быть существенно снижен.

Снижение времени проведения компрессионных испытаний может быть достигнуто использованием компрессионных приборов с измерением боковых напряжений или проведением компрессионного сжатия с постоянной скоростью деформаций. Однако на сегодняшний день в нашей стране эти методы распространения не получили в силу сложности оборудования.

В настоящей работе приведены результаты испытаний на компрессионное сжатие образцов ненарушенного сложения, изготовленных из элювиально-делювиальных глин легких пылеватых полутвердых, отобранных на водораздельном пространстве р. Юнга и р. Унга (Моргаушский район Республики Чувашия). Основные физические характеристики грунтов следующие: плотность $1,98 \text{ г/см}^3$; плотность твердых частиц $2,67 \text{ г/см}^3$; влажность $25,81\%$; коэффициент пористости $0,697$; число пластичности $21,00$; показатель текучести $0,23$.

Испытания были выполнены в лаборатории механики грунтов Института геологии и нефтегазовых технологий Казанского (Приволжского) федерального университета на компрессионных приборах производства НПП «Геотек».

Методика проведения испытаний принята в соответствии с п.5.4 [1]. При этом часть образцов была испытана при стандартном времени выдерживания ступеней, а другая – при меньших временных значениях.

В результате в каждом испытании был определен одометрический модуль деформации в интервале давлений $0,1\text{--}0,2 \text{ МПа}$.

$$E_{oed} = \Delta p / \Delta \varepsilon , \quad (1)$$

где $\Delta \varepsilon$ – изменение относительного сжатия, соответствующее изменению нагрузки Δp .

Результаты испытаний приведены в нижеследующей таблице и на рисунке.

Таблица

Значения одометрических модулей деформации в зависимости от времени
выдерживания ступеней

Номер образца	Время выдерживания ступеней, мин	Одометрический модуль деформации в интервале 0,1- 0,2 МПа
1	720	6,5
2	480	6,4
3	120	6,4
4	120	6,3
5	60	6,2
6	45	3,8
7	20	2,4

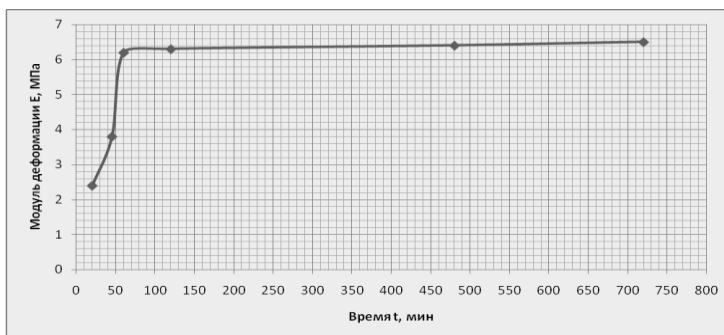


Рис. График зависимости модуля деформации от времени выдерживания ступеней

В результате выполненных исследований могут быть сделаны следующие выводы:

1. Для исследуемых глин значения модуля деформации могут быть корректно определены при времени выдерживания ступеней около 60 мин, что в 12 раз меньше установленного нормативными документами.
2. Для сокращения времени проведения компрессионных испытаний и повышения их эффективности перспективным является создание территориальных норм, основанных на проведении большого числа испытаний для грунтов, характерных для данного региона.

Литература

1. ГОСТ 12248-2010. Грунты. Методы лабораторного определения характеристик прочности и деформируемости, М.: «Стандартинформ», 2011. 82 с.
2. Цытович Н.А. Механика грунтов, М.: «Высшая школа», 1983. 288 с.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СУФФОЗИЙ И ПРОТИВОСУФФОЗИОННЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ

О.А. Анасович

*Белорусский государственный университет,
студент 5 курса, 3_olga_3@mail.ru*

Научный руководитель: д.г.-м.н., профессор А.Ф. Санько

Аннотация: в статье рассматриваются основные способы прогнозирования суффозионных процессов, а также методы борьбы с ними.

Ключевые слова: прогнозирование, противосуффозионные мероприятия.

SUFFOSION PREDICTION AND ANTISUFFOSION ACTIVITIES

O.A. Anasovich

Belorussian State University, 5th year Student, 3_olga_3@mail.ru

Research Supervisor: Doctor of Geology and Mineralogy, Professor

A.F. Sanko

Abstract: the article discusses the main ways to predict suffusion processes, as well as methods of dealing with them.

Key words: prediction, antisuffusion activities.

В последнее время суффозионные процессы оказывают отрицательное воздействие, как на окружающую среду, так и на сферу человеческой деятельности. Поэтому необходимо своевременное прогнозирование и предотвращение суффозий.

Для прогноза суффозионных процессов нужна исходная информация: сведения о поверхностных или подземных суффозионных проявлениях, данные об условиях развития суффозии.

Выделяют следующие методы прогнозирования геологических процессов: а) экстраполяция результатов стационарных наблюдений; б) методы, основывающиеся на детерминированных математических моделях; в) методы, основывающиеся на вероятностных моделях; г) физическое моделирование; д) методы аналогий. Все эти методы применяются в определенных сочетаниях [1]. Также для прогноза суффозии широко применяется метод лабораторного моделирования.

Для более детального изучения и прогнозирования суффозий необходимо знать разделения и размеры суффозионных проявлений. Предсказание местоположения ожидаемого провала является важнейшей задачей при прогнозе развития суффозионного процесса.

Оценка суффозионной опасности для различных видов хозяйственной или строительной деятельности зависит от того существующая суффозия или ожидаемая, т.е. была обнаружена до освоения территории или во время.

Оценка ожидаемой суффозионной опасности основывается на результатах прогнозирования. Оценку проводят, если прогноз позволяет установить появления суффозии или суффозионной катастрофы.

В результате проведения двух видов работ: прогнозирования суффозии и оценки ее опасности, проводится ряд мероприятий по защите сооружений. По воздействию на среду протекания и на факторы, инициирующие суффозионные и постсуффозионные процессы, защитные мероприятия можно разделить на активные и пассивные суффозии. По другим признакам выделяют профилактические и оперативные, т.е. первые осуществляющиеся до начала суффозионного процесса или до начала эксплуатации сооружения и в условиях взаимодействия процесса и сооружения соответственно. К противосуффозионным мероприятиям относятся: контроль за состоянием грунтовой толщи в зоне её взаимодействия с объектом; наблюдения за режимом подземных вод; уменьшение скорости движения подземных вод и их растворяющей способности с помощью искусственного обводнения или осушения грунтов; планировка рельефа и организация поверхностного стока; обводнение грунтов и создание в них фильтрационного потока и др. [2].

Литература

1. Хоменко В.П. Закономерности и прогноз суффозионных процессов / В.П. Хоменко. Москва: Геос, 2003. 216 с.
2. Хоменко В.П. Инженерно-геологическое изучение суффозионных процессов // Промышленное и гражданское строительство. 2003. № 10. С. 13.

ХАРАКТЕРИСТИКА МОРЕННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ЮЖНОЙ ЧАСТИ ДОНСКОГО ЛЕДНИКОВОГО ЯЗЫКА

Р.В. Антонов

*Воронежский государственный университет,
студент 4 курса, romanpearce7@yandex.ru*

Научный руководитель: к.г.-м.н., доцент А.Э. Курилович

Аннотация: данная статья посвящена проблеме инженерно-геологического изучения моренных отложений Донского ледникового языка. В связи с этим было проведено небольшое исследование моренных отложений по числу пластичности.

Ключевые слова: моренные отложения, число пластичности.

CHARACTERISTIC OF MORaine DEPOSITS OF THE SOUTHERN PART OF THE DON GLACIAL TONGUE

R.V. Antonov

Voronezh State University, 4th year Student, romanpearce7@yandex.ru

Research Supervisor: Candidate of Geology and Mineralogy, Reader

A.E. Kurilovich

Abstract: this article is devoted to the problem of engineering geological study of the don moraine glacial tongue. In this regard, a brief study was undertaken moraine sediments on the number of plasticity.

Key words: moraine deposits, the number of plasticity.

На территории Центрально-Черноземного региона (ЦЧР) довольно широко развиты моренные отложения донского ледникового языка. Во многих случаях они служат основанием фундаментов различных зданий и инженерных сооружений.

При изучении моренных отложений особую важность представляет вещественный (литологический) состав, что и является основной задачей настоящей работы.

Морена (от франц. moraine – отложения), – ледниковые отложения, накопленные непосредственно льдом. Моренные образования чаще всего представлены связными грунтами – супесями, суглинками и глинами, содержащими различное количество дресвы, гравия, гальки и валунов. Состав этих образований закономерно изменяется по мере удаления от области питания, причем наибольшей изменчивостью обладает содержание грубого обломочного материала. Морены на Русской равнине в литологическом отношении представлены глинами, суглинками, супесями, окраска которых изменяется от зеленовато-серых и бурых до коричнево-красных тонов. Важнейшей диагностической компонентой морен является примесь разнообразного по составу обломочного материала различной размерности (от гравия и мелкой гальки до крупных валунов) [3].

Наиболее распространены на данной территории основные морены, формирующиеся подо льдом за счет экзарации ложа при движении ледника. Литологически очень разнообразны (от валунов до

суглинков и глин), всегда не отсортированы, содержат редко рассеянную гальку и валуны, бурого и светло бурого цвета. Глинистые разности морены характеризуются большой уплотненностью и малой пористостью, иногда сланцеватостью. Локальные основные морены состоят главным образом из местного материала. Основные морены местами замещаются или перекрываются абляционными моренами (моренами вытаивания), образующимися главным образом за счет материала, содержащегося внутри и на поверхности ледника при его деградации. Они имеют грубый, обычно щебнистый или песчаный состав, местами неясно слоисты в связи с перемывом тальными водами, отличаются яркой окраской. Также ещё выделяются базальные морены, сложенные серыми и тёмно-серыми глинами с небольшим количеством гальки и валунов, отличаются плотным сложением [1].

Граница распространения Донского ледника в пределах ЦЧР показана на рисунке 1.



Рис. 1. Границы распространения четвертичных оледенений на территории ЦЧР [4]

Комплекс ледниковых отложений донского возраста представлен преимущественно глинистыми отложениями, залегающими плащом на междуречьях Окско-Донской равнины, по восточному борту Воронежской антеклизы, фрагментарно по западной периферии Приволжской возвышенности и в цоколях высоких террас крупных рек региона. Мощность морены изменяется от 1-ых метров до 45 метров в депрессиях доледникового рельефа [2]. Она определяется

доледниковым рельефом и степенью последующей денудации. Наибольшие мощности (более 20 метров) выявлены вдоль реки Вороны и по долине реки Савалы отдельными пятнами. В пределах Калачской возвышенности такие мощности удерживаются в долине реки Осередь. На Среднерусской возвышенности на междуречье рек Потудани и Тихой Сосны, а также на правобережье Дона в 10 км ниже устья реки Сосна, в бассейне реки Яманча. Наименьшие мощности морены отмечаются на Калачской возвышенности, что связано с последующим их размытием [1].

Среди моренных образований выделяется 4 группы отложений по отношению ко времени максимального развития Донского ледникового покрова:

1) образования, связанные со временем наступания донского ледникового языка, представленные песками, алевролитами и ленточными глинами, подстилающими моренные слои (иначе называются «раннедонские»);

2) образования времени максимального развития Донского оледенения, представлены различными слоями морен и образованиями подпрудных озер по крупным балкам (Хитров яр, Нагольный яр, р. Грязная Потудань);

3) образования времени деградации Донского ледника, представленные водно- и озерно-ледниковыми образованиями, залегающими обычно на моренных слоях или более древних отложениях;

4) отложения, формировавшиеся на протяжении всего времени существования Донского ледникового языка. К ним относятся образования экстрагляциальной зоны – аллювиально-флювиогляциальные отложения в долине реки Оскол и донской лесс, покрывающий сплошным плащом склоны и водоразделы [5].

Анализ литологического состава грунтов проводился по фондовым материалам инженерно-геологических изысканий, в которых в качестве основного классификационного показателя используют число пластичности (J_p).

Выборка составляет 1543 показателя числа пластичности. По ней составлен график плотности распределения вероятности показателя числа пластичности грунтов (рис.2).

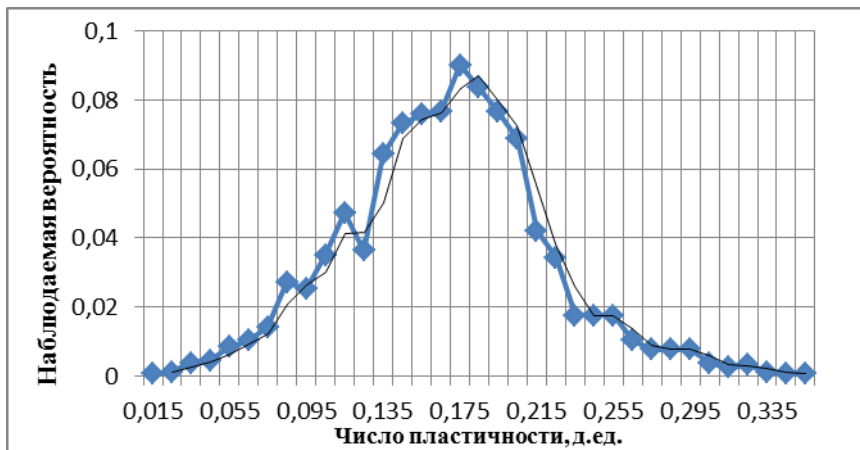


Рис. 2. График плотности распределения вероятности

Число пластичности моренных отложений изменяется от 0,01 д. ед. до 0,49 д. ед. в среднем составляя 0,16 д. ед. при стандартном отклонении 0,05. График распределения в целом – одномодальный, то есть выборка относительно однородна. График имеет небольшую положительную ассиметрию – 0,45. Соответственно мода и медиана не совпадают со средним: мода имеет значение 0,18 д. ед., медиана – 0,17 д. ед.

После проведенного анализа можно сделать следующее заключение – по вещественному составу глинистые моренные отложения южной части Донского ледникового языка в пределах ЦЧР весьма изменчивы (от супесей до тяжелых глин), чаще представлены тяжелыми суглинками и легкими глинами.

Литература

1. Глушков Б.В. Донской ледниковый язык // Труды научно-исследовательского института геологии Воронежского государственного университета. Вып. 5. Воронеж: изд-во Воронеж. ун-та, 2001. 166 с.
2. Инженерная геология России: [монография] / Под общей редакцией В.Т. Трофимова. М.: Издательский дом «КДУ», 2011. Том 3. Инженерно-геологические структуры России: [монография] / Под ред. В.Т. Трофимова и Т.И. Аверкиной. М.: Издательский дом «КДУ», 2015. 710 с.
3. Кизевальтер Д.С. Геоморфология и четвертичная геология (Геоморфология и генетические типы отложений) / Д.С. Кизевальтер, Г.И. Раскатов, А.А. Рыжова. М.: Недра, 1981. 215 с.

4. Корабельников Н.А. Курс лекций ИГУ // Часть II. Характеристика инженерно-геологических условий ЦЧР, 2009. 71 с.
5. Холмовой Г.В., Глушков Б.В. Неогеновые и Четвертичные отложения Среднерусской возвышенности // Труды научно-исследовательского института геологии Воронежского государственного университета. Вып. 1. Воронеж: Изд-во ВГУ, 2001. 220 с.

АНАЛИЗ УСЛОВИЙ ОБРАЗОВАНИЯ И РАЗВИТИЯ ОПОЛЗНЕВЫХ ПРОЦЕССОВ НА ЮГО-ЗАПАДЕ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ

Н.В. Безносенко

*Воронежский государственный университет,
магистрант 1 года обучения, I.nikola.36@mail.ru*

Научный руководитель: старший преподаватель Н.А. Корабельников

Аннотация: данная статья посвящена проблеме оползневых явлений на юго-западе Воронежской области, наблюдаемых на территории Острогожского неотектонического поднятия. На данной территории распространены оползни течения и оползни выдавливания. В связи с этим было проведено небольшое изучение и описание этих процессов.

Ключевые слова: оползень, территория, отложения, склон.

THE ANALYSIS OF CONDITIONS OF FORMATION AND DEVELOPMENT OF LANDSLIDE PROCESSES IN THE SOUTH-WEST OF THE VORONEZH REGION

N.V. Beznosenko

*Voronezh State University,
1st year Master's Degree Student, I.nikola.36@mail.ru*

Research Supervisor: Senior Lecturer N.A. Korabelnikov

Abstract: this article is devoted to the problem of landslides in the South-West of the Voronezh region observed at the territory of Ostrogozhsk neotectonic uplift. In this area landslides are common those offering and landslides extrusion. It was therefore conducted a small study and description of these processes.

Key words: the landslide, territory, settling, deposits, slope.

Оползни разрушают склоны и откосы, изменяют их очертания, могут разрушать жилища и подвергать опасности целые населённые пункты.

Характер движения масс горных пород бывает различный, и это определяет вид явления. В одних случаях происходит сползание блока или блоков горных пород (структурные оползни), в других масса горных пород смещается (ползет) подобно вязкой жидкости по поверхности скольжения (пластические оползни). Бывают и переходные типы оползней, когда отделившийся блок пород в процессе оползания разрушается, дробится, перетирается и приобретает характер вязкого течения [1].

В условиях платформенных структур доминируют оползни выдавливания, где породы имеют залегание, близкое к горизонтальному, и встречаются выдержанные горизонты глинистых пород. Они широко распространены по берегам водоемов и рек, в бортах оврагов и карьеров, в дорожных выемках. Размеры таких оползней колеблются от десятков метров до нескольких километров. Оползни течения – наиболее распространенный тип оползней. По размеру они, как правило, небольшие, но могут встречаться очень крупные. Характерным их признаком является глетчеровидная форма, что обусловлено особенностями накопления поверхностных отложений на склонах, неравномерным выветриванием горных пород, расчлененностью коренного ложа и др.

Территория изучаемого района расположена на Среднерусской возвышенности, в области Острогожского неотектонического поднятия. Максимальные высоты водоразделов здесь достигают 230 м, относительные превышения – до 130 м, горизонтальная расчлененность – 1,2 км/км².

Рельеф территории обусловлен сочетанием аккумулятивных, денудационных и структурно-денудационных поверхностей. Оползни приурочены к молодым денудационным поверхностям, представленные преимущественно голоценовыми и позднелепистоценовыми [2] склонами.

В геологическом строении [2] зоны рельефообразования принимают участие верхнемеловые, палеогеновые, неогеновые и четвертичные отложения.

Карбонатные породы верхнего мела представлены мелом с мергелями.

Палеогеновые отложения в основании толщи представлены тонкозернистыми песками. Выше с размывом залегают отложения киевского горизонта эоцена. Они имеют среднюю мощность около 20-30 м и в нижней части сложены карбонатными глинами и глинистыми мергелями, а в верхней серовато-зелеными плотными вязкими глинами. Они слагают средние части склонов речных и крупных

балочных долин. На киевских глинах залегает мощная (до 30-40 м) обводненная толща преимущественно песчаных отложений олигоцена и миоцена.

Палеогеновые отложения перекрываются покровными суглинками или мореной донского оледенения. Морена представлена глинами и суглинками с большим количеством гальки пород различного состава, их средняя мощность около 15 м.

Схематическое геологическое строение территории Острожского поднятия вне речных долин приведена на рисунке.

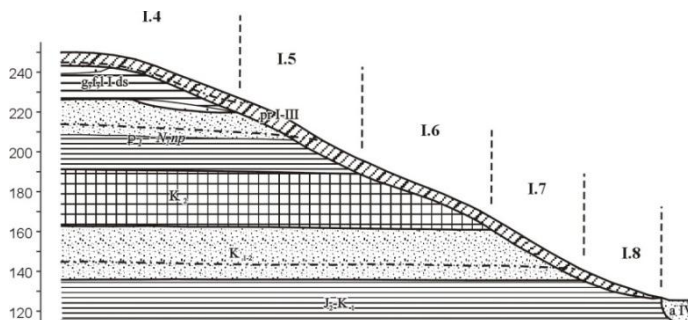


Рис. Схема геологического строения территории вне речных долин

К выходам морены на склоны долин (район I.4) приурочены мелкие блоковые оползни и оплывины, размером до 5-6 м. Крупные оползни различных типов (от фронтальных до глетчеровидных) развиваются в вершинах и на склонах долин по кровле киевских глин (район I.5) (рис.).

Оползневые процессы на территории региона приурочены преимущественно к склонам с превышением бровок над основанием 10 и более метров, на которых под склоновыми образованиями находятся глинистые слои (основные деформируемые горизонты), являющиеся в свою очередь водоупором для вышележащих водоносных горизонтов грунтовых вод или верховодки.

На поверхности моренных отложений в основном формируются мелкие оползни (10×20 м) течения, глубиной 1-2 м. Форма оползней ложкообразная, или фронтальная, вытянутая вдоль бровки склона балок. Тела оползней сложены, в основном, лессоидными и делювиально-солифлюкционными отложениями. Оползневые деформации происходят по кровле моренных отложений, захватывая частично и верхнюю часть этих отложений. Базисом оползней служат тальвеги оврагов или оползневые уступы нижележащих оползней.

Основными причинами образования оползней являются спорадическое обводнение отложений перекрывающих морену и овражная эрозия.

Наибольшее количество оползней приурочено к поверхности киевских глин эоцена [2].

На киевских глинах, на которых залегают обводненные песчаные отложения харьковского надгоризонта олигоцена, образуются крупные оползни выдавливания, сформированные за счет выдавливания вышележащей толщей переувлажненного грунта основного деформируемого горизонта, которым являются глины киевской свиты, и последующем смещении этих толщ в виде пластического течения. Верхние части этих оползней смещаются блоками, образуя оползневые ступени, средние и нижние части глетчерообразные. В средних или нижних частях таких оползней отмечаются валы сжатия, на которых в открытых трещинах сжатия, наряду с делювиальными отложениями, отмечаются киевские глины. Оползни этого типа, как правило, захватывают весь склон от бровки до тальвега. По форме они в основном фронтальные или потоки, реже циркообразные, размер оползней от 50×50 до 200×600 м. Тела оползней сложены делювиальными отложениями, песками кантемировской и бережской свит олигоцена и верхними частями киевских глин, основной деформируемый горизонт – верхнеэоценовые глины киевской свиты. Мощность оползней – до 20 м. Нередко оползни 1-го и 2-го уровня сливаются в единые оползневые системы, состоящие из причлененных друг к другу оползней 2-го порядка, иногда вложенных друг в друга.

Оползни тесно связаны с процессами овражной эрозии, поскольку постоянный размыв языковых частей оползней, базисом которых являются днища оврагов, противодействует стабилизации оползней, активизирует новые подвижки.

Анализ условий оползнеобразования в области Острогжского неотектонического поднятия позволяет сделать вывод, что преимущественно на указанной территории развиты оползни выдавливания и оползни течения. К выходам морены на склоны долин приурочены мелкие оползни течения и оплывины. Крупные оползни различных типов (от фронтальных до глетчеровидных) развиваются в вершинах и на склонах долин по кровле киевских глин.

Литература

1. Бондарик Г.К., Пендин В.В., Ярг А.А. Инженерная геодинамика. М.: КДУ, 2007. 440 с.
2. Глушков Б.В., Корабельников Н.А., Трегуб А.И., Устименко Ю.А. Условия

развития экзогенных геологических процессов в пределах Острогожского неотектонического поднятия и способы их стабилизации // Воронеж: Вест. ВГУ. Сер. Геологическая, №2, 1996. С. 125-150.

3. Ломтадзе В.Д. «Инженерная геология. Инженерная геодинамика» Ленинград: «Недра», 1978.

МЕРОПРИЯТИЯ ПО ОХРАНЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПРИ ЛИКВИДАЦИИ ЛУНЬЕВСКОГО КАРЬЕРА МЕСТРОЖДЕНИЯ ИЗВЕСТНЯКОВ

А.В. Гарифулова

*Пермский государственный национальный исследовательский
университет, студент 4 курса, alina.garifulowa@yandex.ru*

Научный руководитель: к.г.-м.н., доцент А.К. Алванян

***Аннотация:** в статье предложены мероприятия по рекультивации земель и охране окружающей среды на месте ликвидации Луньевского карьера.*

***Ключевые слова:** месторождение известняков, рекультивация, охрана окружающей среды.*

MEASURES FOR ENVIRONMENTAL PROTECTION DURING THE LIQUIDATION OF LUNIEWSKOGO QUARRY DEPOSITS OF LIMESTONE

A.V. Garifulova

Perm State University, 4th year Student, alina.garifulowa@yandex.ru

Research Supervisor: Candidate of Geology and Mineralogy, Reader

A.K. Alvanjan

***Abstract:** the article suggests measures on land recultivation and environmental protection on the elimination of Luniewskogo career.*

***Key words:** the deposit of limestone, remediation, protection of the environment.*

В административном отношении Луньевское месторождение известняков расположено в Александровском районе Пермского края. Месторождение делится на 3 участка: Южный, Северный и Западный. По Южному и Северному участкам запасы известняка в настоящее время списаны.

Район месторождения приурочен к предгорной увалистой полосе западного склона Уральского хребта. Южнее карьера в 200 м протекает в широтном направлении р. Луньва, принадлежащая

бассейну р. Камы. В геологическом строении района работ принимают участие осадочные породы палеозойского возраста, они представлены кварцевыми песчаниками, известняками, доломитами и рыхлые образования кайнозоя.

Отработка месторождения велась открытым способом – карьером глубиной до 70 м с одним вскрышным и пятью добычными уступами средней высотой по 12 м, буровзрывным способом. В настоящее время горные работы на южном и северном участках прекращены. Карьер по дневной поверхности занимает площадь 18 га, глубина карьера изменяется от 30 м (восточный борт) до 65 м (западный борт). Выработка затоплена и частично занята внутренним отвалом. На южном и западном бортах карьера расположены внешние отвалы № 5 и № 6 [1].

Рекультивация земель – это комплекс работ, направленных на восстановление продуктивности и народнохозяйственной ценности нарушенных земель, а также на улучшение условий окружающей среды.

Нарушенными землями являются те земли, которые утратили свою хозяйственную ценность и являющиеся источником отрицательного воздействия на окружающую среду [2].

Основным направлением рекультивации Луньевского месторождения принято природоохранное с элементами лесохозяйственного восстановления. Рекультивация земель проходит в два этапа: техническая и биологическая рекультивации.

В рамках технической рекультивации карьера производится:

- нанесение отвальных пород на незатопленное дно карьера и поверхность внутреннего отвала слоем до 1 м. Грунт доставляется с отвала № 6

- нанесение рыхлой вскрыши с Западного участка на спланированную поверхность слоем 0,3 м (на часть откоса внутреннего отвала, откосы внешнего отвала, съезд в карьер, поверхность внешнего отвала и поверхности вблизи карьера), слоем 0,4 м на поверхность внутреннего отвала и слоем 0,5 м на дно карьера;

- устройство защитного земляного вала с целью предотвращения падения людей и животных в карьер по верхней бровке откоса с высотой отсыпки 2,5 м и по периметру внутренних водоемов высотой 1,5 м.

Биологическая рекультивация включает:

- внесение аммиачной селитры, двойного гранулированного суперфосфата, хлористого калия;

– организация лесопосадок полосами шириной 11 м через 9 м, по дну карьера в условиях хорошего увлажнения выполняется посадка сеянцев (саженцев) ели сибирской. Размещение ели в полосах – по схеме 3×1 м. Сплошная посадка сосны на площадях внешнего отвала №6, за пределами карьера по схеме 1,0×1,0 м;

– посев смеси многолетних трав, с прикатыванием поверхности легкими катками в один след после посева.

Охрана окружающей среды:

Рекультивация земель направлена на охрану окружающей среды и является природоохранным мероприятием. Вместе с тем при проведении природоохранных мероприятий следует свести к минимуму негативное влияние применяемых технологий, используемой техники на окружающую среду.

Комплекс мероприятий по сокращению выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух включает в себя:

– организация постоянного технического обслуживания и ремонта техники;

– использование качественного топлива;

– рассредоточение во время работы машин, не задействованных в едином непрерывном технологическом процессе;

– контроль работы техники в период вынужденного простоя или технического перерыва в работе.

В количественном соотношении выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух незначительные и не окажут существенное влияние на качество атмосферного воздуха в ближайшей жилой застройке.

Мероприятия по охране поверхностных и подземных вод:

Луньевское месторождение известняков расположено за пределами водоохранной зоны р. Луньва. Водоотлив из карьера на время проведения ликвидационных работ не планируется. Высокая трещиноватость и закарстованность пород может привести к загрязнению подземных вод горюче-смазочными материалами от работающей в карьере техники.

Для предотвращения загрязнения заправка топливом предусмотрена из передвижных автозаправщиков с герметичными соединениями шлангов. Под заправочные шланги устанавливается металлический поддон для предотвращения аварийного разлива.

Твердые бытовые отходы, образующиеся при ликвидации карьера, собираются в металлический контейнер и вывозятся по разовым договорам на муниципальный полигон ТБО. Таким образом,

воздействие на поверхностные и подземные воды, связанное с их загрязнением, при ликвидации месторождения не оказывается.

Охрана растительного и животного мира:

Учитывая современное состояние растительности в пределах карьера, воздействие на нее можно считать несущественным. После проведения биологического этапа рекультивации, качество растительного покрова ожидается более высоким по сравнению с существовавшим до освоения месторождения. Многолетние травы хорошо адаптируются на дне глубокого карьера, высокая продуктивность травянистого покрова создает предпосылки к быстрому восстановлению плодородия грунтов

Охрана животного мира связана с шумовым тревожащим воздействием. Основным источником шума будут работы экскаватора, бульдозера и автомашин. Шумовое воздействие будет локализовано в пределах карьера, за границы горного отвода звук будет доходить в ослабленном виде. Птицы и млекопитающие не подвержены прямому уничтожению в результате ликвидационных работ [3,4,5].

Предусмотренные природоохранные мероприятия, в случае их последовательного выполнения и надлежащего надзора, обеспечивают экологическую безопасность ликвидационных работ и соответствуют основным требованиям природоохранного законодательства Российской Федерации.

Учитывая, что основные ожидаемые воздействия на компоненты природной среды будут несущественными, экологический мониторинг проводить не целесообразно.

Литература

1. Алванян А.К. ООО «УралГеоПроект» технический проект Луньевского месторождения известняков. Пермь, 2015. 88 с.
2. ГОСТ 17.5.1.01-83 Охрана природы. Рекультивация земель. Термины и определения.
3. Пушкарева М.В., Май И.В., Середин В.В., Лейбович Л.О., Чиркова А.А., Вековишнина С.А. Экологическая оценка среды обитания и состояния здоровья населения на территориях нефтедобычи Пермского края // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. 2013. № 2. С. 40-45.
4. Пушкарева М.В., Середин В.В., Лейбович Л.О., Чиркова А.А., Бахарев А.О. Инженерно-экологическая оценка территорий запасов подземных вод в связи с разработкой нефтяных месторождений // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. 2013. № 2. С. 9-13.
5. Середин В.В., Галкин В.И., Пушкарева М.В., Лейбович Л.О., Сметанин С.Н. Вероятностно-статистическая оценка инженерно-геологических условий для специального районирования // Инженерная геология. 2011. № 4. С. 42-47.

ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ СЕВЕРО-ЗАПАДА ПЕРМСКОГО КРАЯ В СВЯЗИ С ПРОЕКТИРОВАНИЕМ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ «БЕЛКОМУР»

Л.И. Даль¹, Н.П. Мельчакова², Е.С. Трясцына³

¹-АНО «Центр социальных инициатив «Энергия Жизни», молодой ученый, dallarisa@yandex.ru, ²-ООО «ПермПроектИзыскания», молодой ученый, mnadia1992@gmail.com, ³-Пермский государственный национальный исследовательский университет, магистрант 1 года обучения, el.tryastsyna@rambler.ru
Научный руководитель: д.г.-м.н., доцент И.С. Копылов

Аннотация: проведены инженерно-геологический анализ и районирование территории проектируемой трассы железной дороги «Белкомур» в северо-западной части Пермского края. Выделены неблагоприятные инженерно-геологические участки трассы, которые необходимо учитывать при проектировании, строительстве и эксплуатации железной дороги.

Ключевые слова: инженерно-геологическое районирование, железная дорога, Пермский край.

ENGINEERING-GEOLOGICAL CONDITIONS NORTHWEST OF PERM REGION IN CONNECTION WITH DESIGNING OF RAILWAYS «BELKOMUR»

L.I. Dal¹, N.P. Melchakova², E.S. Trascina³

¹-Autonomous nonprofit organization «Center of social initiatives» «Life Energy», Young Researcher, dallarisa@yandex.ru, ²-LLC «PermProjectSurveys», Young Researcher, mnadia1992@gmail.com, ³-Perm State University,

1st year Master's Degree Student, el.tryastsyna@rambler.ru
Research Supervisor: Doctor of Geology and Mineralogy, Reader
I.S. Kopylov

Abstract: engineering-geological analysis and zoning of the projected route of the railway «Belkomur» in the northwestern part of Perm Krai are conducted. Adverse engineering-geological sections of the route that must be considered in the design, construction and operation of the railway are allocated.

Key words: engineering-geological zoning, railway, Perm Krai.

Изучение инженерно-геологических условий северо-западной части Пермского края, большую часть которой занимает Коми-

Пермский экономический округ края (бывший субъект РФ) имеет важное социально-экономическое значение в связи с развитием экономики этого региона и, особенно в связи с проектированием железной дороги «Белкомур».

Инженерно-геологическая изученность. По инженерной геологии территория в целом изучена слабо. В середине-конце XX в. проводились региональные исследования для проектирования камских водохранилищ, государственная гидрогеологическая и геологическая съемки масштаба 1:200 000 с описанием инженерно-геологических условий. Эпизодически проводились изыскания под строительство различных небольших объектов. В 2005-2008 гг. ЕНИ ПГУ проведен комплексный инженерно-геологический анализ территории Пермского края и составлена инженерно-геологическая карта масштаба 1:500 000. Эта карта актуализирована в 2012 г. при составлении Атласа Пермского края [7,8].

По физико-географическому и ландшафтному районированию территория входит в бореальную таежную зону, среднетаежную подзону Восточно-Русской равнины, находится в пределах аккумулятивной равнины Северного Прикамья и денудационной равнины Среднего Прикамья [1]. В гидрографическом отношении расположена в верхнем бассейне р. Камы. Характеризуется преимущественно низменным слабохолмистым рельефом. Основную часть занимают Веслянская и Косинская низменности со средними отметками 120-150 м. В северной части располагаются Северные Увалы (до 271 м), в западной части – Верхне-Камская возвышенность (до 329 м), в юго-восточной части – Кондасские увалы (до 266 м).

По инженерно-геологическому районированию территория расположена в пределах инженерно-геологического региона первого порядка – Восточно-Европейской (Русской) платформы, Волго-Уральского инженерно-геологического региона второго порядка, соответствует северной части Волго-Уральской антеклизы. Включает две инженерно-геологические области: область аккумулятивной равнины Северного Прикамья с 4 районами: и область денудационной равнины Среднего Прикамья с 3 районами [9,10].

Инженерно-геологические формации и геолого-генетические комплексы. Рассматриваемая территория разделяется на три крупных участка. В западной части развита терригенная формация мезозоя, представленная песчаниками, глинами, мергелями, алевролитами, имеет значительное развитие с набором фаций (от континентальных до морских прибрежных, прибрежно-мелководных гравийных, песчано-гравийных), которые выделены в

соответствующие субформации [2]. В центральной части развита теригенная красноцветная формация уржумского яруса перми представленная глинами, алевролитами и песчаниками с подчиненными прослоями аргиллитов, мергелей и известняков. В естественных массивах глинистые породы достаточно водоустойчивы и не относятся к размокаемым. По физическим свойствам глинистые породы весьма неоднородны. Аргиллиты проявляют способность к набуханию. Водообильность пород формации различна. В восточной части развита карбонатно-теригенная формация уфимского и казанского ярусов перми, представленная ритмично построенной толщей преимущественно терригенных осадков мощностью от 50 до 400 м. Глины карбонатные, твердой и полутвердой консистенции, характеризуются высокой плотностью, которая увеличивается с глубиной. Песчаники мелко- и среднезернистые с глинисто-известковым цементом, различной плотности и крепости. Породы трещиноваты, особенно на участках высокой геодинамической активности. Водообильность толщи неравномерная [2,9].

В составе геолого-генетических комплексов преобладают флювиогляциальные пески и супеси, ледниковые моренные суглинки, полигенетические отложения, озерно-болотные оторфованные суглинки и торф. Они характеризуются большим разнообразием физико-механических свойств.

Современные геологические (экзогенные) процессы.

Наибольшее распространение на территории получили: процессы заболачивания, просадки, связанные с суффозионно-карстовыми процессами, оползневые и эрозионные процессы. Процессы заболачивания имеют очень широкое распространение, особенно в северной части. Широкое распространение имеют болота, как верховые, так и низинные, их насчитывается свыше 500. Самые крупные из них – группа Гайнских болот на левобережье р. Камы, по берегам Тимшера, Лупьи, Лемана, в верховье Весляны; болота, окружающие район озер Адово и Оныл в верховьях рек Порыш и Утьва; болота на водоразделах Камы и Косы (Селищенское, Сольмское, Булачовское) и др. [1,6].

Оценка современных геодинамических (неотектонических) условий. Практически вся территория по общему сейсмическому районированию (ОСР-97-С) относится к территориям 5-6 балльной сейсмической опасности. Установлено 7 крупных геодинамических активных зон: Чернинская, Веслянская, Верхнекамская, Косинская, Кондасская, Пограничная, Иньвинская с площадями 750-2750 км² [4]. По линеаментно-геодинамическому анализу и материалам

современной космической съемки [3] установлено несколько тысяч тектонических линеаментов, группирующиеся в участки с повышенной плотностью линеаментов. Они представляют собой участки повышенной геологической опасности для условий строительства различных объектов. В западной и северо-западной части распространены участки с низкой и средней степенью геодинамической активности. В восточной части – в основном участки с повышенной и высокой степенью. В районе г. Соликамска выделяются участки с очень высокой и чрезвычайно высокой степенью геодинамической активности, характеризующиеся высокой тектонической трещиноватостью [5,6].

Оценка степени сложности инженерно-геологических условий. Выделены 3 типа участков:

1) В западной части территории отмечаются относительно благоприятные условия, не требующие специальной инженерной подготовки. Ограниченно наблюдаются некоторые опасные геологические процессы способные осложнить строительство;

2) Условно благоприятный участок занимает большее распространение на протяжении всей трассы. Требуемая значительная инженерная подготовка вызвана сильной заболоченностью территории, значительным количеством содержания торфа в почве, а также наличием речных долин;

3) В восточной части и, особенно в районе г. Соликамска наблюдается ограничено благоприятный участок для строительства проектируемой трассы. Требуется сложная инженерная подготовка, связанная с карстовыми процессами. Опасным явлением, осложняющим строительство, также является переработка берегов Камского водохранилища. Выделяются участки с очень высокой и чрезвычайно высокой степенью геодинамической активности.

Литература

1. География Коми-Пермяцкого автономного округа / Под ред. М.Д. Шарыгина. Пермь, 1992. 143 с.
2. Инженерная геология СССР. В 8-ми томах. Т. 1. Русская платформа. М., Изд-во Моск. ун-та, 1978. С. 252-271.
3. Копылов И.С. Линеаментно-геодинамический анализ Пермского Урала и Приуралья // Современные проблемы науки и образования. 2012. № 6.
4. Копылов И.С. Геодинамические активные зоны Приуралья, их проявление в геофизических, геохимических, гидрогеологических полях // Успехи современного естествознания. 2014. № 4. С. 69-74.
5. Копылов И.С. Геодинамические активные зоны Верхнекамского месторождения калийно-магниевых солей и их влияние на инженерно-

геологические условия // Современные проблемы науки и образования. 2011. № 5. С. 146.

6. Копылов И.С., Даль Л.И. Геоэкологические оценка состояния природной среды Коми-Пермяцкого округа // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 2-2. С. 745

7. Копылов И.С., Коноплев А.В. Геологическое строение и ресурсы недр в атласе Пермского края // Вестник Пермского университета. Геология. 2013. № 3 (20). С. 5-30.

8. Копылов И.С., Коноплев А.В., Ибламинов Р.Г., Осовецкий Б.М. Инженерно-геологическое изучение, картографирование, районирование территории Пермского края // Фундаментальные исследования. 2014. № 11-10. С. 2190-2195.

9. Копылов И.С., Коноплев А.В., Ибламинов Р.Г., Осовецкий Б.М. Региональные факторы формирования инженерно-геологических условий территории Пермского края // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2012. № 84. С. 102-112.

10. Копылов И.С., Осовецкий Б.М. Об улучшении свойств грунтов как строительных материалов в связи с инженерно геологическими проблемами в строительстве // Совр. проблемы науки и образования. 2011. № 3. С. 53.

ЗАВИСИМОСТЬ НАБУХАНИЯ ОТ ПРИРОДЫ ГЛИНИСТЫХ ГРУНТОВ

И.А. Зверева, Д.С. Лбова

*Пермский государственный национальный исследовательский
университет, студенты 3 курса, iiaazz@yandex.ru*

Научный руководитель: к.г.-м.н., профессор В.И. Каченов

***Аннотация:** в статье представлены данные о набухаемости глинистых грунтов каолинитового и монтмориллонитового состава в зависимости от их первоначальной плотности, минерального и гранулометрического составов.*

***Ключевые слова:** глинистые грунты, величина набухания, начальная плотность, состав.*

DEPENDENT SWELLING FROM NATURE OF CLAY SOIL

I.A. Zvereva, D.S. Lbova

Perm State University, 3^d year Students, iiaazz@yandex.ru

Research Supervisor: Candidate of Geology and Mineralogy,

Professor, V.I. Kachenov

Abstract: *the article presents data on the swelling of clay soils kaolinite and montmorillonite composition depending on their original density, particle size distribution and mineral composition.*

Key words: *clay soils, swelling of value, the initial density, composition.*

Особенностью глинистых грунтов является значительное изменение объема при изменении влажностных условий, что необходимо учитывать при строительстве сооружений различного назначения. Способность грунтов увеличивать свой объем в процессе смачивания называется набухаемостью. Исследованиями о набухании глинистых грунтов занимались многие ученые. Среди них В.А. Королев, Н.Я. Хархуте, Ю.М. Васильев, В.И. Осипов и другие. Вопросы зависимости набухания глинистых грунтов от различных факторов недостаточно изучены, результаты иногда противоречивы.

Целью исследования является изучение влияния гранулометрического и минерального составов и первоначальной плотности на набухание глинистых грунтов. Для достижения цели были проведены лабораторные работы по определению гранулометрического состава ареометрическим методом, по набуханию глинистых грунтов на приборе для компрессионных испытаний с различными первоначальными плотностями и проанализирована зависимость набухания глин от минерального состава. Объект исследования – глины каолинитового и монтмориллонитового состава.

Минеральный состав является одним из важнейших внутренних факторов набухания. Влияние состава глинистых грунтов на процесс набухания связано главным образом с величиной их удельной поверхности. Чем выше удельная поверхность глинистых минералов и глин, больше их емкость обмена и «степень диссоциации» обменных ионов, тем выше набухаемость таких грунтов. Следовательно, по способности глинистых минералов к набуханию их можно расположить в ряд: монтмориллонитовые > гидрослюдастые > каолинитовые [1].

В данной работе анализируются данные о набухаемости глинистых грунтов (Лобановского монтмориллонита, Челябинского каолинита). В результате рентгеноструктурного анализа были получены данные о минеральном составе изучаемых образцов. В обеих глинах содержание кварца составляет примерно 20% от общего объема породы. Лобановская глина на 46% состоит из монтмориллонита, плагиоклазов 19%, кальцита 10%, полевых шпатов 5%. Челябинская глина на 74% состоит из каолинита, 7% гидрослюда.

Гигроскопическая влажность каолинита равна 3,49%, монтмориллонита больше – 4,6%, благодаря огромной удельной поверхности (600-800 м²/г). У каолинита влажность на границе текучести – 68,5%, а на границе раскатывания 27,2%, число пластичности – 41,3. Влажность монтмориллонита на двух пределах равна соответственно 41,7% и 22,2%, число пластичности – 19,5. По числу пластичности в соответствии с классификацией ГОСТ 25100-2011 грунты относятся к глинам тяжелой и легкой пылеватой. Содержание глинистой фракции (<0,005 мм) определено ареометрическим методом, а именно в Челябинской глине – 57%, в Лобановской – 29%, песчаной фракции 43% и 71% соответственно.

Для изучения процесса набухания были взяты три образца монтмориллонитовой глины с влажностью 23,5%. Предварительно их уплотнив под нагрузками 0,1 МПа, 0,2 МПа и 0,3 МПа, были получены разные плотности: 1,74 г/см³, 1,85 г/см³, 2,02 г/см³ соответственно и три образца каолинитовой глины (начальная влажность 27,5%) с начальными плотностями: 1,62 г/см³, 1,80 г/см³, 2,12 г/см³.

Для анализа данных (табл.) была рассчитана величина набухания: наименьшей плотности соответствует значение 2,65%, для средней 3,41%, для наибольшей 4,52%. Исследование показало, что монтмориллонитовая глина с первоначальной плотностью 2,02 г/см³ является слабонабухающей согласно классификации по набуханию, другие два образца с меньшей плотностью ненабухающие. Каолинитовая глина относится к категории средненабухающей.

Таблица

Расчетные данные

Первоначальная плотность образца, г/см ³	Лобановский монтмориллонит			Челябинский каолинит		
	1,74	1,85	2,02	1,62	1,80	2,12
Масса влажного грунта до опыта, г	248,94	259	256,84	229,25	233,99	261
Масса влажного грунта после опыта, г	267,82	275,23	266,91	266,38	258,83	202,61
Масса высушенного грунта, г	200,69	210,36	207,72	179,44	182,61	291,59
Начальная влажность, %	24,04	23,12	23,65	27,76	28,14	28,52
Влажность набухания, %	33,45	30,84	28,50	48,45	43,74	41,92
Приращение высоты образца, мм	0,63	0,80	0,96	1,84	1,95	2,24
Величина набухания, %	2,65	3,41	4,52	7,76	9,02	10,05

Согласно В.Т. Трофимову на характер и величину набухания глинистых грунтов оказывает влияние их начальная плотность [2]. Проведя лабораторные исследования и рассчитав величину набухания образцов (табл.), можем сделать вывод, что глинистые грунты, находящиеся в рыхлом нарушенном сложении и имеющие большую начальную пористость (наименьшую плотность), при взаимодействии с водой имеют меньшую величину набухания. Данную зависимость можно проследить по построенным графикам для разных глин (рис.1,2).

Наибольшая набухаемость характерна для высокодисперсных глин. Она растет с увеличением в грунте частиц глинистой фракции, по мнению В.И. Осипова [2]. В Челябинском каолините содержание глинистой фракции значительно больше – 57%, чем у Лобановского монтмориллонита – 29%, поэтому по результатам опыта каолинистая глина набухает сильнее, чем монтмориллонитовая.

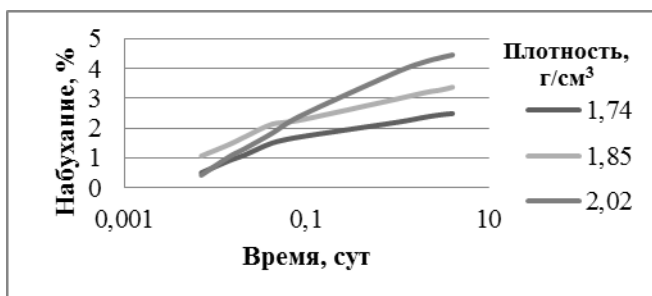


Рис. 1. Кинетика набухания монтмориллонитовой глины при различной исходной плотности

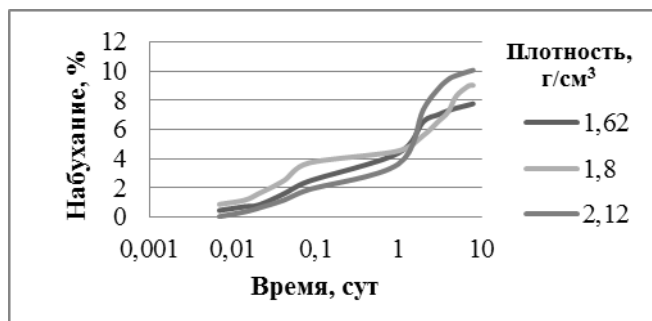


Рис. 2. Кинетика набухания каолинитовой глины при различной исходной плотности

Таким образом, мы можем сделать вывод, что на набухание глинистых грунтов в большей степени оказывает влияние содержание глинистой фракции, чем минеральный состав, а также первоначальная плотность.

Литература

1. Сергеев Е.М., Голодковская Г.А., Зиангиров Р.С., Осипов В.И., Трофимов В.Т. Грунтоведение / Под ред. Е.М. Сергеева – 4-е изд., переработ. и доп. М.: Изд-во Московского университета, 1973. С. 214-216.
2. Трофимов В.Т., Королев В.А., Вознесенский Е.А., Голодковская Г.А., Васильчук Ю.К., Зиангиров Р.С. Грунтоведение / Под ред. В. Т. Трофимова. 6-е изд., переработ. и доп. М.: Изд-во МГУ, 2005. С. 336-342.

**ЗАКОНОМЕРНОСТЬ ИЗМЕНЧИВОСТИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ
ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ГРУНТОВ НА ПЛОЩАДКЕ
РАЗМЕЩЕНИЯ КУРСКОЙ АЭС-2**

Е.А. Ипполитова

*Российский государственный геологоразведочный университет,
студент 3 курса, ipporo@mail.ru*

Научный руководитель: к.г.-м.н., доцент Д.Н. Горобцов

***Аннотация:** пространственная оценка изменчивости физико-механических свойств грунтов путем анализа карт распределения их показателей.*

***Ключевые слова:** изменчивость, неоднородность.*

**THE REGULARITY OF VARIABILITY OF THE PHYSICAL
PROPERTIES OF SOILS ON THE AREA OF PLACEMENT
KURSK APP-2**

E.A. Ippolitova

*Russian State Geological Prospecting University,
3rd year Student, ippopo@mail.ru*

Research Supervisor: Candidate of Geology and Mineralogy,
Reader D.N. Gorobtsov

***Abstract:** spatial variability estimation of physical – mechanical properties of soils by analyzing maps of the distribution of their indicators.*

***Key words:** variability, heterogeneity.*

При проведении инженерно-геологических изысканий для строительства крупных объектов, в том числе и Атомных электростанций, на начальном этапе основным моментом является региональная оценка инженерно-геологических условий территории, что является областью изучения региональной инженерной геологии.

Важнейшими теоретическими и практическими задачами региональной инженерной геологии являются: изучение закономерностей формирования инженерно-геологических условий различных структурных зон земной коры; установление закономерностей пространственного распределения территорий, характеризующихся определенными инженерно-геологическими обстановками; изучение пространственно-временной изменчивости инженерно-геологических условий в пределах крупных структурных элементов земной коры; разработка теории и методов регионального инженерно-геологического изучения территорий, в частности, инженерно-геологического картирования, методов количественной оценки сложности инженерно-геологических условий и способов их типизации, теоретических и методических положений регионального инженерно-геологического прогнозирования; составление инженерно-геологических описаний крупных регионов страны с целью разработки научно обоснованных рекомендаций по рациональному народнохозяйственному освоению территории и разработке геологических основ охраны и преобразования окружающей среды [2].

Одним из объектов региональной геологии и региональной инженерной геологии является пространственная изменчивость структуры и свойств литосферы. Изменение литосферы в пространстве, ее пространственная структура отражают пространственную изменчивость комплекса физических полей, под влиянием которых она формируется и изменяется [1].

При обсуждении изменчивости нельзя обойти вопрос о неоднородности, об отношениях неоднородности и изменчивости. Изменчивость некоторого геологического объекта отражает свойства пространства и времени этого объекта. Она формирует неоднородность объекта, выявляющуюся в различии его свойств в разных точках. Неоднородность, таким образом, является проявлением изменчивости, ее следствием [3].

По результатам проведения инженерно-геологических изысканий для строительства Курской АЭС-2 в геологическом строении исследуемой площадки принимают участие: комплекс четвертичных песчаных и глинистых отложений, меловые отложения, представленные глинами сантонского яруса, туронскими меловыми

породами, альб-сеноманскими песками различной крупности, юрскими глинистыми отложениями [3].

По данным инженерно-геологических изысканий основным маркирующим горизонтом на площадке являются меловые отложения туронского яруса. Подробный анализ изысканий показал, что показатели физико-механических свойств меловых отложений недостаточно изучены, при этом они будут воспринимать основные нагрузки от сооружений. В результате для пространственной оценки изменчивости свойств грунтов было принято решение построить карты распределения природной влажности, плотности грунта, плотности сухого грунта, а также показателя текучести верхнего слоя туронских отложений, поскольку именно эти свойства являются наиболее информативными.

Влажность. Рассматривая карту распределения влажности верхнего слоя туронских отложений по территории всей площадки можно выделить два понижения - в скважине 752 ($W=0,220$) и 1186 ($W=0,181$). Эта изменчивость показателя влажности может быть преимущественно связана с литологическим составом грунтов, а точнее с их фильтрационными свойствами. В 752 скважине верхнемеловые туронские отложения представленные мелом пластичным, перекрыты современными аллювиальными отложениями русловой фации, представленными песком средней крупности. В скважине 1186 туронские отложения перекрыты верхнемеловыми сантонскими глинами, обладающими низкими фильтрационными свойствами, что в свою очередь обуславливает более низкую влажность по отношению скважины 752. Вода, фильтрующаяся через аллювиальные пески, перетекает в туронские мелы, увеличивая тем самым значение влажности данных пород. Из приведенных карт изменения влажности верхнего слоя не представляется возможным выявить явную связь современного рельефа с распределением влажности. В целом по площади необходимо отметить «хаотичное» изменение параметра.

Плотность. По первому направлению изменчивости, ориентированному с северо-запада на юго-восток наблюдается уменьшение показателя плотности. В скважине 1186 значение плотности грунта составляет $1,96 \text{ г/см}^3$, в скважине 1196- $1,86 \text{ г/см}^3$, 743- $1,78 \text{ г/см}^3$, 748- $1,53 \text{ г/см}^3$. Данный факт, возможно, связан с литологическим составом и значением влажности грунтов. В скважине 1186 влажность составляет 0,181, а в скважине 748-0,362. Соответственно, чем выше значение влажности, тем ниже значение плотности.

По второму направлению изменчивости, ориентированному с юго-запада на северо-восток, перпендикулярно первому направлению, также можно проследить изменчивость, проявляющуюся в виде различия показателей физических свойств. В направлении скважин 1190-1183 значение плотности изменяется от 1,81 до 2,00 г/см³; в направлении 669-1052 – 1,79-1,86-1,89.

В целом по площади необходимо отметить «хаотичное» изменение параметра.

Плотность сухого грунта. В поле плотности сухого грунта в пределах всей площадки и расположения обоих реакторов выделить главные направления изменчивости затруднительно в связи с малыми изменениями значений в выборке. При этом принимается допущение, что скважина 757 уже исключена из выборки, так как значение плотности сухого грунта в ней получается аномально низким.

Показатель текучести. Поле показателя текучести верхнемеловых туронских отложений представляет собой неоднородное поле.

На карте распределения показателя текучести грунта по всей площадке также рассматривается первое главное направление с юго-запада на северо-восток, а второе главное направление перпендикулярно первому – с северо-запада на юго-восток.

По первому направлению изменчивости наблюдается увеличение показателя текучести в направлении на северо-восток. Так в скважине 683 $I_L = -0,28$, скважине 747 – $I_L = 0,49$, 844 – $I_L = 1,30$.

По второму главному направлению довольно трудно проследить изменчивость свойств грунтов, так как показатель текучести изменяется скачкообразно. Так, в скважине 1197 показатель текучести составляет $I_L = -0,08$, 844 – $I_L = 1,30$, 842 – $I_L = 0,74$, 809 – $I_L = 1,28$, 816 – $I_L = 0,13$.

В целом по площади необходимо отметить «хаотичное» изменение параметра.

Проанализировав карты изолиний геологических параметров (влажности, плотности, плотности сухого грунта и показателя текучести) можно сделать вывод об их «хаотичном» распределении на исследуемой площадке Курской АЭС-2. При оценке изменчивости геологического параметра необходимо учитывать и то, что не все характеристики практически могут быть оценены. Это объясняется слишком большим влиянием случайных составляющих при их определении.

Литература

1. Бондарик Г.К. «Теория геологического поля». М.: КДУ, 2009. С. 27-29, С. 96-111.
2. Бондарик Г.К., Ярз Л.А. «Инженерно-геологические-изыскания», 2-е изд. М.: КДУ, 2008.
3. Технический отчет по инженерно-геологическим изысканиям на площадке Курской АЭС-2.

ФОРМИРОВАНИЕ СТРУКТУРНЫХ СВЯЗЕЙ В ГЛИНАХ ПРИ УГЛЕВОДОРОДНОМ ЗАГРЯЗНЕНИИ

К.В. Касаткина

*Пермский государственный национальный исследовательский
университет, студент 4 курса, seredin@nedra.perm.ru*

Научный руководитель: д.г.-м.н., профессор В.В. Середин

Аннотация: экспериментально установлено, что с увеличением содержания поровой жидкости в глинах сцепление возрастает, а угол внутреннего трения уменьшаются. При загрязнении глин углеводородами в формировании их прочностных свойств определяющую роль играет вязкость поровой жидкости.

Ключевые слова: нефтепродукты, сцепление глин, угол внутреннего трения.

THE FORMATION OF STRUCTURAL BONDS IN THE CLAYS IN HYDROCARBON POLLUTION

K.V. Kasatkina

Perm State University, 4th years Student, seredin@nedra.perm.ru

Research Supervisor: Doctor of Geology and Mineralogy, Professor
V.V. Seredin

Abstract: it is experimentally established that with increasing content of pore fluids in clays, the cohesion increases and internal friction angle are reduced. When contamination of clays by hydrocarbons in the formation of their strength properties of the decisive role played by the viscosity of the pore fluid.

Key words: petroleum products, clays cohesion, angle of internal friction.

Актуальность. Прочность глинистых грунтов во многом определяется прочностью структурных связей. Изучением структурных связей занимались такие видные ученые как Осипов В.И., Соколов В.Н., Дерягин Б.В., Чураев Н.В., Муллер В.М.,

Кульчицкий Л.И., Усъяров О.Г., Середин В.В. [3] и другие. В основе всех типов межатомных связей «лежит кулоновское взаимодействие электронов и ионов, составляющих вещество...» (Векилов Ю.Х.). Механизм формирования структурных связей на уровне коллоида, поровой жидкостью которых является водный раствор (электролит), достаточно полно описан в работах Дерягина Б.В., Осипова В.И. и других. В то же время некоторые вопросы освещены недостаточно полно. К ним можно отнести вопросы влияния типа поровой жидкости (углеводородов), минерального состава глин на формирование их структурных связей.

Целью работы стало изучение влияния типа поровой жидкости на прочность структурных связей глин.

Объектом исследований являются глинистые коллоиды, которые представлены монтмориллонитовыми и каолиновыми глинами. В качестве поровой жидкости (дисперсионной среды) использовалась дистиллированная вода, дизельное топливо и масло моторное.

Подготовка образцов. На 100 г порошка глины монтмориллонитовой, каолиновой Челябинской и каолиновой Александровской добавляют 35 г поровой жидкости: воды дистиллированной, дизельного топлива, масла моторного, масла компрессионного и перемешивают. Полученную смесь размещают в эксикатор и выдерживают 24 часа.

Затем полученную смесь размещают в уплотнители, уплотняют нагрузкой $\sigma=0,1$ МПа до стабилизации осадки 0,1 мм/сут и выдерживают 5 суток при комнатной температуре. Таким образом, формируется четыре партии образцов.

Методика работ. Определяют плотность и влажность каждого образца по методике [6]. Затем по три образца из четырех партий подвергаются одноосному сжатию [6]. Кроме того, изучался минеральный и гранулометрический состав глин по методике [2].

Результаты исследований и их обсуждение.

Минеральный состав. Результаты определения минерального состава глин показали, что в монтмориллонитовой (Лобановской) глине каолин отсутствует, а содержание минерала группы монтмориллонит составляет 54%. В каолиновых глинах: в Александровской – монтмориллонита содержится 12%, а каолинита 24%; в Челябинской – монтмориллонит отсутствует, а содержание каолина 74%.

Размер структурных элементов. В таблице приведены данные по гранулометрическому составу глин, полученные ареометрическим

методом (ГОСТ 12536-2014). Из таблицы видно, что исследуемые глины представлены в основном глинистой и пылеватой фракциями.

Таблица

Гранулометрический состав исследуемых глин

Название глины	Содержание фракций, %		
	0,05-0,01	0,01-0,005	<0,005
Лобановский монтмориллонит	35,42	14,16	34,63
Челябинский каолинит	30,25	15,45	44,50
Александровский каолинит	22,10	20,46	52,73

Физические свойства грунтов и поровой жидкости.

Результаты исследований физических свойств глин свидетельствуют о значительном содержании глинистой фракции в каолиновой глине по сравнению с монтмориллонитовой.

Формирование структурных связей. При уменьшении влажности в каолиновой глине прочность структурных связей становится выше, чем в монтмориллонитовой [3], так как, чем меньше ζ – потенциал, тем выше силы взаимного притяжения (U_m) между частицами, а, значит, и прочность структурных связей коллоидов, составляющих грунт. Таким образом, формирование структурных связей на уровне коллоидов глин в водном растворе обусловлено Кулоновскими силами притяжения глинистых частиц с одной стороны и силами взаимодействия молекул и ионов, находящихся в диффузных слоях коллоидов, с другой стороны, что не противоречит [2,3,4].

Сопоставление дзета – потенциалов глин, поровым раствором которых является водный раствор и масло моторное, показало, что в масле моторном значение дзета-потенциала в 40-100 раз выше, чем в водном растворе [3]. Это обусловлено тем, что парафино-нафтеновые углеводороды, содержащиеся в моторном масле и имеющие кольцевое строение, сорбируются на поверхности неподвижного слоя, «обволакивают» глинистую частицу, формируя диффузный (подвижный) слой. Таким образом, адсорбционный слой представлен молекулами воды, а диффузный – молекулами масла моторного. Вязкость масла моторного в 400 раз выше ($\eta = 359.6 \text{ мм}^2/\text{с}$ при температуре 25°C), чем вязкость дистиллированной воды ($\eta = 0.89 \text{ мм}^2/\text{с}$ при этой же температуре). Поэтому и электрокинетический потенциал на поверхности подвижного и неподвижного слоев глинистой частицы в масле моторном выше, чем в водном растворе [3].

Формирование структурных связей между коллоидами в масле моторном обусловлено кулоновскими силами. При этом они

значительно меньше, чем силы притяжения между коллоидами, «покрытыми» водой.

Сопоставление численных значений дзета – потенциалов показало, что дзета-потенциал, полученный в дизельном топливе, принимает промежуточные значения между дзета-потенциалом, полученным в водном растворе и масле моторном [3].

Перезарядка поверхности адсорбционного слоя коллоида обусловлена тем, что Н-парафиновые углеводороды цепочечного строения имеют на внешней части водород. Исходя из этого, когда твердая глинистая частица, заряженная отрицательно, не испытывает дефицита дизтоплива (низкой концентрации твердой компоненты) молекулы нормальных парафинов, имеющие положительный заряд на периферии, адсорбируясь на поверхности неподвижного слоя меняют его заряд с отрицательного на положительный. При высокой концентрации твердой компоненты на поверхности адсорбционного слоя коллоида не весь заряд компенсируется молекулами дизельного топлива, поэтому сохраняется отрицательный заряд дзета-потенциала.

Формирование структурных связей в этом дисперсате обусловлено наличием энергии взаимодействия между молекулами поровой жидкости, и может быть оценена показателем ее вязкости. Кроме того, смена заряда формирует силы притяжения (отрицательный заряд) и силы отталкивания (положительный заряд), поэтому прочность структурных связей в дизельном топливе должна принимать минимальные значения в исследуемом ряду углеводородов.

Литература

1. Середин В.В. Исследование влияния вязкости поровой жидкости (углеводородов) на прочностные свойства песков // Инженерная геология. 2014. № 4. С. 45-48.
2. Середин В.В., Каченов В.И., Ситева О.С., Паглазова Д.Н. Изучение закономерностей коагуляции глинистых частиц // Фундаментальные исследования. 2013. № 10-14. С. 3189-3193.
3. Середин В.В., Красильников П.А., Медведева Н.А., Паришина Т.Ю., Пешикова Т.А. Закономерности изменения структурных связей (электрокинетического потенциала) глинистых частиц в водном растворе // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 2-2. С. 888.
4. Середин В.В., Красильников П.А., Чижова В.А. Влияние вязкости поровой жидкости (углеводородов) на модуль деформации глины // Инженерная геология. 2015. № 4. С. 26-29.
5. Середин В.В., Яозинская М.Р. Исследования механизма агрегации частиц в глинистых грунтах при загрязнении их углеводородами // Фундаментальные исследования. 2014. № 8-6. С. 1408-1412.

6. Середин В.В., Ядзинская М.Р. Закономерности изменений прочностных свойств глинистых грунтов, загрязненных нефтепродуктами // Инженерная геология. 2014. № 2. С. 26-32.

К ВОПРОСУ О ВЛИЯНИИ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ГРУНТОВЫХ ВОД НА НАБУХАЕМОСТЬ ГЛИНИСТЫХ ГРУНТОВ НА ОБЪЕКТАХ НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ

В.В. Киселев

*Казанский (Приволжский) федеральный университет,
студент 3 курса, vadimkamckzn@gmail.com*

Научный руководитель: к.г.-м.н., доцент, Н.И. Жаркова

Аннотация: в работе рассматриваются особенности влияния нефти и некоторых нефтепродуктов (керосин и дизельное топливо), а также кальциевых сульфатных и гидрокарбонатных вод на величину относительной деформации набухания пермских, юрских, неогеновых и четвертичных глин Поволжья и Прикамья.

Ключевые слова: набухание, углеводороды, глина.

THE QUESTION ABOUT THE INFLUENCE OF THE CHEMICAL COMPOSITION OF GROUNDWATER IN THE SWELLING OF CLAY SOILS IN THE OIL AND GAS INDUSTRY FACILITIES

V.V. Kiselev

*Kazan (Region) State University,
3rd year Student, vadimkamckzn@gmail.com*

Research Supervisor: Candidate of Geology and Mineralogy, Reader
N.I. Zharkova

Abstract: the paper presents the peculiarities of the influence of crude oil and some petroleum products (kerosene and diesel) as well as calcium sulfate and bicarbonate waters on the value of relative deformation swelling Permian, Jurassic, Neogene and Quaternary clays of the Volga and Kama.

Key words: swelling, hydrocarbons, clay.

Актуальность. Процессы набухания неоднократно становятся причиной аварий на объектах нефтегазовой отрасли, что с одной стороны вызвано широким развитием глинистых грунтов, с другой особенностями грунтовых вод. В составе последних часто

фиксируются различные углеводороды, присутствие которых обусловлено авариями и систематическими утечками из водоводов, нефтепроводов и нефтепродуктопроводов, сбросом жидких углеводородов во время пуско-наладочных работ [2].

Объект исследований. В качестве объекта исследования были выбраны четыре типа глин, имеющих широкое распространение в Поволжье и Прикамье: пермские смектитового и иллит-монтмориллонитового состава (р. Вотка, Респ. Удмуртия), юрские иллит-монтмориллонитового состава (Моргаушский р-н, Респ. Чувашия), неогеновые монтмориллонитового состава (р. Большой Кундыш, Респ. Марий Эл) и элювиальные четвертичные глины (Альметьевский р-н, Респ. Татарстан), в составе которых преобладают монтмориллонит и смешаннослойные минералы группы иллита и смектита, гидрослюда имеют подчинённое значение.

Методика исследований. Исследование процессов набухания осуществлялось на приборах ПНГ-2 НПП Геотек по ГОСТ 12248-2010 в лаборатории грунтоведения ИГиНГТ КФУ [1]. Условия эксперимента – свободное набухание при комнатной температуре, замачивание образцов осуществлялось снизу, с поддержанием постоянного уровня воды в кювете на высоте примерно $\frac{1}{4}$ высоты образца.

На первом этапе проводилось стандартное набухание с дистиллированной водой на образцах ненарушенного сложения, для выбора образцов, характеризующихся наибольшими значениями относительной деформации набухания ε_{sw} .

На втором этапе формировались образцы нарушенного сложения (одинаковой плотности для каждого типа глины) из сухой, предварительно растёртой глины. Затем на полученных образцах проводился комплекс следующих испытаний:

Обр. №1. набухание с дистиллированной водой;

Обр. №2. набухание с гидрокарбонатной кальциевой водой (M 0,6 г/дм³);

Обр. №3. набухание с сульфатной кальциевой водой (M 2,2 г/дм³);

пропитка образца грунта авиационным керосином (5 мл на 60 см³ грунта) и последующее набухание с дистиллированной водой;

Обр. №4. пропитка образца грунта дизельное топливо (5 мл/60 см³ грунта) и последующее набухание с дистиллированной водой;

Обр. №5. пропитка образца грунта сернистой нефтью (5 мл/60 см³ грунта) и последующее набухание с дистиллированной водой.

Результаты и обсуждения. Проведённые исследования показали, что наибольшими значениями относительной деформации набухания ε_{sw} характеризуются элювиальные четвертичные глины [3]. Наибольшие значения относительной деформации набухания ε_{sw} характерны для образцов, предварительно пропитанных дизельным топливом и керосином, что обусловлено с одной стороны более низкими значениями поверхностного натяжения перечисленных углеводородов, а, следовательно, снижением структурного сцепления между глинистыми частицами, с другой – большим размером молекул углеводородов [2]. Оба приведённых фактора приводят к большей толщине диффузного слоя на поверхности глинистых минералов по сравнению с чисто водным экспериментом, и, как следствие, к большим значениям относительной деформации набухания ε_{sw} [3].

Наименьшие значения относительной деформации набухания ε_{sw} характерны для образцов, предварительно пропитанных сернистой нефтью, которая, по всей видимости, обладая значительной вязкостью, обволакивает глинистые частицы, препятствуя их гидратации, а, следовательно, набуханию.

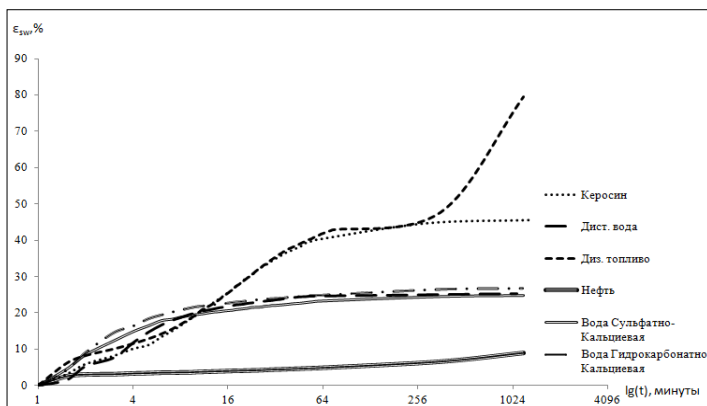


Рис. Зависимость относительной деформации набухания ε_{sw} от времени t (ось логарифмирована) для неогеновых глин (р. Большой Кундыш, Респ. Марий Эл)

Среди экспериментов без участия углеводородов наибольшие значения относительной деформации набухания ε_{sw} характерны для испытаний с дистиллированной водой, наименьшие – для сульфатной

кальциевой воды с минерализацией $2,2 \text{ г/дм}^3$. Полученный эффект объясняется влиянием концентрации катионов внешнего раствора на толщину диффузного слоя (обратно пропорциональная зависимость) [3].

В качестве примера на рисунке показаны кривые набухания для неогеновой глины при вышеперечисленных условиях (рис.).

Приведенные исследования позволили сделать следующие выводы:

1. Наиболее активно процессы набухания проявляются при загрязнении грунтов и грунтовых вод такими нефтепродуктами как керосин и дизельное топливо.

2. Загрязнение грунтов и грунтовых вод нефтью приводит к снижению относительной деформации набухания грунтов ϵ_{sw} .

3. Минерализация поверхностных и грунтовых вод обратно пропорционально влияет на величину относительной деформации набухания грунтов ϵ_{sw} .

4. При инженерно-геологической оценке территорий на объектах нефтегазовой отрасли необходимо учитывать негативное влияние нефтепродуктов на набухаемость глинистых грунтов.

Литература

1. ГОСТ 12248-2010. Грунты. Методы лабораторного определения характеристик набухания и усадки, Москва, изд-во Стандартов, 2011. С. 96.
2. МIRONENKO В.А., ПЕТРОВ Н.С. Загрязнение подземных вод углеводородами // Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология. №1, 1995. С. 3-27.
3. ТРОФИМОВ В.Т., КОРОЛЁВ В.А., ВОЗНЕСЕНСКИЙ Е.А. и др. Грунтоведение. Москва, Изд-во МГУ, 2005. 1024 с.

АНАЛИЗ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ТЕРРИТОРИИ ЮГО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ПЕРМСКОГО КРАЯ

А.В. Козьминых

***Пермский государственный национальный исследовательский
университет, магистрант 1 года обучения, anasta9393@mail.ru***

Научный руководитель: д.г.-м.н., доцент И.С. Копылов

Аннотация: проведен анализ инженерно-геологических условий территории юго-запада Пермского края, а также зоны влияния Воткинского водохранилища. Рассмотрены физико-механические свойства средне- и

верхнепермских красноцветной формации и четвертичных геолого-генетических комплексов. Проведена оценка перспективности застройки территории.

Ключевые слова: инженерно-геологические условия, физико-механические свойства грунтов, Верхнекамская впадина.

ANALYSIS OF ENGINEERING-GEOLOGICAL CONDITIONS THE SOUTH-WESTERN PART OF THE PERM REGION

A.V. Kozminykh

Perm State University,

1st year Master's Degree Student, anasta9393@mail.ru

Research Supervisor: Doctor of Geology and Mineralogy, Reader

I.S. Kopylov

Abstract: *the analysis of engineering geological conditions of the territory Perm region and the zone of influence of the Votkinsk reservoir. The physical and mechanical properties of the medium and upper Permian formations of red and quaternary geological and genetic complexes. The estimation of the prospects of development of the territory.*

Key words: *geotechnical conditions, physical and mechanical properties of soils, Verkhnekamsk depression.*

Актуальность и основные инженерно-геологические проблемы. Интенсивное социально-экономическое развитие юго-западной части Пермского края, особенно связанное с интенсивным развитием нефтегазовой промышленности (и возможно – с развитием атомной энергетики) вызывает необходимость изучения инженерно-геологических условий этой территории. Уже сейчас отмечаются многочисленные аварии, происходящие на нефтегазопроводах, где нефтяное загрязнение значительно меняет свойства грунтов [2]. Исследуемый район находится в зоне влияния Воткинского водохранилища (на берегах которого происходит усиление инженерно-геологических процессов), активно ведется строительство и добыча различных полезных ископаемых.

Инженерно-геологическая изученность. Территория изучена неравномерно. Хорошо изученным является район зоны влияния Воткинского водохранилища [1,7]. На остальной части проводились изыскания на небольших площадках для объектов промышленного, сельскохозяйственного и гражданского строительства, изучалась в основном несущая способность грунтов. В конце XX – начале XXI вв.

проводились государственная гидрогеологическая и геологическая съемки масштаба 1:200 000 [3]. В 2005-2012 гг ЕНИ ПГУ проведен комплексный инженерно-геологический анализ Пермского края и составлена инженерно-геологическая карта масштаба 1:500 000 [4-6].

Физико-географическое условия. Район занимает юго-западную часть Пермского края и небольшую часть Удмуртии (площадью 13,3 тыс. км²) в пределах листов 0-40-ХІІІ, ХІХ, ХХV. По геоморфологическому районированию расположен на восточной окраине страны Восточно-Европейской равнины, относится к району поверхностей размыва Приуралья. Рельеф представляет собой возвышенную увалисто-холмистую равнину, расчлененную глубокими долинами рек, с отметками от 100 до 200 м, при относительных превышениях 30-60 м (до 140 м). Наблюдается два основных генетических типа рельефа: скульптурно-денудационный и эрозионно-аккумулятивный. Подчиненную роль играют другие типы рельефа (эоловый, биогенный и ледниковый) [3]. В южной части, в субширотном направлении протекает р. Кама – важнейший агент, влияющий на инженерно-геологические условия этого района.

Геологические строение. Район расположен на восточной окраине Русской платформы в пределах восточного борта Верхнекамской впадины [4]. Характерно развитие мощной толщи средне-верхнепермских отложений. Казанский ярус представлен белебеевской свитой, которая обнажается по берегам водохранилища и по долинам рек его левобережья. Северодвинский и уржумский ярусы имеют почти повсеместное сплошное распространение, представлены толщей красноцветных и пестроокрашенных терригенных пород с прослоями и линзами известняков и мергелей [3]. Четвертичные отложения имеют широкое распространение и обладают большим разнообразием в фациях и литологии.

Гидрогеологические условия. Грунтовые воды залегают на различных глубинах. На водоразделах и склонах, зеркало их обычно лежит на глубине 8-10 м, реже больше. Исключение составляют верховые заболоченные участки (глубина залегания 0,5-1 м). В долинах рек, в пределах пойм и 1 надпойменной террасы, уровни грунтовых вод колеблются от 0 до 6,5 м, на более высоких террасах обычно от 4 до 15 м (реже 20-30 м). По химическому составу грунтовые воды гидрокарбонатные и сульфатно-гидрокарбонатные, кальциево-магнневые с минерализацией 0,3-0,5 (до 1,6) г/л [3].

Инженерно-геологические условия. По инженерно-геологическому районированию территория относится к региону восточной окраины Русской платформы, области денудационной

равнины Предуралья и частично в области ледниковой, водно-ледниковых равнин.

Инженерно-геологические формации. В пределах территории распространена красноцветная терригенная формация средне-верхнепермского возраста мощностью более 700 м. Выходы коренных пород редкие, наблюдаются в крутых бортах долин рек. Породы являются грунтами скального и полускального типа. Переслаивающиеся глины, аргиллиты, песчаники и алевролиты выходят на поверхность: в Очерском, Чайковском, Карагайском районах. Цвет глинистых пород от желто-бурого до вишнево-красного, песчаники и алевролиты розовые, зеленовато-серые. В верхней части разреза породы выветрелые, скальные трещиноватые. Карбонатные породы (известняк, мергель) имеют подчиненное значение, но часто, в восточной части территории, выходят на поверхность или залегают близко от нее (Очерский, Верещагинский, Карагайский районы). Физико-механические свойства: объемный вес – $2,5 \text{ г/см}^3$, удельный вес – $2,61 \text{ г/см}^3$, водопоглощение – 1,53%, пористость – 4,0%, предел прочности на сжатие – $38,5 \text{ кг/см}^2$ [1,3].

Геолого-генетические комплексы. Наиболее распространенными генетическими типами рыхлых отложений, образовавшихся при одинаковом тектоническом режиме, но в различных фациальных условиях, являются комплексы аллювиальных и элювиально-делювиальных отложений. Минимальная мощность четвертичных образований (0,5-3 м) отмечаются на водоразделах, а максимальная (до 30-50 м) в долине р. Камы. У подножий склонов мощность рыхлых отложений в среднем 10-15 м (редко до 20-25 м). Инженерно-геологические свойства этих отложений определяется в первую очередь их генезисом. Другие геолого-генетические комплексы (эоловый, болотный и ледниковый), имеют ограниченное распространение на изучаемой территории [3,6].

Экзогенные геологические процессы. В районе имеют место следующие процессы и явления: заболачивание, оползни, боковая и донная эрозия, оврагообразование, плоскостной смыв, развевание и перевевание песков, аккумуляция и переработка берегов. Развитие оврагов, оползней, болот и других явлений стало носить более интенсивный характер после заполнения водохранилища. Резко изменились условия и факторы формирования береговых склонов р. Камы. Произошла активизация ранее стабильных физико-геологических явлений, появились новые процессы. Основным фактором переработки берегов водохранилища является абразия, вызываемая ветровыми и судовыми волнами [7].

Закключение. Инженерно-геологические условия территории, за исключением пойменных участков долин рек, являются относительно благоприятными для различных видов строительства. Отмечаются участки со сложными инженерно-геологическими условиями на берегах водохранилища, где их переработка представляет угрозу разрушения населенных пунктов, промышленных и сельскохозяйственных объектов. Также повышенную сложность инженерно-геологических условий имеют участки с повышенной тектонической трещиноватостью, обусловленной повышенной геодинамической активностью. На таких участках отмечены многочисленные аварии техноприродного характера на магистральных нефтегазопроводах. Эта проблема требует специального изучения.

Литература

1. Варварина Е.К., Бязовкин Л.А. Отчет о результатах инженерно-геологических исследований, проведенных Частинской партией в зоне проектируемого Воткинского водохранилища (правобережье р. Камы на участке от с. Частые до с. Сайгатка). Пермь, 1956.
2. Галкин В.И., Середин В.В., Лейбович Л.О., Пушкарева М.В., Копылов И.С., Чиркова А.А. Оценка эффективности технологий очистки нефтезагрязненных грунтов. // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. М.: ОАО «ВНИИОЭНГ» 2012. № 6. С. 4-7.
3. Иконников Е.А., Ревин А.В. и др. Отчет по результатам групповой гидрогеологической съемки листов 0-40-ХІІІ, 0-40-ХІХ, 0-40-ХХV. Пермь, 1978.
4. Копылов И.С., Коноплев А.В. Геологическое строение и ресурсы недр в атласе Пермского края // Вестник Пермского университета. Геология. 2013. № 3 (20). С. 5-30.
5. Копылов И.С., Коноплев А.В., Ибламинов Р.Г., Осовецкий Б.М. Инженерно-геологическое изучение, картографирование, районирование территории Пермского края // Фундаментальные исследования. 2014. № 11-10. С. 2190-2195.
6. Копылов И.С., Коноплев А.В., Ибламинов Р.Г., Осовецкий Б.М. Региональные факторы формирования инженерно-геологических условий территории Пермского края // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2012. № 84. С. 102-112.
7. Печеркин И.А. Геодинамика побережий камских водохранилищ. Т.2. Пермь: Изд-во Перм. ун-та, 1969. 161 с.

ПОНЯТИЕ И МЕХАНИЗМЫ ОБРАЗОВАНИЯ КАРСТОВЫХ ПРОВАЛОВ

М.С. Лунегова

*Пермский государственный национальный исследовательский
университет, студент 4 курса, Lmari94@mail.ru*

Научный руководитель: старший преподаватель Т.Г. Ковалева

Аннотация: в данной статье рассмотрена такая карстовая деформация как провал, его понятия как процесса и механизм образования. Приведены примеры крупных карстовых провалов в России и мире.

Ключевые слова: карст, карстовый провал, механизм образования.

THE CONCEPT AND MECHANISMS OF FORMATION OF KARST SINKHOLES

M.S. Lunegova

Perm State University, 4th year Student, Lmari94@mail.ru

Research Supervisor: Senior Lecture T.G. Kovaleva

Abstract: this article describes such karst deformation as a failure, his concept of how the process and mechanism of formation. Examples of large karst sinkholes in Russia and in the world.

Key words: karst, karst collapse, the mechanism of formation.

Карстовые процессы в связи с широким распространением растворимых горных пород представляют значительную опасность для многих регионов России и мира. На закарстованных территориях располагаются потенциально опасные и уникальные хозяйственные объекты (магистральные трубопроводы, атомные станции). Для многих городов проблемы изучения карста и борьбы с его отрицательными последствиями выходят на первый план при предотвращении чрезвычайных ситуаций. Вследствие этого изучение механизмов образования карстовых провалов представляется важным и актуальным.

В опубликованной литературе существует много трактовок понятия «провал», так, например, **карстовый провал – это:**

1. Процесс обрушения свода подземной полости с заполнением ее продуктами обрушения и появлением на поверхности земли углублений разных размеров и формы в плане и в профиле (Усольцев, 1971).

2. Понижение с вертикальными стенками, ведущее в подземную пещеру или коридор и возникшее в результате обрушении породы или растворения известняков просачивающимися водами (Лахи Ф., 1966).

Провал карстово-суффозионный – провал покровных рыхлых отложений при их суффозионном выносе в карстовые трещины и полости (Короткевич Г.В., 1964).

Провал суффозионный. – впадина с вертикальными стенками, образующаяся при обрушении сводов суффозионных тоннелей в глинах и лёссах (Ступишин А.В., 1967 г.).

Карстовый провал – понижения округлой или асимметричной формы различных размеров, глубиной более 0,25 м, образующиеся при обрушениях покрывающих некарстующихся или карстующихся пород (Дублянский В.Н., Дублянская Г.Н.) [1].

Таким образом, обобщив вышесказанное, провалы - это деформации земной поверхности с нарушением сплошности грунта, образующиеся вследствие обрушения грунтов над полостями, находящимися в карстующихся породах или перекрывающих их отложениях.

В зависимости от типа карста по характеру перекрывающих отложений морфология и морфометрия провалов может быть различной. Например, в *открытом карсте* провалы наблюдаются непосредственно на обнаженной поверхности карстующихся пород, а также на склонах и днищах котловин, воронок.

В *покрытом карсте* в естественных условиях единичные провалы разных типов возникают при глубине залегания карстующихся пород 40-50 м. В момент образования это цилиндрическая труба диаметром 3-5 м. Затем ее верхняя часть постепенно обваливается, выполаживается и возникает округлая в плане воронка.

В *перекрытом карсте* провалы довольно редки и имеют в основном гравитационный генезис. Естественные провалы известные в районе Кавказских минеральных вод.

В *перекрыто-покрытом карсте* провалы возникают крайне редко и в основном – при антропогенной активизации карста (подработка территории, изменение напоров и уровней карстовых вод) [2].

Формирование и механизм образования провалов определяется особенностями строения закарстованных территорий, а выбор расчетных схем и применение того или иного расчетного метода зависит от:

- литологии карстующихся пород (карбонатные, сульфатные, соляные);
- типа карста по характеру перекрывающих отложений (открытый, покрытый, перекрытый, перекрыто-покрытый);
- строения (однослойное, двухслойное, трехслойное);
- водопроницаемости перекрывающих отложений (водопроницаемые, слабоводопроницаемые, водопроницаемые);
- гидрогеологических условий (строение, условия залегания карстовых вод: напорные и безнапорные).

Карстовые провалы являются одними из наиболее опасных для инженерных сооружений экзогеодинамических явлений. При оценке карстоопасности провалы необходимо разделить на два типа:

1. Собственно карстовые провалы, являющиеся результатом обрушения кровли карстовых полостей растворения, расположенных в закарстованных скальных породах, независимо от того, находятся ли закарстованные породы непосредственно на поверхности земли;

2. Так называемые карстово-суффозионные провалы, являющиеся результатом обрушения или локального оседания кровли вторичных «суффозионных» полостей, образовавшихся и развивающихся в покровных отложениях [1].

Следует сразу отметить, что наименования провалов второго типа как «карстово-суффозионные» неправильно, в нем участвуют разные процессы деформации грунтов: суффозия, разрыхление и разжижение грунтов, внутренняя эрозия, гидродинамический прорыв и объемное разжижение.

Большинство провалов накануне образования, в момент обрушения и после сопровождаются различными сопутствующими явлениями и эффектами. Несмотря на малочисленные наблюдения, всегда отмечаются разнообразные эффекты, главными из которых являются: *звуковой, пылевой, световой, сейсмический*. Так, по сведениям жителей с. Крива (район пещеры Золушка) при возникновении провала раздавался оглушительный хлопок со взмыванием вверх пылевого столба [2].

В отдельных случаях при обрушении пород имеет место световой эффект – от искрения соударяющихся материалов или воспламенения горючих газов.

Изучение геолого-карстологических условий провалов позволяет определить причину звуко-пылевого эффекта – расположение полостей в приповерхностной зоне, их «оторванности» от искомой полости, залегающей глубже, т.е. отсутствие между

суффозионной обвальной полостью в перекрывающих отложениях и карстовыми полостями в растворимых породах.

Таким образом, различные эффекты, сопровождающие провалы, могут иметь диагностическое (механизмы провалообразования), прогностическое, а в целом – инженерно-геологическое значение [3].

Из наиболее крупных примеров образовавшихся карстовых провалов в России и мире можно выделить следующие:

Гватемала. Гигантский провал глубиной 150 м, а диаметром 20 м вызван подземными водами и дождями. Во время его образования погибло несколько человек и уничтожено с десятков домов.

Пермский край, г. Березники. На территории БКПРУ-1 ОАО «Уралкалий» произошел провал на земной поверхности над техногенной карстовой полостью. Размеры воронки, образовавшейся в результате обрушения грунтовых пород, составляли 50 м на 70 м, глубина – около 15 м. 29 июля в образовавшемся провале произошло обрушение глубинных пород, сопровождавшееся громким хлопком, кратковременным колебанием земной поверхности и выбросом шахтного воздуха и кусков породы. Одновременно в месте образования воронки был зафиксирован выброс сероводорода [3].

Нижегородская область. В карстовом районе г. Дзержинск примерно в 30% случаев образованию провалов предшествовало достаточно регулярное формирование просадок земной поверхности. Подобные деформации привели к образованию в 1992 г. крупного провала на заводе «Дзержинскиммаш» (район 418 км, примерно в 0,5 км от пути), когда разрушилось промышленное здание.

Таким образом, можно сказать, что процесс провалообразования приводит к катастрофическим последствиям и поэтому его необходимо учитывать при проектировании, строительстве и эксплуатации всех видов инженерно-строительных сооружений, горнодобывающей и лесохозяйственной деятельности в районах распространения карста.

Литература

1. Дублянская Г.Н., Дублянский В.Н. Карстоведение. Часть 1. Общее карстоведение. Пермь, 2004. С. 28-43.
2. Дублянская Г.Н., Дублянский В.Н., Катаев В.Н. Карстоведение. Часть 3. Инженерное карстоведение. Пермь, 2011. С. 103-132.
3. Тезисы докладов. Катастрофы и аварии на закарстованных территориях. Пермь, 1990. С. 64-79.

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ГАЗОВЫДЕЛЕНИЙ ИЗ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ СКВАЖИН НА ВЕРХНЕКАМСКОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ

Т.А. Лялина

*Горный институт Уральской академии наук,
молодой ученый, Lyalina@mi-perm.ru*

Научный руководитель: д.т.н., профессор С.С. Андрейко

Аннотация: в процессе выполненных работ построены и проанализированы карты распределения газовыделений относительно участков ВКМКС, нефтяных месторождений и нефтеперспективных структур. Построена диаграмма распределения газовыделений по пластам и рассчитана плотность газовыделений на участках месторождения.

Ключевые слова: газовыделения, геолого-разведочные скважины, нефтяные месторождения, нефтеперспективные структуры, газодинамические явления.

GASSING SPECIFICS FROM EXPLORATION WELLS AT THE VERKHNEKAMSKOE DEPOSIT

T.A. Lialina

*Mining Institute of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences,
Young Researcher, Lyalina@mi-perm.ru*

Research Supervisor: Doctor of Engineering, Professor S.S. Andreiko

Abstract: gassing maps are constructed and analyzed. Maps include gassing, plots of Verkhnekamskoye potassium salts, oil fields and oil-bearing structures. The gassing diagram is constructed. Diagram include quantity gassing for each layers. Gassing density for plots is calculated.

Key words: gassing, exploration wells, oil fields, oil-bearing structure, gas-dynamic phenomena.

Соляные породы Верхнекамского месторождения являются газоносными. Подземная добыча повсеместно осложнена интенсивными выделениям горючих и ядовитых газов, а также газодинамическими явлениями (ГДЯ). Эти грозные явления представляют угрозу жизни шахтеров, разрушают проходческое и очистное оборудование, останавливают работу рудников [1]. Поэтому следует своевременно осуществлять прогноз и предотвращение газодинамических явлений.

Наряду с этим в пределах территории ВКМКС в подсолевых отложениях нижнего и среднего карбона и верхнего девона на глубинах 1600-2300 м открыто 12 месторождений нефти и 15 нефтеперспективных структур [3]. На сегодняшний день не изучено их влияние на появление газовыделений и ГДЯ в соляной толще. Без этих данных достоверность прогноза газодинамической опасности и эффективность профилактических мероприятий по предотвращению газовыделений и газодинамических явлений вызывают определенные сомнения. Таким образом, необходимо изучить и учесть влияние эффекта территориальной совмещенности и закономерности влияния нефтегазоносности нижележащих отложений на механизм образования скоплений свободных газов и очагов ГДЯ в соляном породном массиве. Для этого в первую очередь следует провести обобщение и анализ данных об интенсивных газовыделениях, ГДЯ и геологических условиях их проявления на Верхнекамском месторождении, в том числе при бурении геолого-разведочных скважин с поверхности.

Свободные газы в соляных породах находятся под большим давлением, достигающим иногда нескольких десятков атмосфер. Первые сведения о газовыделениях на Верхнекамском месторождении при бурении скважин относятся к 1925 г. При вскрытии солей скважинами газопроявления проявляются по-разному [2]. Иногда наблюдается лишь вспенивание промывочной жидкости и слышен слабый шум в скважине. В других случаях оно происходит бурно, сопровождаясь выбросами раствора и шлама из скважин. Особо бурные выбросы газов имеют место при проходке пластов сильвинито-карналлитовой зоны от Е до В и чаще всего наблюдаются в скважинах, расположенных в присводовых частях и на крыльях антиклинальных структур. Продолжительность газовых выбросов (с учетом пауз) может колебаться от долей часа до нескольких суток и даже недель.

Сведения о газовыделениях, зафиксированных при проходке скважин на территории Верхнекамского месторождения, взятые в отчетах о поисково-оценочных работах были табулированы и проанализированы. Общее количество скважин, в которых наблюдались газопроявления – 189.

Диаграмма распределения выделений газа по пластам представлена на рисунке 1. По оси абсцисс количество газопроявлений с интервалом 10, по оси ординат наименование пласта, из которого произошло газопроявление. Анализ диаграммы показывает, что наибольшее количество газовыделений наблюдалось при проходке пластов сильвинито-карналлитовой зоны. Так при проходке пласта Е наблюдалось 90 выделений газа, Д – 88, Г – 85, В – 75. Наименьшее

количество газопроявлений наблюдалось при проходке каменной соли на интервалах от пласта ПКС до пласта З и от пласта А до пласта ПдКС.

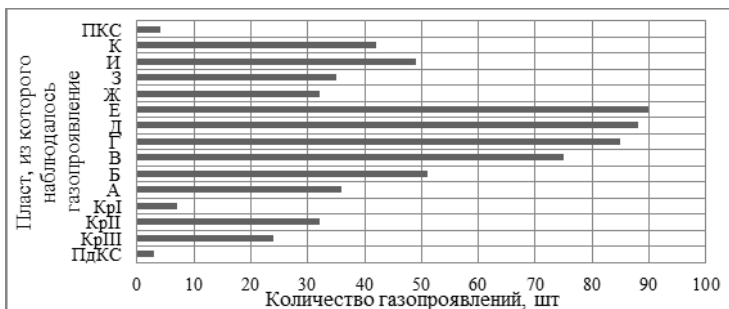


Рис. 1. Диаграмма распределения

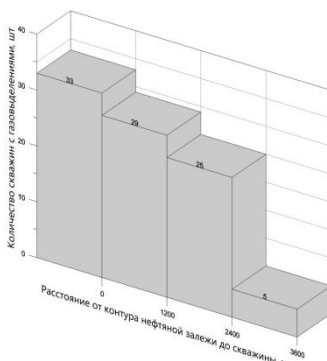


Рис. 2. Обобщенная гистограмма распределения количества скважин с газовыделениями

Для всех нефтяных залежей Соликамской впадины с шагом 1100 метров от контура проводилась оценка количества скважин, в которых наблюдались газовыделения. По результатам полученных данных были построены гистограммы распределения количества скважин с выделениями газа от расстояния от скважины до контура залежи. На рисунке 2 представлена обобщенная гистограмма распределения количества скважин с газопроявлениями от расстояния до контура.

На шаге до «0» показано количество скважин, в которых произошли газопроявления на контуре и внутри залежей. Анализ гистограммы показывает, что количество скважин с выделениями газа

равномерно убывает в зависимости от расстояния до нефтяного месторождения (структуры). Так на контуре и внутри нефтяных залежей были зафиксированны газовыделения из 33 скважин, на расстоянии от 0 до 1100 м, от 1100 до 2200 м и от 2200 до 3300 м газовыделения наблюдались из 26, 22 и 9-й скважин соответственно.

Анализ полученных результатов показывает, что количество газопроявлений и их местоположение зависит от местоположения нефтяных залежей. Дальнейшее изучение эффекта территориальной совмещенности и закономерностей влияния нефтегазоносности нижележащих отложений Соликамской впадины позволит исследовать и разработать технологию локализации участков газодинамической опасности на Верхнекамском месторождении калийных солей и целенаправленно применять профилактические мероприятия по предотвращению интенсивных газовыделений и газодинамических явлений.

Литература

1. *Андрейко С.С.* Газодинамические явления в калийных рудниках: методы прогнозирования и способы предотвращения: уч. пособие. Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2007. С. 5-6.
2. *Андрейко С.С.* Газовыделения при бурении геолого-разведочных скважин на Верхнекамском месторождении // Вентиляция шахт и рудников. Аэропылегазодинамика горных выработок: сб. науч. тр. Ленинград: Изд-во ЛГИ, 1987. С. 16-20.
3. *Галкин В.И.* Анализ геологического строения и оценка возможности разработки нефтяных месторождений, расположенных под толщей калийно-магниевых солей Верхнекамского месторождения Пермской области. Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2005. С. 41-52.

ИЗМЕНЕНИЕ ДЗЕТА-ПОТЕНЦИАЛА ГЛИНИСТЫХ ЧАСТИЦ В ВОДНОМ РАСТВОРЕ

Ю.О. Мальгина¹, Т.А. Пешкова², С.Н. Питкина³

***Пермский государственный национальный исследовательский
университет, ^{1,2}-студенты 4 курса, alyson12@yandex.ru,***

taty.peshkova.1995@mail.ru,

³-магистрант 2 года обучения, pitkina-svetlana@yandex.ru

Научные руководители: д.г.-м.н., профессор В.В. Середин, к.х.н,
доцент Н.А. Медведева

Аннотация: экспериментально установлено, что дзета-потенциал в каолинитовой глине в два раза выше, чем в монтмориллонитовой глине, но не превышает $\zeta < 30$ мВ. В исследуемых смесях наблюдается молекулярное притяжение коллоидов, как в монтмориллонитовой, так и в каолинитовой глинах, о чем свидетельствуют значения $\zeta < 30$ мВ.

Ключевые слова: дзета-потенциал, молекулярное притяжение коллоидов, прочность структурных связей.

THE CHANGE OF ZETA POTENTIAL OF CLAY PARTICLES IN AQUEOUS SOLUTION

Yu.O. Malgina¹, T.A. Peshkova², S.N. Pitkina³

Perm State University, ^{1,2}-4th year Students, alyson12@yandex.ru, taty.peshkova.1995@mail.ru,

³-2nd year Master's Degree Student, pitkina-svetlana@yandex.ru

Research Supervisors: Doctor of Geology and Mineralogy, Professor V.V. Seredin, Candidate of Chemical Science, Reader N.A. Medvedeva

Abstract: it was established experimentally that the Zeta potential of kaolinite in the clay is two times higher than in montmorillonite clay, but does not exceed $\zeta < 30$ mV. In the studied mixtures observed molecular attraction of colloids in montmorillonite and kaolinite clays, as evidenced by the values of $\zeta < 30$ mV.

Key words: zeta potential, molecular attraction of colloids, structural bond strength.

Актуальность. Известно, что прочность глинистых грунтов во многом определяется прочностью структурных связей. Изучением структурных связей занимались такие видные ученые как Дерягин Б.В., Чураев Н.В., Муллер В.М., Кульчицкий Л.И., Усъяров О.Г., Осипов В.И., Соколов В.Н., Середин В.В. [2,3]. Однако не все вопросы изучены достаточно полно. Поэтому **целью данной работы** является исследование закономерностей изменения дзета-потенциал потенциала поверхности частиц в зависимости от минерального состава глин.

Объект исследований: глины монтмориллонитовые и каолинитовые (дисперсная фаза). В качестве поровой жидкости использовалась дистиллированная вода (дисперсионная среда).

Методика. Измерение размера частиц осуществляли в ячейке с кварцевой юветой, а определение дзета-потенциала частиц проводили в проточной ячейке. Для этого навеску глины вносили в цилиндр с водой, тщательно перемешивали и оставляли для установления равновесия системы, после чего отбирали пробу. Определение свойств

системы длится 20 мин. За это время осуществляется измерение размера и электрокинетического потенциала частиц в пробе.

Результаты исследований и их обсуждение. Размер частиц монтмориллонитовой глины в исследуемом растворе изменяется 0,8-2,8 мкм, а в каолиновой глине в пределах 0,5-6,0 мкм. Для установления среднего диаметра частиц глин проведена первичная обработка данной информации, которая представлена в виде зависимости интенсивности рассеивания излучения от размера частиц монтмориллонитовой (а) и каолиновой глины (б) в воде (рис.). При этом высота каждого пика представляет собой процент (% количество) от общей интенсивности рассеяния и пропорциональна интенсивности рассеяния, вызванного частицами определенного размера.

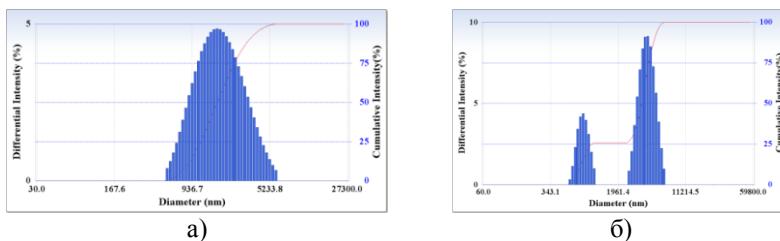


Рис. Зависимость интенсивности рассеивания излучения от размера частиц монтмориллонитовой (а) и каолиновой глины (б) в воде

Из рисунка видно, что система «монтмориллонитовая глина-вода» представлена частицами средним диаметром $R_m=1,62$ мкм и среднеквадратичным отклонением $S_m=0,37$ мкм. В системе «каолиновая глина-вода» наблюдается две группы разных по размеру частиц. Первая группа сложена частицами размером $R_{k1}=4,22$ мкм и $S_{k1}=1,09$ мкм, вторая группа представлена частицами меньшего размера $R_{k2}=0,79$ мкм и $S_{k2}=0,11$ мкм.

Таким образом, с позиций размера частиц пробы, представленные монтмориллонитовыми глинами, более однородны и в два раза меньше, чем пробы, представленные каолиновой глиной. Данный вывод подтверждается также значением параметра степени полидисперсности (П). Для монтмориллонитовой глины $P=0,25$, а для каолиновой глины полидисперсность увеличивается до $P=1,35$.

Электрокинетический потенциал (дзета-потенциал). Для установлений энергии на поверхности частиц глины в воде был измерен электрокинетический потенциал (дзета-потенциал), значения которого представлены в таблице.

Таблица

Электрокинетические и энергетические параметры

Наименование грунта	Массовая концентрация, %	Средний размер частиц, мкм	Энергия молекулярного взаимодействия, $-Um \cdot 10^{16}$, Дж/м ²	Дзета-потенциал, ζ , мВ
Монтмориллонитовая глина	8	1,62	1,15	-16,8±1,3
	40	1,62	>0,58	-3,5±0,6
Каолинитовая глина	8	0,79	17,78	-30,0±1,8
		4,22	0,63	
	40	0,79	>8,89	-5,6±0,4
		4,22	>3,12	

Из таблицы видно, что дзета-потенциал имеет отрицательный заряд. Это говорит о том, что при формировании адсорбционного слоя коллоида молекулы воды (противоионы) не полностью компенсируют отрицательный заряд глинистой частицы. Следует отметить, что вычисленные значения дзета-потенциала характеризуют энергетическое состояние на поверхности адсорбционного (неподвижного) слоя коллоида. Поэтому, чем большее значение принимает дзета-потенциал, тем большую мощность диффузионного (подвижного) слоя формирует коллоид.

Сопоставление ζ -потенциалов монтмориллонитовой и каолинитовой глин показало, что численные значения ζ -потенциала в каолинитовой в два раза выше, чем в монтмориллонитовой глине. При этом с повышением влажности смеси, дзета-потенциал увеличивается.

Энергия молекулярного взаимодействия. В таблице приведены данные молекулярного взаимодействия глинистых частиц. Из таблицы видно, что в исследуемых смесях наблюдается молекулярное притяжение коллоидов как монтмориллонитовой, так и каолинитовой глин, о чем свидетельствуют положительные значения Um . Результаты исследований не противоречат данным [1] – силы взаимного притяжения (Um) между частицами могут преобладать над электростатическими силами отталкивания в случае, когда дзета-потенциал системы будет меньше 30 мВ (табл.). Отсюда электрокинетический потенциал (ξ -потенциал) играет существенную роль в формировании прочности структурных связей в смеси, чем меньше ξ -потенциал, тем выше силы взаимного притяжения (Um) между частицами, а значит и прочность структурных связей смеси.
Закключение:

1. Дзета-потенциал в каолинитовой глине в два раза выше, чем в монтмориллонитовой глине, но не превышает $\xi < 30$ мВ.

2. В исследуемых смесях наблюдается молекулярное притяжение коллоидов, как в монтмориллонитовой, так и в каолининовой глинах, о чем свидетельствуют значения $\xi < 30$ мВ.

3. Прочность структурных связей в монтмориллонитовой глине выше, чем в каолининовой глине. Об этом свидетельствуют меньшие значения дзета-потенциала и энергии молекулярного отталкивания.

Литература

1. Середин В.В. Исследование влияния вязкости поровой жидкости (углеводородов) на прочностные свойства песков // Инженерная геология. 2014. № 4. С. 45-48.
2. Середин В.В., Каченов В.И., Ситева О.С., Паглазова Д.Н. Изучение закономерностей коагуляции глинистых частиц // Фундаментальные исследования. 2013. № 10-14. С. 3189-3193.
3. Середин В.В., Красильников П.А., Медведева Н.А., Паршина Т.Ю., Пешкова Т.А. Закономерности изменения структурных связей (электрокинетического потенциала) глинистых частиц в водном растворе // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 2-2. С. 888.

ИЗМЕНЕНИЕ ПРОЧНОСТНЫХ СВОЙСТВ БЕНТОНИТОВЫХ ГЛИН ПРИ УГЛЕВОДОРОДНОМ ЗАГРЯЗНЕНИИ

А.С. Мациевский, М.В. Пашков

Пермский государственный национальный исследовательский университет, магистранты 1 года обучения, seredin@nedra.perm.ru

Научный руководитель: д.г.-м.н., профессор В.В. Середин

Аннотация: экспериментально установлено, что тип поровой жидкости и его содержание оказывают существенное влияние на сцепление и угол внутреннего трения бентонитовых глин. С увеличением содержания поровой жидкости в глинах сцепление возрастает, а угол внутреннего трения уменьшаются. При загрязнении глин углеводородами определяющую роль в формировании их прочностных свойств играет вязкость поровой жидкости.

Ключевые слова: нефтепродукты, сцепление глин, угол внутреннего трения.

EFFECTS OF OIL ON THE STRENGTH PROPERTIES OF BENTONITE CLAY

A.S. Matsievskij, M.V. Pashkov

Perm State University,

1st year Master's Degree Students, seredin@nedra.perm.ru

Research Supervisor: Doctor of Geology and Mineralogy, Professor

V.V. Seredin

Abstract: *the experimental data about oil influence on the strength properties of bentonite clays were submitted. Comparing the values of cohesion of clay, where the pore solution is water and engine oil, we observe that the value of the cohesion is reduced in five times and, on the contrary, the internal friction angle takes the high value in clays where the pore solution is an engine oil.*

Key words: *oil, clutch clay, angle of internal friction.*

В результате проливов нефти и нефтепродуктов на земную поверхность происходит частичное замещение поровой жидкости пород, вода замещается углеводородами. Эти замещения оказывают влияние на несущую способность грунтов, что может повлечь за собой аварийные ситуации. При попадании в грунт нефтепродуктов наблюдается изменение прочностных характеристик грунта.

Исследованиями изменений физико-механических свойств грунтов при загрязнении их нефтью и нефтепродуктами занимались многие ученые. Среди них В.В. Середин [4,6], В.И. Каченов [2], Н.Н. Бракоренко, Т.Я. Емельянова, Ю.А. Нефедьева, А.П. Казёнников, Ю.Н. Копылов, Л.В. Шевченко, И.В. Ширишова и др.

Целью этой работы является изучение влияния содержания и типа нефтепродуктов, как поровой жидкости, на прочностные свойства бентонитовых глин.

Объектом исследований являлась глина бентонитовая. В качестве поровой жидкости использовалось дизельное топливо, масло машинное «Лукойл мото 2т» и масло трансмиссионное.

Методика исследований включала в себя создание глинистой массы влажностью 10%, в которую добавляли углеводороды в количестве 10%, 20%, 30%. Затем полученную смесь уплотняли под нагрузкой $\sigma = 0.2$ МПа в течение 48 часов. Следует отметить, что из образцов, в которых содержание УВ составляла 30%, при уплотнении наблюдалось отжатие углеводородов и фактическое содержание УВ в образцах составляло 24% и 27%.

Испытание грунтов на сдвиг проводили методом одноплоскостного среза на приборе ГПП-30 при нормальных

напряжениях (σ), равных 0.05, 0.10 и 0.15 МПа. Первичная обработка результатов испытаний производилась путем построения паспортов прочности, с которых снимались значения сцепления (c) и углов внутреннего трения (φ). Результаты исследований приведены в таблице.

Таблица

Содержание поровой жидкости, %	Тип поровой жидкости					
	Дизельное топливо		Масло моторное мото 2Т		Масло трансмиссионное	
	с, кПа	φ , град	с, кПа	φ , град	с, кПа	φ , град
10	1	35	7	36	7	33
20	7	36	13	33	15	34
24			19	11	17	15
27	7	20				

Из таблицы видно, что с увеличением содержания УВ в глине от 10% до 27% сцепление (c) возрастает, а угол внутреннего трения (φ) закономерно уменьшается во всех случаях. Так, при содержании в глине дизельного топлива 10% сцепление составляет $c=1$ кПа, а угол внутреннего трения $\varphi=35^\circ$, при увеличении содержания дизтоплива до 27% сцепление возрастает до $c=7$ кПа, а угол внутреннего трения уменьшается до $\varphi=20^\circ$. Таким образом, количество поровой жидкости во многом определяет прочностные свойства глин.

В глине, загрязненной дизельным топливом, сцепление принимает наименьшие значения по сравнению с глиной, поровым раствором которой являются масла моторные и трансмиссионные. Сцепление в глине, поровым раствором которой является дизельное топливо, изменяется от $c=1$ кПа до $c=7$ кПа. В глине, загрязненной маслом моторным, оно изменяется от $c=7$ кПа до $c=19$ кПа, а в глине, загрязненной маслом трансмиссионным, сцепление изменяется от $c=7$ кПа до $c=17$ кПа.

Углы внутреннего трения изменяются незначительно, хотя наблюдается противоположенная закономерность. Отсюда тип поровой жидкости определяет прочностные свойства в бентонитовой глине.

Механизм формирования прочностных свойств глин в зависимости от содержания и типа в ней поровой жидкости следующий. Если поровая жидкость – вода, то с увеличением воды происходит уменьшение энергии на поверхности глинистых частиц (коллоидов) за счет гидратации молекул воды к поверхности коллоида.

Изменение (уменьшение) энергии на поверхности частицы приводит к снижению прочности структурных связей и уменьшению трения между частицами глин [2].

Если поровая жидкость – углеводороды, то в этом случае углеводороды «обволакивают» глинистые частицы (коллоиды), нейтрализуют энергию поверхности глинистой частицы. Связь между частицами определяется уже не свойствами глинистых минералов, из которых они состоят, а свойствами поровой жидкости и, прежде всего, их вязкостью [6].

Закключение. Экспериментально установлено, что тип поровой жидкости и его содержание оказывают существенное влияние на сцепление и угол внутреннего трения бентонитовых глин. С увеличением содержания поровой жидкости в глинах сцепление возрастает, а угол внутреннего трения уменьшается.

Литература

1. Середин В.В. Исследование влияния вязкости поровой жидкости (углеводородов) на прочностные свойства песков // Инженерная геология. 2014. № 4. С. 45-48.
2. Середин В.В., Каченов В.И., Ситева О.С., Паглазова Д.Н. Изучение закономерностей коагуляции глинистых частиц // Фундаментальные исследования. 2013. № 10-14. С. 3189-3193.
3. Середин В.В., Красильников П.А., Медведева Н.А., Паришина Т.Ю., Пешкова Т.А. Закономерности изменения структурных связей (электрокинетического потенциала) глинистых частиц в водном растворе // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 2-2. С. 888.
4. Середин В.В., Красильников П.А., Чижова В.А. Влияние вязкости поровой жидкости (углеводородов) на модуль деформации глины // Инженерная геология. 2015. № 4. С. 26-29.
5. Середин В.В., Ядзинская М.Р. Исследования механизма агрегации частиц в глинистых грунтах при загрязнении их углеводородами // Фундаментальные исследования. 2014. № 8-6. С. 1408-1412.
6. Середин В.В., Ядзинская М.Р. Закономерности изменений прочностных свойств глинистых грунтов, загрязненных нефтепродуктами // Инженерная геология. 2014. № 2. С. 26-32.

ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ ТЕРРИТОРИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НОРМИРОВАННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

М.А. Некрасов

*Пермский государственный национальный исследовательский
университет, студент 4 курса, seredin@nedra.perm.ru*

Научный руководитель: д.г.-м.н., профессор В.В. Середин

Аннотация: разработан метод инженерно-геологического районирования, основанный на многомерной вероятностно-статистической оценке классификационного показателя Z , полученный путем расчета дискриминантной функции. Реализация данного подхода в практике позволит повысить надежность и достоверность инженерно-геологических карт и схем.

Ключевые слова: инженерно-геологическое районирование, дискриминантная функция, классификационный показатель.

ENGINEERING-GEOLOGICAL ZONING OF AREAS USING NORMALIZED INDICATORS

M.A. Nekrasov

Perm State University, 4th year Student, nedra@nedra.perm.ru

Research Supervisor: Doctor of Geology and Mineralogy, Professor

V.V. Seredin

Abstract: developed a method of engineering-geological zoning based on multidimensional probabilistic-statistical evaluation of classification rate Z obtained by calculating the discriminant functions. The implementation of this approach in practice will improve the reliability and validity of engineering geological maps and charts.

Key words: engineering-geological zoning, classification index, discriminant function.

Актуальность. При решении многих хозяйственных задач требуется проведение инженерно-геологического районирования территории застройки. В настоящее время известно, по крайней мере, пять способов районирования, основанных на использовании следующих классификационных показателей: геологических [1,2], гидробиологических, балльных, нормированных [3] и вероятностно-статистических [4,5]. Сравнение схем районирования, полученных разными методами, показало, что границы выделенных участков в

большинстве случаев не совпадают. Это обусловлено рядом причин и, прежде всего, выбором классификационного показателя на субъективном уровне без строгого математического обоснования.

По нашему мнению наиболее перспективным направлением при инженерно-геологическом районировании является использование вероятностно-статистических методов. При таком подходе представляется возможным многомерную задачу перевести в одномерную, с учетом вклада каждого отдельного показателя. В итоге получаем комплексную вероятностную оценку. Это позволяет минимизировать субъективизм исследователя на этапах выбора классификационного показателя и обоснования границ таксонов при районировании.

Поэтому целью работы является инженерно-геологическое районирование территорий, основанное на вероятностно-статистической оценке классификационного показателя.

Для разработки методики районирования использовались геологические данные по трассе нефтепровода протяженностью 138 км. Всего пробурено 345 скважин, в которых определялись следующие геологические показатели: абсолютная отметка земной поверхности ($H_{з.п.}$), мощность песка (m_p), мощность глины (m_g), мощность суглинка ($m_{суг.}$), абсолютная отметка кровли песчаника (H_p).

На участке в 60 км проведено инструментальное обследование технического состояния межпромыслового трубопровода, которое показало, что на одной части трассы в 30 км (ПК1-ПК75) трубопровод находится в удовлетворительном состоянии (Класс-1), а на другой части трассы тоже в 30 км (ПК115-ПК190) он находится в неудовлетворительном состоянии (Класс-2). Об этом свидетельствует высокая коррозия стенок трубопровода и, как следствие, ежегодные аварийные ситуации на нем. Требуется провести оценку технического состояния всего нефтепровода по геологическим данным, то есть провести районирование трассы трубопровода.

В методическом плане районирование сводилось к вероятностно-статистической оценке классификационного показателя, определению граничных значений и выделению таксонов [4].

Исходными данными для районирования явились геологические показатели, приведенные выше. Процедура вероятностно-статистической оценки классификационного показателя проводилась следующим образом: первоначально проведена группировки исходных данных. На участке трассы, где нефтепровод находится в удовлетворительном (устойчивом) состоянии, геологические данные с ПК1 по ПК50 (это 50 скважин) сведены в обучающую выборку, а

оставшиеся 25 скважин (ПК51-ПК75) – в экзаменационную выборку. На участке трассы, где нефтепровод находится в неудовлетворительном (неустойчивом) состоянии, геологические данные с ПК115 по ПК165 (50 скважин) сведены в обучающую выборку, а оставшиеся 25 скважин (ПК166-ПК190) – в экзаменационную выборку.

Для инженерно-геологического районирования использован многомерный статистический критерий Z , полученный путем расчета линейного дискриминантного анализа (ЛДА). Возможности использования данного анализа для решения аналогичных задач приведены в работах [3,6]. В результате реализации данного метода получена следующая линейная дискриминантная функция:

$$Z = 0,6770 H_{\text{зн}} + 0,5327 M_{\text{п}} - 0,5533 M_{\text{г}} - 0,6965 M_{\text{суп}} - 0,1150 H_{\text{п}} - 55,7353, \quad (1)$$

$$\text{при } R=0,925, \chi^2 = 290,9287, p = 0,000.$$

По данной функции были вычислены средние значения $Z_1=2,53042$ и $Z_2=-2,53042$, соответственно для устойчивых и неустойчивых состояний сооружений. По значениям Z были вычислены вероятности принадлежности к устойчивым сооружениям - $P(Z)$.

Среднее значение для устойчивых сооружений равно $P(Z)=0,904$, для неустойчивых $P(Z)=-0,084$.

Таким образом, в качестве классификационного показателя при инженерно-геологическом районировании доказана возможность использования вероятностно-статистического критерия Z .

Литература

1. Бондарик, Г.К., Пендин, В.В. Методика количественной оценки инженерно-геологических условий и специального инженерно-геологического районирования // Инженерная геология. 1982. № 4. С. 82-89.
2. Пушкарева М.В., Середин В.В., Лейбович Л.О., Чиркова А.А., Бахарев А.О. Инженерно-экологическая оценка территорий запасов подземных вод в связи с разработкой нефтяных месторождений // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. 2013. № 2. С. 9-13.
3. Середин В.В., Галкин В.И., Растегаев А.В., Лейбович Л.О., Пушкарева М.В. Прогнозирование карстовой опасности при инженерно-геологическом районировании территорий // Инженерная геология. 2012. № 2. С. 40-45.
4. Середин В.В., Галкин В.И., Пушкарева М.В., Лейбович Л.О., Сметанин С.Н. Вероятностно-статистическая оценка инженерно-геологических условий для специального районирования // Инженерная геология. 2011. № 4. С. 42-47.

5. Середин В.В., Леонович М.Ф., Красильников П.А. Прогноз фильтрации углеводородов в дисперсных грунтах при разработке нефтяных месторождений // Нефтяное хозяйство. 2015. №5. С. 106-109.

6. Середин В.В., Ядзинская М.Р. Исследования механизма агрегации частиц в глинистых грунтах при загрязнении их углеводородами // Фундаментальные исследования. 2014. № 8-6. С. 1408-1412.

О ВЛИЯНИИ PH СРЕДЫ НА ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ЗАРЯД ЧАСТИЦ ГЛИНИСТЫХ ГРУНТОВ

Д.С. Нестеров

*Московский государственный университет
имени М.В. Ломоносова, студент 3 курса, doktorfosch@mail.ru*

Научный руководитель: д.г.-м.н., профессор В.А. Королёв

Аннотация: определена величина заряда частиц основных групп глинистых грунтов методом микроэлектрофореза в щелочной, нейтральной и кислой среде. Изучена зависимость величины ζ -потенциала частиц от pH взаимодействующего с ними раствора. Проведено определение точки нулевого заряда исследуемых мономинеральных грунтов методом потенциометрического титрования при различных ионных силах раствора.

Ключевые слова: ζ -потенциал, микроэлектрофорез, заряд частиц, точка нулевого заряда.

ABOUT INFLUENCE OF PH TO ELECTRICAL CHARGE OF CLAY GROUND PARTICLES

D.S. Nesterov

*Lomonosov Moscow State University,
3^d year Student, doktorfosch@mail.ru*

Research Supervisor: Doctor of Geology and Mineralogy, Professor
V.A. Korolev

Abstract: charge value of particles of main clay minerals' groups is determined by method of microelectrophoresis in basic, neutral and acid medium. The relation of ζ -potential of particles and pH of interacting with them solution is studied. Also point of zero charge of investigated monomineral grounds is defined by potential titration method at variable ionic strength values.

Key words: ζ -potential, microelectrophoresis, charge of particles, point of zero charge.

Введение и постановка цели и задач. Целью работы являлось установление влияния рН порового раствора на величину электрического заряда частиц основных групп глинистых грунтов: каолинитовых, иллитовых и смектитовых глин. Для этого необходимо решить следующие задачи: 1) определить электрический заряд частиц глинистых грунтов методом микроэлектрофореза; 2) провести определения рН точки нулевого заряда.

Подготовка образцов и методика исследований. В качестве объектов исследований были выбраны образцы мономинеральных глин, относящиеся к основным группам глинистых грунтов и не являющиеся уникальными: положский и глуховецкий каолины (Украина), биясалинская иллитовая глина (Крым), огланлинская смектитовая глина (Туркмения) и кил (Крым) также смектитового состава.

Методика исследований состояла в определении заряда частиц при разных величинах рН и оценке для этих грунтов точки нулевого солевого заряда ($pH_{\text{тнз}}$). Для этого навески глин массой 0,5 г растворяли в 100 мл дистиллированной воды или 0,001 в растворах NaOH или HCl.

Электрический заряд частиц характеризовали величиной электрокинетического или ζ -потенциала, который определяли методом микроэлектрофореза на приборе Horiba SZ-100 при разных значениях рН: в кислой ($pH=3$), нейтральной ($pH=7$) и щелочной ($pH=11$) средах. Одновременно определялась электрофоретическая подвижность частиц изучаемых глин. Значение ζ -потенциала рассчитывалось через среднее арифметическое значение электрофоретической подвижности по уравнению Смолуховского [1,2].

Точку нулевого солевого заряда определяли методом потенциометрического титрования при разных ионных силах раствора: 0,1, 0,01 и 0,001 моль/л. Для проведения опыта брали навески массой от 2 до 5 г. Экспозиция при титровании составляла от 1 до 3 мин.

Результаты и их обсуждение. Результаты проведённых исследований представлены на рис. 1-2 и в табл.1. Было установлено, что в щелочной среде величина ζ -потенциала и, соответственно, отрицательного заряда частиц большинства изученных глин увеличивается по сравнению с их значением в нейтральной среде, а в кислой среде – уменьшается или происходит перезарядка частиц. Для глуховецкого каолина и биясалинской гидрослюды зависимость ζ -потенциала от рН имеет более сложный вид. При этом смены знака заряда частиц в этих глинах не происходит. Отсутствие перезарядки частиц глуховецкого каолина подтверждается также данными

В.А. Королёва по электроосмосу в этой глине, показавшего, что направление электроосмоса в ней не меняется при замене щелочного порового раствора на кислый [2]. Возможно, такое поведение глин связано с процессами специфической адсорбции катионов Na^+ и анионов Cl^- на поверхности глинистых частиц.

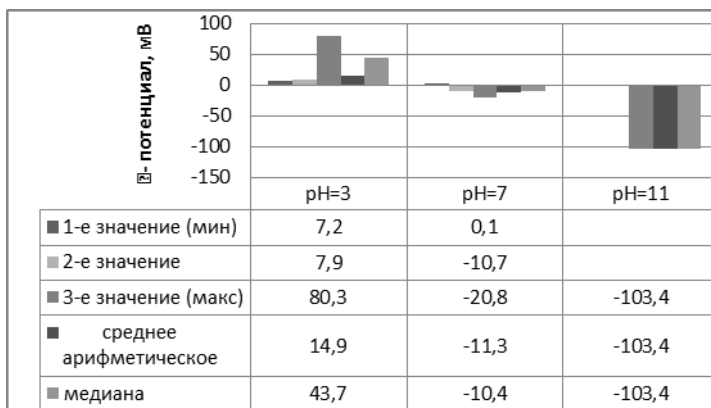


Рис. 1. Диаграмма зависимости ζ -потенциала (мВ) частиц положительного каолина от величины pH порового раствора

Таблица 1

Значения ζ -потенциала частиц глинистых минералов в кислой, нейтральной и щелочной средах

Глина	Величина ζ -потенциала (мВ) частиц при:		
	pH=3	pH=7	pH=11
Каолин положительный	14,9	-11,3	-103,4
Каолин глуховецкий	-30,8	-14	-55,8
Биясалинская гидрослюда	-54,1	-13,2	-57
Огланлинский монтмориллонит	-12,5	-67	-115,7
Кил	-41,7	-47,4	-108,3

Сравнительный анализ изученных минералов показал, что максимальные значения зарядов частиц характерны для огланлинского монтмориллонита, а минимальные – для положительного каолина.

Также определена точка нулевого солевого заряда грунтов (рис.2). $\text{pH}_{\text{тнз}}$ глуховецкого каолина (6,8) и биясалинской гидрослюды (8) не зависит от ионной силы раствора. Для остальных образцов прослеживается закономерность: с уменьшением ионной силы

раствора $pH_{\text{тнсз}}$ смещается в щелочную область. Подобная закономерность описана для зырянского бентонита в работе [3].

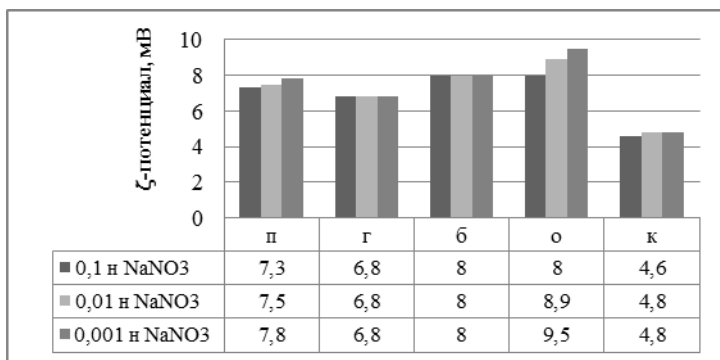


Рис. 2. Диаграмма зависимости $pH_{\text{тнсз}}$ исследуемых глин от ионной силы порового раствора (п – положский каолин, г – глуховецкий каолин, б – биясалинская гидрослюда, о – огланлинский монтмориллонит, к – кил)

Закключение. По результатам выполненного исследования можно сделать следующие выводы:

1. С уменьшением величины pH порового раствора отрицательный заряд глинистых частиц уменьшается; в кислой области значений pH может происходить перезарядка частиц.

2. С уменьшением ионной силы раствора для большинства исследуемых грунтов значение pH точки нулевого солевого заряда ($pH_{\text{тнсз}}$) увеличивается.

3. Точка нулевого солевого заряда может находиться как в щелочной (например, для биясалинской гидрослуды $pH_{\text{тнсз}} = 8$), так и в кислой области значений pH (для киловой глины $pH_{\text{тнсз}} = 4,8$).

Литература

1. Злочевская Р.И., Королёв В.А. Электроповерхностные явления в глинистых породах. М.: Изд-во МГУ, 1988. 177 с.
2. Королёв В.А., Теория электроповерхностных явлений в грунтах и их применение. М.: ООО «Сам полиграфист», 2015. 468 с.
3. Мосталыгина Л.В., Мосталыгин А.Г. Определение точки нулевого заряда бентонитовой глины Зырянского месторождения методом весового титрования // Вестник КГУ. Серия «Естественные науки». Вып. 5. Курган, изд-во Курганского гос. ун-та, 2012. С. 107-109.

ОПЫТНЫЕ РАБОТЫ ПО СЕЙСМИЧЕСКОМУ ПРОСВЕЧИВАНИЮ

В.В. Несынов¹, Д.О. Андреев²

ФГБУН Институт Геоэкологии им. Е.М. Сергеева РАН,
¹-младший научный сотрудник, ²-инженер, [nnv_guest@mail.ru](mailto:nvv_guest@mail.ru)
Научный руководитель: к.г.-м.н., ведущий научный сотрудник
Б.А. Трифонов

Аннотация: показаны результаты экспериментальных работ по сейсмическому просвечиванию.

Ключевые слова: поперечные волны, сейсмическое просвечивание.

EXPERIMENTAL WORK TO SEISMIC TOMOGRAPHY

V.V. Nesynov¹, D.O. Andreev²

Sergeev Institute of Environmental Geosciences RAS (IEG RAS),
¹-Young Researcher, ²-Engineer, nnv_guest@mail.ru
Research Supervisor: Candidate of Geology and Mineralogy, Leading
Researcher B.A. Trifonov

Abstract: shows the results of experimental studies on seismic tomography.

Key words: shear waves, seismic tomography.

При использовании территорий часто требуется возведение новых строений (или расширение существующих) на свободном от застройки месте. В большинстве случаев такие участки не всегда пригодны для этого. Например, если это овраг, канава, речная долина или болото. Требуется проведение земляных работ по изъятию слабых грунтов и отсыпке неровностей рельефа. Используемый для этого насыпной грунт, как правило, имеет разнообразный состав и может включать в себя строительный мусор. Соответственно, и физико-механические свойства толщ такого грунта не всегда однородны по площади и глубине. А их изменение со временем точно предсказать невозможно. Также при этом изменяется гидрогеологический режим. Возможно со временем появление участков разжижения и разуплотнения такого грунтового основания. В дальнейшем при эксплуатации здания вероятны неравномерные деформации фундамента. Чтобы избежать таких последствий, необходимо периодически контролировать состояние грунтовой толщи. Ведь своевременная локализация возможных опасных очагов позволит безопасно эксплуатировать строение в дальнейшем.

Одной из групп таких геофизических методов контроля являются методы сейсмического просвечивания (МСП). Они позволяют оценить целостность и однородность исследуемой грунтовой толщи по скорости прохождения упругих волн через нее. В этих методах в большинстве случаев используется скважинный источник сейсмических колебаний, а приемники могут располагаться либо в другой скважине, либо в разных точках земной поверхности, в зависимости от поставленных задач и технической возможности. В данной работе рассматриваются экспериментальные исследования на существующем объекте атомной отрасли.

Основной целью геофизических работ на данном объекте было сейсмическое микрорайонирование [1]. В соответствии с нормами безопасности РБ-019-01 [2] требуется проведение комплексных исследований горного массива, на котором расположено строение, с целью установления под сооружением однородности тектонического блока, в пределах которого нет тектонически-активных разрывов и нарушений. Скважина глубиной 100 м располагалась у торца здания, прием осуществлялся сейсмоприемниками на сейсморазведочном профиле длиной 94 м, который расположен вдоль боковой стены здания, что показано на рисунке 1.



Рис. 1. Схема проведения сейсмического просвечивания

Регистрация велась поочередно на вертикальные и горизонтальные сейсмоприемники для получения сейсмограмм продольных (Р-волн) и поперечных (S-волн) волн. В качестве источника колебаний использовалась скважинная пневмопушка, показанная на рисунке 2. Принцип ее действия основан в выбросе в скважину, заполненную водой, порции сильно сжатого (примерно 50-70 атм) воздуха. Резко расширяющийся в воде газовый пузырь вызывает колебания водной массы. Колебания передаются стенкам скважины. Управление пневмопушкой производится по

электрокабелю с поверхности земли. Сжатый воздух подается по пневмошлангам от газовых баллонов.



Рис. 2. Пневмопушка

Глубины положения источника колебаний в скважине составляли 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80 и 90 м. Были получены и проанализированы 16 сейсмограмм с регистрацией Р- и S-волн. На рисунке 3 приведён пример такой сейсмограммы просвечивания при положении источника возбуждения колебаний в скважине на глубине 70 м.

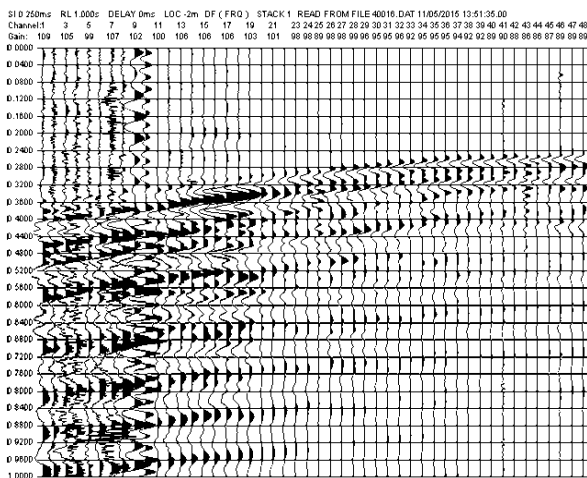


Рис. 3. Пример сейсмограммы сейсмического просвечивания под сооружением из скважины, пункт возбуждения колебаний на глубине 70 м, прием колебаний на сейсморазведочном профиле

Как видно на рисунке 3, на волновой картине отсутствуют признаки наличия каких-либо неоднородностей и смещений по времени линий синфазности, что являлось бы признаком наличия в толще пород тектонических нарушений. Такие признаки отсутствовали на всех полученных сейсмограммах МСП. Для более точной интерпретации полученного материала были построены

индикатрисы скоростей поперечных волн по материалам МСП под исследуемым сооружением (рис.4).

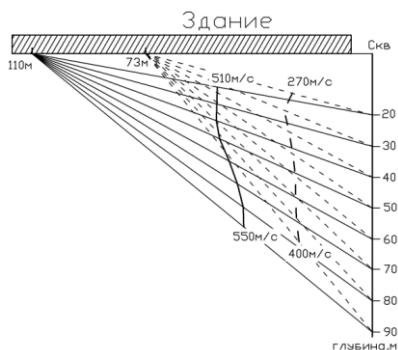


Рис. 4. Индикатрисы скоростей поперечных волн по данным сейсмического просвечивания под фундаментом сооружения

Линии индикатрис построены для двух пунктов приема на сейсморазведочном профиле, расположенных на расстоянии 73 и 110 метров от скважины. Из представленного рисунка видно, что изменения линий индикатрис скоростей носят плавный характер с постепенным увеличением скоростей поперечных волн с глубиной. Резких изломов на линиях индикатрис скоростей S-волн также нет, что свидетельствует об отсутствии в блоке пород под фундаментом здания заметных нарушений в строении толщи пород.

Из этого можно сделать вывод, что обследуемое строение находится на однородном тектоническом блоке, не имеющем структурных нарушений активными разрывами и смещениями пластов пород в исследованной части.

Уточненные скорости S-волн в толще грунтов под фундаментом здания использовались также для расчета количественных характеристик возможных сейсмических воздействий в рамках проведенного сейсмического микрорайонирования.

Литература

1. РСН 65-87. Нормы проведения инженерных изысканий. Сейсмическое микрорайонирование. Госстрой РФ. М., 1987.
2. РБ-019-01. Оценка сейсмической опасности участков размещения ядерно- и радиационно-опасных объектов на основании геодинамических данных.

ИЗУЧЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА ГРУНТОВ НА НАМЫВНОЙ ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА ЯКУТСКА

В.В. Огонеров

*Институт мерзлотоведения им. П.И. Мельникова СО РАН,
молодой ученый, vasvas392@yandex.ru*

Научный руководитель: к.г.-м.н. Н.А. Павлова

***Аннотация:** изложены результаты исследований гидрогеологического и температурного режима грунтов 203 микрорайона г. Якутска, изученные сотрудниками Института мерзлотоведения СО РАН за период 2014-2015.*

***Ключевые слова:** 203 микрорайон, намывные грунты, температура грунтов.*

STUDING OF THE GROUND TEMPERATURE REGIME IN THE WASHED UP TERRITORIES OF YAKUTSK CITY

V.V. Ogonerov

*Melnikov Permafrost Institute, SB RAS,
Young Researcher, vasvas392@yandex.ru*

Research Supervisor: Candidate of Geology and Mineralogy N.A. Pavlova

***Abstract:** features of hydrogeological and ground temperature regimes in the 203rd district of Yakutsk city are outlined. Members of Melnikov Permafrost institute SB RAS studied them for 2014-2015.*

***Key words:** 203 district, alluvial soils, soil temperature.*

Развитие производительных сил и рост население в северных городах страны обуславливает необходимость обеспечения высоких темпов роста жилищного, культурно-бытового и промышленного строительства. Как правило, для застройки выбираются благоприятные в инженерно-геологическом отношении участки, которых внутри городов и прилегающих к ним территориях становится все меньше. В настоящее время расширения г. Якутска осуществляется за счет гидронамыва поймы р. Лены. Особенностью подобных территорий является тесная связь подземных и речных вод.

Основной целью данной работы являлось выявление роли речных вод в формировании гидрогеологических условий территории нового 203 микрорайона г. Якутска и изучение особенностей температурного режима грунтов оснований.

Город Якутск находится в области сплошного распространения многолетнемерзлых пород (ММП) с мощностью 200-300 м. Территория 203 микрорайона расположена в пойме р. Лены.

Поверхность участка строительства спланирована русловым аллювием методом гидронамыва до отметок 96,0-98,0 м БС. Намыв территории производился в период с 1987 по 1992 гг. С юга от затопляемого в половодье Зелёного луга она отделена глухой земляной дамбой шириной по гребню до 6 м с абсолютными отметками 95,6-96,2 м БС. До освоения рассматриваемая территория представляла собой слабовсхолмленную пойменную поверхность с ложбинами стока, озёрами-протоками, имеющими форму вытянутых узких понижений, ориентированных вдоль направления русла реки. Здесь существовало два крупных старичных озера в восточной и западной части территории. Ширина озёр составляла 100-120 м. Второе (западное) озеро более глубоководное и имело разветвление в сторону Городской протоки р. Лены. Озёра разделяла поверхность увала, покрытая луговой растительностью. Относительные превышения увала над дном озёр составляли 2,5-4,0 м [2].

Намывной массив представлен мелко- и среднезернистыми техногенными песками средней плотности мощностью от 0,5 м до 8 м на погребённых увалах. В старичных понижениях, ложбинах и карьере глубина залегания песков намывного массива возрастает до 10-14,4 м. При гидронамыве в грунтах оснований сформировались техногенные талики, гидравлически связанные с погребёнными подозёрными таликами. Мощность таликовых зон в центре составляет 9,0-15,0 и более метров, а в прибортовых частях 4,0-5,0 м. До настоящего времени ожидаемого промерзания намывных грунтов не произошло. Глубина слоя сезонного протаивания песчаных отложений достигает 4-5 м [1].

В 2014-2015 гг на территории 203 квартала города Якутска был организован мониторинг, целью которого являлось выявление взаимосвязи поверхностных и подземных вод и влияния р. Лены на температурное состояние намывных песков застраиваемого 203 микрорайона. Для этого на основании мерзлотно-гидрогеологического районирования была оборудована сеть гидрогеологических (203-1Г, 203-2Г, 203-3Г и 203-4Г) и геотермических (203-1Т, 203-2Т, 203-3Т и 203-4Т) скважин. Глубина гидрогеологических скважины определялась исходя из мощности талика с заглублением в многолетнемерзлые породы не менее чем на 0,5 м. Режимные наблюдения за уровнем и химическим составом подземных вод и динамикой температурного состояния намывных песков проводились ежедекадно. Измерения температурного режима грунтов проводились термометрическими косами и установками разработки Института

мерзлотоведения СО РАН. Датчиками для этих установок являются термисторы типа DS12B20.

При бурении скважин на всех участках обнаружены надмерзлотные талики. Мощность сезоннопромерзающего слоя пород над ними изменяется от 3,75 до 5,0 м. Талые породы прослеживаются до глубины 13,5-14,8 м на участке погребенных увалов, а в местах, засыпанных старичных озер подошва таликов залегает на глубине 19-20 м.

По данным режимных гидрохимических исследований минерализация подземных вод непостоянна в течение года. Максимальные ее величины (593–795 мг/л) отмечаются в марте. В период паводка минерализация подземных вод понижается и удерживается в течение лета в пределах 412–536 мг/л. Снижение минерализации в весенне-летний период связано с фильтрацией речных вод в намывной массив через погребенные талики. О тесной гидравлической взаимосвязи поверхностных и подземных вод свидетельствует резкий подъем уровня воды в скважинах в период паводка. Амплитуда изменения положения уровня грунтовых вод в 2015 г. составила 2,25-2,87 м. С июня по апрель происходит медленное осушение грунтов.

В целом, результаты непосредственного измерения температуры пород в геотермических скважинах показали высокую отепленность всего намытого массива песков (рис.). По данным режимных геотермических наблюдений можно отметить следующее. Слой сезонного промерзания в намывных песках формируется в октябре. Его максимальная мощность отмечается в апреле и достигает 4,5-5,0 м.

Протаивание грунтов сверху на всех участках начинается в мае. В первых числах июня, при насыщении намывных песков подземными водами, наблюдается протаивание грунтов снизу (рис.). Темп протаивания сезонномерзлого слоя от максимума составил в конце мая, июня, июля соответственно около 26, 40, 60%. Смыкание сезонномерзлого слоя с таликом происходит в начале августа. Средняя годовая температура грунтов на подошве сезонномерзлого слоя составляет 0,5-0,7°C, а на глубине 10 м 1,0-1,2°C. В повышении температуры пород глубже 5 м по всей видимости сыграло наличие погребенных таликов и близкое залегание к земной поверхности уровня воды в них.

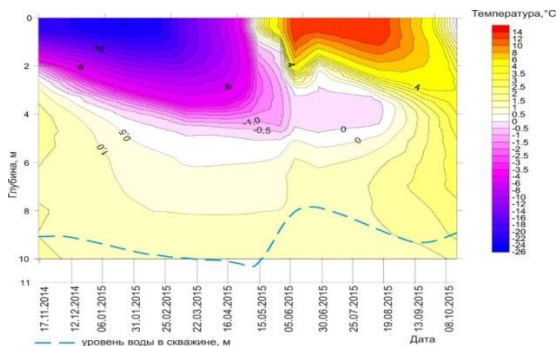


Рис. Термоизоплеты на участке скважины 203-2Т

Таким образом, полученные данные о гидрогеологических и геотермических условиях 203 микрорайона г. Якутска подтверждают тесную взаимосвязь подземных вод с поверхностными водами р. Лены. Постоянное движение воды в массиве грунтов приводит к тепловому эффекту, препятствующему многолетнему промерзанию пород.

Литература

1. Бойцов А.В. Условия формирования и режим подземных вод надмерзлотного и межмерзлотного стока в Центральной Якутии. Якутск, 2002.
2. Шестернёв Д.М. *отв. исполнитель*. Научно-технический отчет «Стационарные мерзлотно-гидрогеологические наблюдения за состоянием намывных и подстилающих грунтов основания инженерных сооружений в 203 квартале г. Якутска и разработка мероприятий по эффективной их эксплуатации». Якутск, ИМЗ СО РАН, 2015. 114 с.

ВЛИЯНИЕ КСИ НА УСТОЙЧИВОСТЬ СУСПЕНЗИЙ НА ОСНОВЕ ГЛИН

С.Н. Питкина¹, Ю.О. Мальгина², Т.А. Пешкова³

Пермский государственный национальный исследовательский университет, ¹-магистрант 2 года обучения, pitkina-svetlana@yandex.ru, ²-студент 4 курса, alyson12@yandex.ru, ³-студент 4 курса, taty.peshkova.1995@mail.ru

Научные руководители: д.г.-м.н., профессор В.В. Середин, к.х.н., доцент Н.А. Медведева

Аннотация: изучены характеристики глин, исследованы седиментационная и агрегативная устойчивости суспензий глин в присутствии хлорида калия, определены пороги коагуляции.

Ключевые слова: глины, порог коагуляции, суспензии.

THE INFLUENCE OF KCl ON THE STABILITY OF SUSPENSIONS OF CLAYS

S.N. Pitkina¹, Yu.O. Malgina², T.A. Peshkova³

Perm State University,

^{1-2nd} year Master's Degree Student, *pitkina-svetlana@yandex.ru,*

^{2-4th} year Student, *alysan12@yandex.ru,*

^{3-4th} year Student, *taty.peshkova.1995@mail.ru*

Research Supervisors: Doctor of Geology and Mineralogy, Professor
V.V. Seredin, Candidate of Chemical Science, Reader N.A. Medvedeva

Abstract: the characteristics of clays was studied, studied the stability of clay suspensions by the addition of different potassium chloride concentrations, defined critical coagulation concentration.

Key words: clays, suspensions, critical coagulation concentration.

Глинистые породы – самый распространенный тип отложений в осадочной оболочке Земли, составляющий около половины всей массы осадочных образований в стратосфере [1]. Однако при попадании солей в грунты происходит изменение их физико-механических свойств [2,3,4].

Исследование заключалось в определении порогов коагуляции глинистых частиц и оценки дзета-потенциала на их поверхности в растворе KCl разной концентрации.

Исследования проводились на глинах следующего минерального состава: монтмориллонитовая (Лобановская) глина; в ней минерал каолин отсутствует, а содержание минерала группы монтмориллонит составляет 54%. В каолиновых глинах: в Александровской – монтмориллонита содержится 12%, а каолинита 24%; в Челябинской – монтмориллонит отсутствует, а содержание каолина 74% [2]. Определение размеров частиц и исследование влияния электролита KCl на устойчивость суспензий проводили методом седиментационного анализа, в основу которого положен весовой (гравиметрический) метод, заключающийся в непрерывном взвешивании частиц суспензии, оседающих на чашечку, связанную с торсионными весами. Седиментационный анализ проводили с 0,5%-ми суспензиями глин в растворах электролитов 0,001; 0,01; 0,05; 0,1; 0,5; 1

нормальных концентрациях. Влияние хлорида калия устанавливали по изменению скорости седиментации и характеру распределения частиц по размерам в их суспензиях (рис.1.). Из рисунка 1 видно, что масса осадка Лобановского монтмориillonита за одинаковый промежуток времени в растворах хлорида калия концентрацией 0,1 н больше, чем в водной суспензии без электролита и в растворах KCl других концентраций. Аналогичная картина наблюдается для Челябинского и Александровского каолинита.

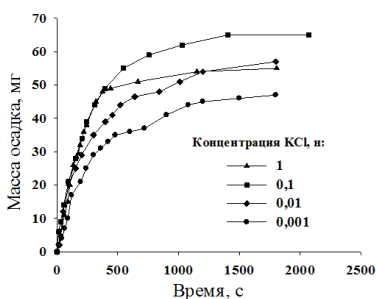


Рис. 1. Кривые седиментации водных суспензий глин Лобановского месторождения в присутствии электролита KCl

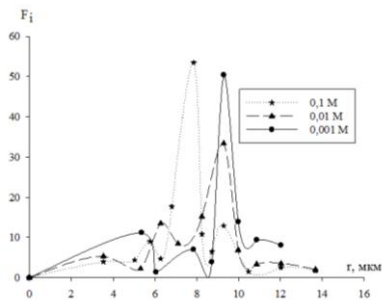


Рис. 2. Дифференциальные кривые распределения частиц по размерам глины Александровского месторождения в электролите KCl

Отсюда электролит оказывает заметное влияние на седиментационную устойчивость суспензий, особенно это наблюдается тогда, когда их концентрация выше некоторой величины C_k (пороговая концентрация).

Основной причиной, по которой увеличивается скорость седиментации — это увеличение размера частиц, поэтому для выяснения влияния, рассматривали дифференциальные кривые распределения частиц по размерам (рис.2).

Смещение кривых распределения по размерам показывает, что присутствие электролита приводит к увеличению размеров частиц. Укрупнение частиц вызвано их коагуляцией под действием катиона (K^+), который выступает в качестве противоиона для отрицательно заряженных поверхностей глинистых минералов. Известно, что присутствие катионов электролитов нарушает структуру ДЭС частиц глины. Происходит снижение электрического барьера отталкивания, что приводит к слипанию частицы, т.е. образованию агрегатов, которые быстро оседают вниз. Таким образом, электролиты понижают устойчивость суспензий.

Определение электрокинетического потенциала (ξ -потенциал) исследуемых субмикронных частиц Delsa Nano HC. В основе измерений лежат методы фотонно-корреляционной спектроскопии (PCS). Определению подвергались суспензии глин в растворах KCl «допороговых» и «послепороговых» концентраций (табл.). Из данной таблицы видно, что при $C=1$ н происходит перезарядка поверхности.

Таблица
Дзета-потенциал глинистых частиц в «допороговых» и «послепороговых» концентрациях KCl

Глина	ξ -потенциал при KCl 0,001н-ной концентрации, мВ	ξ -потенциал при KCl 1н-ной концентрации, мВ
Челябинский каолинит	-17,86	20,3
Лобановский монтмориллонит	-17,71	18,23
Александровский каолинит	-18,19	13,15

Это может быть вызвано тем, что специфическая адсорбция может вызвать уменьшение ξ -потенциала, если адсорбируются противоионы, так как они имеют заряд, противоположный заряду поверхности. Такая адсорбция может привести к перезарядке поверхности [5].

Таким образом, установлены пороги коагуляции монтмориллонитовой и каолиновой глин и определены их дзета-потенциалы. При этом с увеличением концентрации KCl до однонормального происходит перезарядка поверхности глинистой частицы.

Литература

1. Осипов В.И., Соколов В.Н., Еремеев В.В. Глинистые покрышки нефтяных и газовых месторождений. - М.: Наука, 2001. 238 с.
2. Середин В.В., Каченов В.И., Ситева О.С., Паглазова Д.Н. Изучение закономерностей коагуляции глинистых частиц // Фундаментальные исследования № 10-14. Пенза, Издательский дом «Академия естествознания», 2013. С. 3189-3193.
3. Середин В.В., Красильников П.А., Медведева Н.А., Паршина Т.Ю., Пешкова Т.А. Закономерности изменения структурных связей (электрокинетического потенциала) глинистых частиц в водном растворе // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 2-2. С. 888.
4. Середин В.В., Ядзинская М.Р. Исследования механизма агрегации частиц в глинистых грунтах при загрязнении их углеводородами // Фундаментальные исследования. 2014. № 8-6. С. 1408-1412.

5. Фролов Ю.Г. Курс коллоидной химии. Поверхностные явления и дисперсные системы. Учебник для вузов – 2 изд., перераб., и доп., М: Химия, 1988. С. 259.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ СУФФОЗИОННОГО ВЫНОСА ГРУНТОВ ПРИ ВЕРТИКАЛЬНОЙ ФИЛЬТРАЦИИ

Ж.Ю. Пономарева

*Пермский государственный национальный исследовательский
университет, студент 4 курса, ponomarewa.zhanna2015@yandex.ru*

Научный руководитель: к.г.-м.н., доцент Д.М. Димуhamетов

Аннотация: изучены физические характеристики песчаного грунта, проведены опыты физического лабораторного моделирования при вертикальной фильтрации, установлены зависимости между временем, объемом выноса и относительной деформацией поверхности.

Ключевые слова: суффозия, фильтрационное разрушение грунтов, подземная эрозия, вертикальная фильтрация.

STUDY OF THE REGULARITIES OF SUFFUSION REMOVAL OF SOIL IN VERTICAL FILTERING

Zh.Yu. Ponomareva

Perm State University,

4th year Student, ponomarewa.zhanna2015@yandex.ru

Research Supervisor: Candidate of Geology and Mineralogy, Reader

D.M. Dimuhametov

Abstract: physical descriptions of sandy material are Studied, experiments are conducted physical laboratory design during vertical filtration, dependences are set between time, by volume of bearing-out and by deformation of surface.

Key words: suffosion, lauter destruction of soils, underground erosion, vertical filtration.

Актуальность темы. Рост и развитие городов повышает возникновение различных аварий и катастроф, которые в свою очередь связаны с развитием опасных геологических процессов, в данном случае – суффозии.

Под влиянием суффозии формируются зоны ослабления, пустоты, провалы, в результате чего на поверхности земли происходят

деформации дорожных покрытий и сооружений. Изучение закономерностей и механизма суффозионных процессов является основой научных рекомендаций по разработке способов защиты от суффозии и прогнозирования.

Цель работы: выявление закономерностей суффозионного выноса песчаных грунтов при вертикальной фильтрации.

Основные задачи:

1. Анализ и систематизация методов физического моделирования суффозии.

2. Проведение моделирования суффозии в фильтрационном лотке с целью определения зависимости объемов вынесенного грунта, относительной деформации поверхности от площади сечения предполагаемого дефекта инженерного сооружения во времени при определенном расходе воды.

3. Математическая обработка полученных результатов, установление корреляционных зависимостей между полученными параметрами количественного прогноза провалообразования.

Опыты физического моделирования проводятся в фильтрационном лотке для карьерного песка средней крупности (крупнее 0,25 мм – 57%, что более 50%), однородный ($k=2,52 < 3$), ориентировочным коэффициентом фильтрации 0,0075 м/с. Объем песка в камере составляет 42000 см³. В данный момент определения проводятся для сечения предполагаемого дефекта – 4 см². Перед проведением опыта грунт в камере предварительно уплотняется и пригружается до условной стабилизации деформаций. В процессе опыта фиксируется объем, вес вынесенного в грунтоприемник песка, относительная деформация поверхности через каждые 30 секунд после начала замачивания до формирования провала на глубине предполагаемого дефекта.

Процесс суффозионного разрушения несвязных пород над полостью-приемником, вызванный поступлением в них воды, можно разделить на четыре этапа: первичное водонасыщение грунта, разжижение, фильтрационный вынос и разуплотнение грунта с формированием локальных подземных полостей, денудационное разрушение с формированием провала на поверхности.

С начала опыта и до определенного момента никаких разрушений материала модели не наблюдалось, а первые его признаки состояли в проявлении «текучести» и выпадении, небольшого количества водонасыщенного материала на дно камеры-грунтоприемника 60 мл для сечения дефекта 4 см². Именно этот

момент фиксировался как завершение подготовки и начало собственно суффозионного процесса.

Далее, в ходе лабораторного испытания, наблюдалось выпадение все более крупных порций материала модели. Вскоре можно было наблюдать образование небольшой эллипсовидной полости обычно на глубине 6-9 см, при высоте грунта в камере 35 см. Размеры полости составляют примерно 2х3 см. По мере проведения опыта при достижении критического водонасыщения и соответственно давления происходит компенсационное проседание грунта над полостью с формированием поверхностных деформаций.

На последнем этапе формируется воронка конусообразной формы с углами падения стенок сопоставимыми с углами естественного откоса в водонасыщенном состоянии (рис.1).



Рис. 1. Воронка конусообразной формы

Результаты проведения опыта фиксируются в журнале для дальнейшей математической обработки и построения кривых зависимостей показателей (рис.2,3).

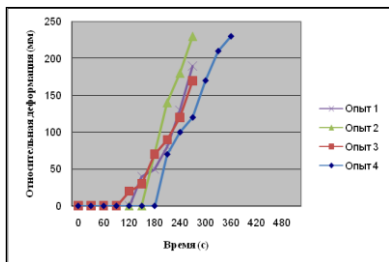


Рис. 2. Зависимость относительной деформации (мм) от времени (t)

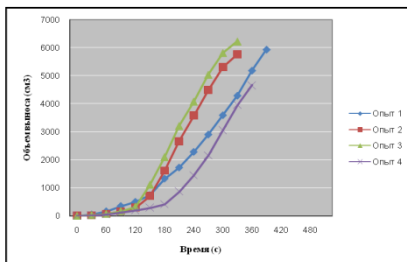


Рис. 3. Зависимость объемов выноса грунта (см³) от времени (t)

Выводы.

В ходе лабораторных испытаний было установлено, что на протяжении соответствующего отрезка времени масса горных пород сначала выводится из состояния равновесия, а затем возвращается к нему за счет компенсационного прогибания и деформаций земной поверхности. При переходе грунтового тела в псевдоплавунное состояние начинается первичный вынос материала. При каждой последующей ступени развития процесса возрастали как объем выносимого материала, так и деформация поверхности. Этапы перехода стадии разжижения, формирования первичных полостей и провалообразования прослеживаются на графиках зависимостей.

Суффозия в песчаном грунте происходит вследствие вымывания большого количества мелких частиц с существенным увеличением поровых каналов. Возникающее при этом суффозионное разуплотнение грунта распространяется на значительную глубину, вызывает его деформацию и продолжается при наличии воды до образования сквозного канала на глубине предполагаемого дефекта.

Фактически полный цикл процесса формирования провала при постоянном объеме поступающей воды и сечении дефекта 4 см² составляет в среднем 6 минут с начала момента замачивания, что указывает на быстротечность процесса провалообразования при наличии факторов, его обуславливающих.

В дальнейшем планируется проведение опытов для сечений дефектов 8, 12, 16 см² при вертикальной и горизонтальной фильтрации с последующей статистической обработкой полученных данных, определением корреляционных зависимостей и установления возможности применения полученных результатов для количественного прогноза суффозионного провалообразования.

Литература

1. Осипов В.И., Кутепов В.М. и др. Опасные экзогенные процессы / Под ред. В.И. Осипова. М.: ГЕОС, 1999. 290 с.
2. Середин В.В. Математические методы в гидрогеологии и инженерной геологии: курс лекций/ В.В. Середин; М-во образования и науки Российской Федерации, Гос. образовательное учреждение высш. проф. образования «Пермский гос. ун-т», Каф. инженерной геологии и охраны недр. Пермь, 2011. С. 120.
3. Хоменко В.П. Закономерности и прогноз суффозионных процессов. М.: ГЕОС, 2006. 216 с.

ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СОСТАВА, СТРОЕНИЯ И СВОЙСТВ ПЕСКОВ РАННЕМЕЛОВОГО ВОЗРАСТА РАЙОНА ВОРОБЬЁВЫХ ГОР Г. МОСКВЫ

А.А. Прасолов

Московский государственный университет имени М.В.

Ломоносова, студент 3 курса, ghfcjkdfylhtq@yandex.ru

Научный руководитель: к.г.-м.н., старший научный сотрудник

О.С. Барыкина

Аннотация: *определены состав, строение и свойства песков раннемелового возраста. Изучены зависимости физических, физико-химических и прочностных свойств от состава и строения. Выявлены основные инженерно-геологические характеристики грунтов с точки зрения их генезиса и пространственного расположения.*

Ключевые слова: *песчаные грунты, минеральный состав, физические, физико-химические и прочностные свойства.*

ENGINEERING-GEOLOGICAL CHARACTERISTICS OF COMPOSITION, STRUCTURE AND PROPERTIES OF SANDS OF LOWER CRETACEOUS AGE OF SPARROW HILLS DISTRICT OF MOSCOW CITY

A.A. Prasolov

Lomonosov Moscow State University,

3^d year Student, ghfcjkdfylhtq@yandex.ru

Research Supervisor: Candidate of Geology and Mineralogy, Senior

Researcher O.S. Barykina

Abstract: composition, structure and properties of sands of Lower Cretaceous Age were determined. The dependences of physical, physical-chemical and resistant properties from composition and structure were studied. General engineering-geological characteristics of ground from their genesis and spatial arrangement were found.

Key words: sand grounds, mineral composition, physical, physical-chemical and resistant properties.

Для толщи песчаных нижнемеловых грунтов на территории г. Москвы характерны большая неоднородность и достаточно сложное строение. Их высокая изменчивость и относительно глубокое залегание на Воробьёвых горах (до 60 м) обусловили их недостаточную инженерно-геологическую изученность. Следует отметить важность оценок изменчивости прочностных свойств грунтов для последующего анализа устойчивости склонов на рассматриваемом участке Воробьёвых гор [3].

Для выявления инженерно-геологических особенностей песков из скважины 10-13 на абсолютной отметке 133,7 м были отобраны образцы со следующих глубин: 11 м (обр. №1), 12,5 м (обр. №2), 19 м (обр. №3), 22,5 м (обр. №4); из скважин 41-17 на абсолютной отметке 187,4 м и из 57-13 (190 м) были отобраны образцы с глубин 29,8 м (обр. №5) и 37,5 м (обр. №6) соответственно. Минеральный состав образцов был изучен при помощи рентгеновского дифрактометра Ultima-IV фирмы Rigaku (Япония). По содержанию кварца образцы №1 и №3 имели 79% и 67% соответственно, а образцы №№2, 4, 5, 6 более 90%. Образцы №№1, 3 содержали наибольшее количество глинистых минералов. Минеральный состав песков значительно влияет на их физические, физико-химические и физико-механические свойства (табл.1). Наличие глинистых минералов способствует увеличению влажности разрыва капилляров и уменьшению плотности скелета грунта, угла внутреннего трения и сцепления. Более тяжёлые по сравнению с кварцем минералы увеличивают плотность твёрдой фазы (кальцит: 2,72 г/см³), более лёгкие – уменьшают (гипс: 2,31 г/см³). Установлено, что по гранулометрическому составу все образцы имели одну преобладающую фракцию (0,1-0,25 мм), но различались по степени однородности (от 88% у образца №6 до 47% у образца №5). По ГОСТу [1] образцы №№1, 5: пылеватые пески, образцы №№2-4, 6: мелкие пески. Выявлена значительная зависимость свойств изученных песков от минерального и гранулометрического состава. На плотность твёрдой фазы наибольшее влияние оказывает минеральный состав: наибольшая плотность зафиксирована у образца №5, содержащего примеси кальцита и магнезита (1%), а

наименьшая – у №4 – гипса (1%). Наибольшую плотность скелета грунта в рыхлом сложении имеет образец №6: 1,39 г/см³, что связано с его наибольшей однородностью в гранулометрическом составе, а в плотном сложении имеет образец №4: 1,65 г/см³, что связано с его наименьшей пористостью в плотном сложении. Наименьшую плотность скелета грунта в рыхлом и плотном сложении имеет образец №3: 1,12 и 1,38 г/см³, что связано с большим содержанием глинистых минералов и его наибольшей пористостью из-за большой неоднородности в гранулометрическом составе и наличии зёрен более 2 мм. Пористость и коэффициенты пористости и уплотняемости являются расчётными величинами, зависящими от плотностей твёрдой фазы и скелета грунта. Таким образом, на них будут влиять те же самые факторы, что и на плотность твёрдой фазы и плотность скелета грунта. Было доказано, что изменения коэффициента фильтрации прямо пропорциональны изменениям пористости, образцы №№3, 4 имели наибольшее (29 м/сут) и наименьшее (3 м/сут) значения соответственно.

На высоту капиллярного поднятия больше всего влияет однородность в гранулометрическом составе, менее однородные образцы будут иметь большую высоту капиллярного поднятия. Наибольшее значение высоты капиллярного поднятия у образцов №№3, 4: 78,8 см, наименьшее у образца №6: 58,2 см.

Для определения показателей, характеризующих сдвиг – угла внутреннего трения и сцепления – проводился эксперимент на приборе по схеме быстрого среза для образцов №№1–4 [2]. На угол внутреннего трения больше всего влияют пористость и минеральный состав. С уменьшением пористости и содержания глинистых минералов угол внутреннего трения увеличивается. Наибольшее значение угла внутреннего трения у образца №4: 34°, наименьшее у образцов №№2, 3: 31°. С увеличением плотности скелета и уменьшением естественной влажности сцепление возрастает. Наибольшее значение сцепления у образца №4: 0,008 МПа, наименьшее у образца №3: 0,002 МПа.

Таким образом, нижнемеловая толща характеризуется сложным строением и значительной неоднородностью, а также высокой изменчивостью в вертикальном разрезе. Частая смена палеогеографических обстановок привела к формированию песков с большим диапазоном значений свойств и различным минеральным составом.

Автор выражает благодарность научному руководителю с.н.с. О.С. Барыкиной за помощь и советы в создании работы.

Таблица 1

Состав и свойства песков нижнего мела в районе Воробьёвых гор, г. Москва

Свойства		Физические					Физико-химические			Физико-механические		
Образец, (глубина отбора, м)	ρ_s , г/см ³	ρ_d (рыхл./ пл.), г/см ³	K_{ϕ} , м/сут	n (рыхл./ пл.), %	e (max/ min), ед.	F, д.е.	h_c , см	v_{max} , см/мин	W_{pk} , %	$\phi_{ест.от.}$, град.	$\phi_{вы-тр.}$, град.	C, МПа
№1 (11)	2,60	1,27/1,51	7	51/42	1,04/0,72	0,31	62,1	4,8	9	34	32	0,003
№2 (12,5)	2,62	1,31/1,55	22	50/41	1,00/0,69	0,31	63,9	4,0	9	39	31	0,003
№3 (19)	2,65	1,12/1,38	29	58/48	1,38/0,92	0,33	78,8	4,4	14	39	31	0,002
№4 (22,5)	2,59	1,35/1,65	3	48/36	0,92/0,56	0,39	78,8	2,5	8	40	34	0,008
№5 (29,8)	2,69	1,25/1,54	13	54/43	1,17/0,75	0,36	75,5	0,2	11	41		
№6 (37,5)	2,63	1,39/1,59	25	47/40	0,89/0,67	0,25	58,2	8,9	4	33		

Литература

1. ГОСТ 25100-2011. Грунты. Классификация. М. 2011. 63 с.
2. ГОСТ 12248-2010. Грунты. Методы лабораторного определения характеристик прочности и деформируемости. М. 2010.12 с.
3. Зеркаль О.В., Фоменко И.К. Вероятностная оценка устойчивости склонов и ее использование для анализа оползневой опасности // Анализ, прогноз и управление природными рисками в современном мире: Матер. 9 Междунар. научн.-практ. конф. «Геориск-2015» (Москва, 12-14.10.2015). М.: РУДН, 2015. т.1. С. 225-231.

ВОПРОС КОРРЕЛЯЦИИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРЕДЕЛА ПРОЧНОСТИ НА ОДНООСНОЕ СЖАТИЕ С РЕЗУЛЬТАТАМИ ИССЛЕДОВАНИЙ МЕТОДОМ УПРУГОГО ОТСКОКА

А.Е. Селезнёва

*Московский государственный университет имени
М.В. Ломоносова, студент 3 курса, alice.in.moskow@gmail.com*

Научный руководитель: ведущий инженер-геолог ООО
«ПетроМоделинг», специалист лаборатории неразрушающего
контроля НИТУ МИСИС И.Е. Сас

***Аннотация:** определены значения прочности скальных грунтов по двум методикам - одноосному сжатию и по молотку SilverShmidt. Были сопоставлены два метода определения прочности, оценены их точности и уместность сравнения при использовании для различных пород, форм, характера поверхности. Описана возможность корреляции двух методов.*

***Ключевые слова:** прочность, одноосное сжатие, молоток SilverShmidt, скальные грунты.*

THE QUESTION OF CORRELATION OF DEFINITION OF STRENGTH'S LIMIT ON UNIAXIAL COMPRESSION WITH RESULTS OF RESEARCHING BY THE METHOD OF ELASTIC REBOUND

A.E. Selezneva

*Lomonosov Moscow State University,
3^d year Student, alice.in.moskow@gmail.com*

Research Supervisor: Leading Engineer Geologist LLC «PetroModeling»,
Specialist of laboratory of nondestructive testing MISAA I.E. Sas

***Abstract:** the values of the strength of rocky grounds in two methods- uniaxial compression and by hammer SilverShmidt were identified. Two methods of determining the strength were compared, evaluated for accuracy and relevance was compared using for different breeds, shapes, nature of the surface. The possible correlation of the two methods was discribed.*

***Key words:** strength, uniaxial compression, a hammer SilverShmidt, rocky soils.*

В настоящее время происходит проектирование и строительство сооружений с высоким уровнем ответственности. При этом, сооружения сложной конструкции и высоким уровнем нагрузок не всегда возможно возводить на дисперсных грунтах как из-за

структурно-геологического строения, так и из-за несущей способности основания фундамента сооружения. Одной из основных характеристик скального грунта как основания, так и вмещающей среды для сооружения, является прочность [2].

В свою очередь, проведения комплекса лабораторных исследований на каждой стадии изысканий является трудоемкой задачей как с точки зрения времени, так и с точки зрения стоимости работ. Поэтому, все чаще при исследовании скальных грунтов на предварительных этапах используются косвенные методы определения прочностных характеристик.

Одним из косвенных методов определения прочности на одноосное сжатие является метод упругого отскока. Такие определения выполняются с использованием склерометра (молоток Шмидта). Данный метод является неразрушающим и может выполняться как в лабораторных, так и в полевых условиях. Широкое распространение метод упругого отскока получил в Европейских странах и странах Северной Америки. В настоящее время разработаны различные методики корреляции результатов склерометрии с прочностью различных материалов, в том числе и горных пород [3].

При этом, следует отметить, что в России данный метод не получил широко распространения и нормируется лишь для испытаний строительных материалов (бетонов). Кроме этого, система корреляции энергии упругого отскока и величины предела прочности на одноосное сжатие, которая соответствует нормативной документации в нашей стране, является линейной и не может использоваться при исследовании скальных грунтов.

Поэтому, настоящая работа посвящена изучению прочности скальных грунтов методом упругого отскока и сравнению с результатами определения прочности на одноосное сжатие по ГОСТ 21153.2-84* [1]. Кроме этого, одним из основных направлений данной работы являлся анализ различных методик корреляции, которые приняты за рубежом и определении наиболее универсальной, подходящей для изучения скальных грунтов в условиях нашей страны. Отдельно рассматривался вопрос о методических аспектах склерометрии: в частности, анализировалась зависимость результатов определений от формы испытываемого материала (кern и блок).

По результатам исследований можно утверждать, что линейные способы корреляции результатов определения прочности на одноосное сжатие по ГОСТ 21153.2-84* [1] и результатов, полученных методом упругого отскока, не обладают требуемой точностью. Кроме этого, линейная корреляция не позволяет разработать методику, применимую

к различным типам скальных грунтов – она справедлива лишь внутри одного типа грунтов (осадочные, метаморфические и т.д.). Также установлено, что на результаты склерометрии влияет форма испытываемого материала и характер его поверхности. Однако, сопоставление испытаний материала с разным форм-фактором возможно с учетом коэффициента формы, либо индивидуально разработанной методикой перехода.

Литература

1. ГОСТ 21153.2-84*. Породы горные. Методы определения предела прочности при одноосном сжатии. М.: Государственный комитет СССР по стандартам, 1984. 17 с.
2. Фролова Ю.В. Скальные грунты и методы их лабораторного изучения. М.: КДУ, 2015. 222 с.
3. The ISRM Suggested Methods for Rock Characterization, Testing and Monitoring: 2007-2014. Springer International Publishing Switzerland, 2015, 292 p.

ОЦЕНКА ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ПЛОЩАДКИ СТРОИТЕЛЬСТВА ЖИЛОГО ДОМА В ПЕРМСКОМ КРАЕ

О.С. Ситева¹, А.В. Андрианов²

*Пермский государственный национальный исследовательский
университет,¹-молодой учёный, seredin@nedra.perm.ru,
¹-аспирант 3 года обучения, seredin@nedra.perm.ru*

Научный руководитель: д.г.-м.н., профессор В.В. Середин

Аннотация: на основании изысканий дана оценка инженерно-геологических условий площадки строительства жилого дома в Пермском крае. Выделены следующие инженерно-геологические элементы (ИГЭ): ИГЭ 1 – суглинок тугопластичный (aQ); ИГЭ 2 – суглинок мягкопластичный (aQ); ИГЭ 3 – суглинок текучепластичный (aQ).

Ключевые слова: инженерно-геологические условия, сцепление грунтов, угол внутреннего трения

EVALUATION ENGINEERING-GEOLOGICAL CONDITIONS OF LAND FOR CONSTRUCTION OF A RESIDENTIAL HOUSE IN THE PERM REGION

O.S. Siteva¹, A.V. Andrianov²

Perm State University, ¹-Young Researcher, seredin@nedra.perm.ru,

²-3^d year Post-graduate Student, seredin@nedra.perm.ru

Research Supervisor: Doctor of Geology and Mineralogy, Professor

V.V. Seredin

Abstract: based on the survey assessed the engineering-geological conditions of land for the construction of a residential house in the Perm region. Obtained following engineering-geological elements (EGE) EGE 1 – loam firm-stiff (aQ); EGE 2 - loam soft-firm (aQ); EGE 3 - loam very soft-firm (aQ).

Key words: engineering-geological conditions, soil cohesion, angle of internal friction.

В административном отношении участок изысканий находится в с. Горы, в Осинском районе Пермского края.

Район работ приурочен к восточной части Русской платформы, в пределах Волго-Уральского инженерно-геологического региона (Волго-Уральская антеклиз) [1].

В геоморфологическом отношении изыскиваемый участок располагается на правом склоне долины р. Мосиха, впадающей в реку Кама (Воткинское водохранилище), и представляет собой территорию с выраженным уклоном в западном направлении в сторону р. Мосиха и водохранилища. Крутизна склона достигает 29°.

Район работ согласно СП 131.13330.2012 относится к строительному климатическому подрайону IV. Климат рассматриваемой территории континентальный, с холодной продолжительной зимой, теплым, но сравнительно коротким летом, ранними осенними и поздними весенними заморозками.

Геологическое строение территории представлено четвертичными аллювиальными суглинками. Верхнепермские отложения до глубины 15,0 м не вскрыты.

Согласно схеме гидрогеологического районирования участок работ находится в пределах предуральской части восточной окраины Восточно-Русского артезианского бассейна первого порядка [1]. Подземные воды на площадке изысканий вскрыты на глубине 0,7-8,2 м, установившиеся уровни зафиксированы на тех же глубинах, на отметках 88,78-89,94 м (Балтийская система высот). Водовмещающими грунтами являются суглинки текучепластичные. В

паводковые периоды весеннего снеготаяния и обильных затяжных дождей возможен подъем уровня подземных вод на 1,0-1,5 м и образование верховодки в суглинках мягкопластичных.

По химическому составу подземные воды гидрокарбонатно-сульфатно-хлоридно-кальциево-магнєвые, с сухим остатком 0,8-0,9 г/л. Согласно таблицам В.3, В.4, Г.2 СП 28.13330.2012 подземные воды неагрессивны к бетону нормальной проницаемости (марки W4) и арматуре железобетонных конструкций при периодическом смачивании и при постоянном погружении. Согласно таблицам 3, 5 ГОСТ 9.602-2005 подземные воды обладают средней агрессивностью по отношению к свинцовой оболочке кабеля и высокой агрессивностью по отношению к алюминиевой оболочке кабеля.

В соответствии с полевым описанием грунтов, лабораторными данными, ГОСТ 20522-2012 и классификацией по ГОСТ 25100-2011 на площадке выделены следующие инженерно-геологические элементы (ИГЭ): ИГЭ 1 – суглинок тугопластичный (аQ); ИГЭ 2 – суглинок мягкопластичный (аQ); ИГЭ 3 – суглинок текучепластичный (аQ).

Основные физико-механические показатели суглинка тугопластичного (ИГЭ 1): природная влажность (W) 0,195 д. ед., плотность грунта (ρ) 1,96 г/см³, число пластичности (I_p) 0,125 д. ед., показатель текучести (I_L) 0,325 д. ед., коэффициент пористости (e) 0,656, компрессионный модуль деформации (E_k) 3,5 МПа, угол внутреннего трения (ϕ) 23°, удельное сцепление (C) 30 кПа. Основные физико-механические показатели суглинка мягкопластичного (ИГЭ 2): W=0,244 д. ед., ρ =1,94 г/см³, I_p =0,135 д. ед., I_L =0,575 д. ед., e=0,738, E_k =3,1 МПа, ϕ =17°, C=20 кПа. Основные физико-механические показатели суглинка текучепластичного (ИГЭ 3): W=0,267 д. ед., ρ =1,93 г/см³, I_p =0,118 д. ед., I_L =0,808 д. ед., e=0,775, E_k =2,9 МПа, ϕ =13°, C=17 кПа.

Для определения коррозионной агрессивности грунтов выполнены лабораторные определения химического анализа водной вытяжки. Согласно химическим анализам и таблицам В.1, В.2 СП 28.13330.2012 коррозионная агрессивность по отношению к бетону и на арматуру в железобетонных конструкций – неагрессивная. Согласно ГОСТ 9.602-2005* коррозионная агрессивность грунтов по отношению к свинцовой оболочке кабеля – средняя, реже высокая, к алюминиевой оболочке кабеля – высокая, реже средняя.

В соответствии с картами А и В общего сейсмического районирования (ОСР-97) СП 14.13330.2014 рассматриваемый участок характеризуется сейсмичностью в 5 баллов, что является неопасным для строительства.

В соответствии с приложением Б СП 11-105-97 Ч.І участок изысканий относится ко II категории сложности (средней сложности) по инженерно-геологическим условиям. Среди геологических процессов и явлений, осложняющих инженерно-геологические условия, на территории исследуемого участка следует отметить пучинистость глинистых грунтов, подтопление, эрозионный размыв берегового склона, плоскостной смыв, способствующий развитию оползневых процессов на бровке берегового склона и развитию процессов оврагообразования.

Согласно приложению И СП 11-105-97 Ч.ІІ восточная часть территории изысканий относится к району II-Б₁ (потенциально подтопляемые в результате ожидаемых техногенных воздействий), западная часть территории изысканий, приуроченная к подножию склона, относится к району I-A (подтопленные в естественных условиях).

По степени морозного пучения, согласно пп. 2.136, 2.137 «Пособия...» и 6.8.3, 6.8.4 СП 22.13330.2011 в пределах глубины сезонного промерзания тугопластичные и мягкопластичные суглинки относятся к среднепучинистым, суглинки текучепластичные – к сильнопучинистым.

Согласно «Рекомендациям по количественной оценке устойчивости оползневых склонов» для определения оценки и прогноза устойчивости склона проведены расчеты, согласно которым коэффициент устойчивости склона составляет 2,81; склон в природном состоянии является устойчивым.

Предполагаемая нагрузка на грунты составит 2,5 кгс/см². С учетом нагрузки на склон от веса проектируемого сооружения коэффициент устойчивости склона по методу Г. Крея составит 1,07, по методу К. Терцаги 0,93 и по методу «весового давления» (метод Р.Р. Чугаева) 1,09. Соответственно, в процессе строительства и эксплуатации сооружения возможно понижение коэффициента устойчивости до значений меньше единицы и приведение склона в неустойчивое состояние.

Для исключения нарушения устойчивости склона на стадии строительства и эксплуатации сооружений рекомендуется планировка конфигурации склона в сторону уменьшения его крутизны. Защита склона от подрезки и размыва (берегоукрепительные мероприятия), регулирование поверхностного стока с целью уменьшения или исключения увлажнения грунтов дождевыми и талыми водами (прокладка дренажных систем), после завершения строительства

необходимо провести рекультивацию нарушенного растительного покрова.

Литература

1. Галкин В.И., Середин В.В., Лейбович Л.О., Пушкарёва М.В., Копылов И.С., Чиркова А.А. Оценка эффективности технологий очистки нефтезагрязненных грунтов // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. 2012. № 6. С. 4-7.
2. Красильников П.А., Середин В.В., Леонович М.Ф. Исследование распределения углеводородов по разрезу грунтового массива // Фундаментальные исследования. 2015. № 2-14. С. 3100-3104.
3. Середин В.В. Исследование влияния вязкости поровой жидкости (углеводородов) на прочностные свойства песков // Инженерная геология. 2014. № 4. С. 45-48.
4. Середин В.В., Андрианов А.В. К вопросу о методике определения прочностных характеристик грунтов // Современные проблемы науки и образования. 2013. № 6. С. 946.
5. Середин В.В., Красильников П.А., Чижова В.А. Влияние вязкости поровой жидкости (углеводородов) на модуль деформации глины // Инженерная геология. 2015. № 4. С. 60-63.
6. Середин В.В., Ядзинская М. Р., Красильников П.А. Прогноз прочностных свойств песков, загрязненных углеводородами // Инженерная геология. 2014. № 6. С. 50-55.

ПРОВЕДЕНИЕ ИЗЫСКАНИЙ НА КОКУЙСКОМ ГАЗОНЕФТЯНОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ ДЛЯ ОЦЕНКИ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ

С.А. Суранова

*Пермский государственный национальный исследовательский
университет, студент 3 курса, ssuranova42@mail.ru*

Научный руководитель: д.г.-м.н., доцент И.С. Копылов

Аннотация: на территории газонефтяного месторождения Кокуй был проведён инженерно-геологический анализ, в результате которого автором статьи была дана сравнительная оценка формирования инженерно-геологических условий.

Ключевые слова: геологические процессы, физико-механические свойства пород, карст, трещиноватость, газонефтяное месторождение, Кокуй.

CARRYING OUT RESEARCHES ON THE KOKUYSKY GAS-OIL FIELD FOR AN ASSESSMENT OF ENGINEERING-GEOLOGICAL CONDITIONS

S.A. Suranova

Perm State University, 3^d year Student, ssuranova42@mail.ru

Research supervisor: Doctor of Geology and Mineralogy, Reader

I.S. Kopylov

Abstract: in the territory of an gas-oil field of Kokuy the engineering-geological analysis as a result of which the author of article has given a comparative assessment of formation of engineering-geological conditions has been carried out.

Key words: geological processes, physicommechanical properties of breeds, karst, fracturing, gas-oil field, Kokuy.

В административном отношении участок изыскания расположен в пределах ЦДНГ-10 Кокуйского нефтяного месторождения; в Ординском районе Пермского края.

Целью исследования является определение инженерно-геологических условий, действующих вблизи месторождения Кокуй.

В геоморфологическом отношении участок на Кокуйском месторождении приурочен к левобережному коренному склону долины реки Ирень, осложненному долиной реки Турка.

Ординский район относится к I-B строительному климатическому району. Климат рассматриваемой территории континентальный, с холодной продолжительной зимой, теплым, но сравнительно коротким летом. Зимой на Урале часто наблюдается антициклон с сильно охлаждённым воздухом.

В таблице 1 приведены данные промерзания почвы. Наибольшая измеренная глубина промерзания почвы по метеостанции Кунгур достигает 120 см.

Таблица 1

Данные промерзания почвы

Метеостанция	XI	XII	I	II	III	Из максимальных на зиму		
						средняя	наименьшая	наибольшая
Кунгур	30	44	55	66	71	71	36	120

В пределах участка изысканий грунты могут проявлять пучинистые свойства в зоне сезонного промерзания. Фактором, провоцирующим проявление пучения, является промораживание замоченных грунтов.

Изучаемые характеристики при изыскании – механические показатели грунтов: сцепление (С, кПа), угол внутреннего трения (φ, град), модуль общей деформации (Е, МПа). В таблице 2 дан пример значений модуля общей деформации, полученных по различным методикам.

В соответствии с СП 11-105-97, ч.1 территория проведения исследования – Кокуйское нефтяное месторождение – относится к III категории сложности по инженерно-геологическим и гидрогеологическим условиям.

Таблица 2

Площадка:	ИГЭ (инженерно-геологический элемент) Штамповым испытаниям	(Е, МПа) получен согласно:		
		Нормативной литературе (СП 2213330.2011)	Лабораторным данным	Штамповым испытаниям
Кокуйское газонефтяное месторождение (Пермский край)	Суглинок текучепластичный, текучий	14	2,5	2,6
	Суглинок мягко- и тугопластичный	14	8	-
	Суглинок тугопластичный	21	2,6	8,9
	Суглинок мягкопластичный	10	5,4	8
	Супесь пластичная	22	7,18	8,84
	Суглинок полутвердый	17	3,14	8,19
	Суглинок тугопластичный	14	2,61	7,56

Территория Кокуйского нефтяного месторождения расположена в пределах Иренского района интенсивного карста в сульфатных, реже карбонатных породах, входящего в Карстовую область Уфимского вала [1].

Территория в значительной степени закарстована. Карст распространён повсеместно. Он относится к открытому на участках выхода на поверхность, задернованному, подэллювиальному, подаллювиальному, местами закрытому (под соликамскими некарстующимися или менее карстующимися карбонатными отложениями). В зависимости от форм карста преобладают карстовые воронки, наибольшая плотность которых отмечается в присклоновых частях, на склонах долин, логов и оврагов. Для гипсов характерны

карстовые лога [3]. Район исследования является одним из наиболее крупных карстовых районов, расположенных в Приуралье [5].

Зона активного водообмена и карстообразования складывается породами кунгурского яруса [2]. Карстующимися породами являются, в основном, гипсы и ангидриты, реже известняки, доломиты иренского горизонта кунгурского яруса нижней перми.

Так же в пределах района распространена тектоническая трещиноватость. Она связана с пликтивной складчатостью, зонами меланжа и гидротермальными процессами. Наибольшим распространением пользуется продольная трещиноватость, имеющая наиболее выдержанный характер и совпадающая с региональными зонами разлома субмеридионального простирания. В горных породах Кокуйского месторождения выделено три вида трещин: поверхностного выветривания, литогенетические, тектонические. Трещиноватость имеет сильное влияние на аварийность газопроводов.

Породы месторождения с поверхности интенсивно трещиноватые. Размер трещин по мощности колеблется от 2-5 мм и более. Количество трещин на 1 п.м. составляет 10-15 штук. Трещины выполнены суглинистым заполнителем. Стенки трещин покрыты налётами кальцита, хлорита или гидроокисью железа.

Основные причины, способствующие обострению инженерно-геологических процессов (карст, трещиноватость), являются: неправильная планировка буровой площади, неправильный выбор конструкции скважины, частые порывы водоводов, некачественная засыпка траншей, котлованов.

Литература

1. ВНМД 34-78. Руководство по полевой документации инженерно-геологических работ при изысканиях для строительства, Госстрой РСФСР, 1978. 179 с.
2. Гидрогеология СССР. Том XIII. Поволжье и Прикамье. М., Недра, 1970. 800 с.
3. Голубева Л.В. О плотности карстовых воронок в различных геоморфологических условиях. Докл. АН СССР, т.90, 1953. С. 186-191.
4. Горбунова К.А., Андрейчук В.Н. и др. Карст и пещеры Пермской области. Издательство Пермского университета, 1992. 200 с.
5. Инженерная геология СССР. Том I. Русская платформа. М. Издательство Московского Университета, 1976. 528 с.

ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ХАРЬЯГИНСКОГО НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

К.А. Тамоян

Пермский государственный национальный исследовательский университет, аспирант 2 года обучения, karishuta@yandex.ru,

Научный руководитель: д.г.-м.н., профессор В.В. Середин

Аннотация: изучены инженерно-геологические условия месторождения, выделены инженерно-геологические элементы, приведены основные физико-механические показатели грунтов.

Ключевые слова: инженерно-геологический элемент, многолетнемерзлые грунты, специфические грунты.

ENGINEERING GEOLOGICAL CHARACTERISTICS KHARYAGINSKOYE OIL FIELD

К.А. Tamoyan

Perm State University, 2nd Post-graduate Student, karishuta@yandex.ru,

Research Supervisor: Doctor of Geology and Mineralogy, Professor
V.V. Seredin

Abstract: studied engineering-geological conditions of the deposit, isolated engineering-geological elements, given the basic physical and mechanical properties of soils.

Key words: engineering-geologic element, permafrost ground, problematic soils.

В административном отношении район работ расположен в южной части Ненецкого автономного округа Архангельской области, на территории Харьягинского нефтяного месторождения.

В геоморфологическом отношении район работ расположен в северо-восточной части Русской платформы в пределах Печерской низменности. По схеме инженерно-геологического районирования участок изысканий относится к Печорскому инженерно-геологическому региону (Колвинской впадине). В геокриологическом отношении площадь Харьягинского нефтяного месторождения находится в области несплошного распространения многолетнемерзлых грунтов.

В геологическом строении принимают участие современные верхнечетвертично-современные озерно-аллювиальные и нижнечетвертичные ледниковые и ледниково-морские отложения [1].

В гидрогеологическом отношении район относится к Большеземельскому артезианскому бассейну второго порядка Печорского артезианского бассейна. По данным гидрогеологической и инженерно-геологической съемки на исследуемой территории распространен водоносный криогенно-таликовый верхнечетвертично-современный озерно-аллювиальный горизонт, водовмещающими грунтами являются пески, супеси, суглинки, торф. По химическому составу подземные воды гидрокарбонатно-хлоридно-кальциево-натриевые, гидрокарбонатно-натриевые пресные с минерализацией 0,18-0,27 г/л.

В соответствии с полевым описанием грунтов, лабораторными данными, ГОСТ и классификацией на участке изысканий выделены следующие инженерно-геологические элементы (ИГЭ):

талые грунты:

– ИГЭ 1а – насыпной грунт (tQ_{IV}); ИГЭ 1 – торф среднеразложившийся (bQ_{IV});

– ИГЭ 2 – суглинок мягкопластичный (laQ_{III-IV});

– ИГЭ 3 – суглинок тугопластичный (g, gmQ_I);

мерзлые грунты:

– ИГЭ 1м – торф сильнольдистый (bQ_{IV});

– ИГЭ 2м – суглинок слабольдистый (g, gmQ_I).

Основные физико-механические показатели насыпного грунта (ИГЭ-1а): природная влажность (W) 0,149 д. ед, плотность грунта (ρ) 1,99 г/см³, коэффициент пористости (e) 0,534, компрессионный модуль деформации (E) 21 МПа, угол внутреннего трения (φ) 33°, удельное сцепление (C) 3 кПа. Основные физико-механические показатели торфа среднеразложившегося (ИГЭ-1): $W=0,805$ д. ед, $\rho=0,93$ г/см³, $e=1,033$, $E=0,15$ МПа, $C=29$ кПа, коэффициент консолидации 2 м²/год. Основные физико-механические показатели суглинка мягкопластичного (ИГЭ-2): $W=0,223$ д. ед, $\rho=2,03$ г/см³, число пластичности (I_p) 0,138 д. ед., показатель текучести (I_L) 0,598 д. ед., $e=0,622$, $E=3,9$ МПа, $\varphi=16^\circ$, $C=20$ кПа. Основные физико-механические показатели суглинка тугопластичного (ИГЭ-3): $W=0,213$ д. ед, $\rho=2,06$ г/см³, $I_p=0,155$ д. ед., $I_L=0,419$ д. ед., $e=0,596$, $E=5,3$ МПа, $\varphi=12^\circ$, $C=47$ кПа. Основные физико-механические показатели торфа льдистого (ИГЭ-1м): суммарная влажность (W_{tot})=0,909 д. ед, суммарная льдистость (I_{tot})=0,574 д. ед., $\rho=1,09$ г/см³, $E=1,61$ МПа, эквивалентное сцепление (C_{eq})=0,021 кПа, коэффициент оттаивания (A_{th})=0,256 МПа, коэффициент сжимаемости (m)=0,473 Мпа-1. Основные физико-механические показатели суглинка слабольдистого

(ИГЭ-2м): $W_{tot}=0,250$ д. ед, $It_{tot}=0,377$ д. ед., $\rho=1,94$ г/см³, $E=7,42$ МПа, $Seq=0,017$ кПа, $A_{th}=0,067$ МПа, $m=0,113$ Мпа-1 [3,5,6].

В пределах участка изысканий встречены специфические грунты: торфы, насыпные грунты и многолетнемерзлые грунты.

Болота на участке изысканий низинного типа. Причинами заболачивания являются: зона избыточного увлажнения, равнинный рельеф, близкое залегание подземных вод. Тип болот по характеру передвижения строительной техники 1-й. Строительство на болотах и заболоченных участках рекомендуется производить после замерзания верхнего торфяного покрова. Также необходимо провести специальные мероприятия: устройство дренажа; уплотнение основания; выторфовка слоев торфа с заменой его минеральным грунтом – на участках развития торфов с мощностью менее 2,0 м или устройство фундаментов ниже глубины залегания торфа.

При проектировании и строительстве необходимо учитывать, что при оттаивании мерзлых грунтов могут происходить неравномерные осадки грунта, как из-за неравномерного оттаивания, так и из-за различной льдистости грунта, что потребует проведения мероприятий и приспособления конструкций сооружений к повышенным деформациям. Категория сложности инженерно-геокриологических условий исследуемого участка – II.

В пределах исследуемого участка формируется слой сезонного промерзания, сложенный насыпными песками, торфом и суглинками. Нормативная глубина сезонного промерзания, составляет для торфа 1,3 м, для суглинков – 2,05 м, для песков – 2,7 м. Нормативная глубина сезонного оттаивания составляет для торфа льдистого – 0,9 м, для суглинков слабольдистых – 1,25 м. Мерзлые глинистые грунты при оттаивании приобретают текучепластичную консистенцию.

По характеру подтопления подземными водами территория изыскиваемых трасс относится к I-A (подтопленные в естественных условиях). При проектировании и строительстве на подтопленных участках рекомендуется организация поверхностного стока, создание надежной системы водоотведения, общее водопонижение, методы борьбы с утечками.

В пределах участка изысканий грунты могут проявлять пучинистые свойства. Сезонное пучение грунтов проявляется на участках, где уровень грунтовых вод находится в пределах глубины сезонного промерзания. Фактором, провоцирующим проявление пучения, является промораживание замоченных грунтов. Для исключения данного фактора рекомендуется подготовка грунтов естественного основания фундаментов путем отсыпки песчано-

гравийной смеси с послойным уплотнением мощностью не менее 0,5 м. Процессы морозного пучения с образованием в рельефе многолетних миграционных бугров пучения встречены в полосе проектируемых трасс. Форма бугров пучения в основном округлая, реже овальная. Размер от 6*15 м до 20*23 м, высота бугров пучения – 1,0-1,6 м.

При проектировании на многолетнемерзлых грунтах рекомендуется использовать надземную прокладку трубопроводов на сваях. Глубину заглубления свай необходимо принимать в зависимости от положения кровли ММП. Проектирование нужно вести по I принципу использования вечномерзлых грунтов в качестве основания сооружений. Строительные работы на участках развития ММП с поверхности рекомендуется проводить только в зимнее время [2,4].

Литература

1. Красильников П.А., Середин В.В., Леонович М.Ф. Исследование распределения углеводородов по разрезу грунтового массива // Фундаментальные исследования. 2015. № 2-14. С. 3100-3104.
2. Середин В.В., Леонович М.Ф., Красильников П.А. Прогноз фильтрации углеводородов в дисперсных грунтах при разработке нефтяных месторождений // Нефтяное хозяйство. 2015. №5. С. 106-109.
3. Середин В.В., Красильников П.А., Чижова В.А. Влияние вязкости поровой жидкости (углеводородов) на модуль деформации глины // Инженерная геология. 2015. № 4. С. 60-63.
4. Середин В.В., Стародумова А.О., Пушкарева М.В., Лейбович Л.О. Экспериментальное изучение распределения углеводородного загрязнения в геологической среде // Нефтяное хозяйство. 2014. №10. С. 131-133.
5. Середин В.В., Сысолятин С.Г., Вагин А.Л., Хрулев А.С. Влияние напряженного состояния грунтов на модуль деформации // Инженерная геология. 2015. № 2. С. 12-16.
6. Середин В.В., Ядзинская М.Р., Красильников П.А. Прогноз прочностных свойств песков, загрязненных углеводородами // Инженерная геология. 2014. № 6. С. 50-55.

МЕТОДЫ ФИЗИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ СУФФОЗИОННЫХ ПРОЦЕССОВ

Р.Р. Фаизов

*Пермский государственный национальный исследовательский
университет, студент 4 курса, rustamka.93@mail.ru*

Научный руководитель: к.г.-м.н., доцент Д.М. Димухаметов

***Аннотация:** разработан и апробирован фильтрационный лоток для лабораторного моделирования суффозии в песчаных грунтах. Проведены математическая обработка полученных результатов.*

***Ключевые слова:** физическое моделирование суффозии, фильтрация, геодинамические процессы.*

METHODS OF PHYSICAL MODELING SUFFUSION PROCESSES

R.R. Faizov

Perm State University, 4th year Student, rustamka.93@mail.ru

Research Supervisor: Candidate of Geology and Mineralogy, Reader
D.M. Dimuhametov

***Abstract:** developed and approved lauter tray for the laboratory design of suffosion in sandy soils. Conducted mathematical treatment of the got results.*

***Key words:** physical design of suffosion, filtration, geodynamic processes.*

Актуальность темы. Различные виды моделирования позволяют дополнительно изучить стадии подготовки, развития и затухания геодинамических процессов, но и во многом создать условия для решения конкретных задач, связанных с прогнозом и предотвращением нежелательных последствий их проявления. Одним из наиболее объективных является метод физического моделирования, который позволяет достаточно достоверно воспроизвести природные условия и количественно оценить факторы и последствия развития процесса суффозии.

Цель работы: Разработка методики физического моделирования развития суффозионных процессов в песчаных грунтах.

Основные задачи:

1. Анализ и систематизация методов физического моделирования суффозии.

2. Проведение моделирования суффозии в фильтрационном лотке с целью определения зависимости объемов вынесенного грунта, относительной деформации поверхности от площади сечения предполагаемого дефекта инженерного сооружения во времени при определенном расходе воды.

Количественный прогноз суффозии базируется на математических или физических моделях разной степени сложности, но корректное их отображение требует серьезного качественного анализа геологических условий развития процесса, понимания механизма и характера его взаимодействия с техносферой. [3]

Прогнозы, базирующиеся на натурном эксперименте, отличаются высокой достоверностью и используют главным образом в гидротехническом строительстве.

В лабораторных условиях максимально приблизиться к натуре удастся, используя для моделирования трехмерные (объемные) экспериментальные установки. Двухмерные модели суффозионных процессов, реализуются на «плоских», секторных или цилиндрических приборах с прозрачными стенками. Они менее адекватны натуре, но обладают прекрасными возможностями прямой непрерывной регистрации хода эксперимента.

Критерии подобия, которые необходимо соблюдать при лабораторном моделировании суффозионных и постсуффозионных процессов путем осуществления единичных экспериментов, приводятся в различных публикациях.

Среди методов физического лабораторного моделирования суффозии наиболее важным является создание максимально приближенных к естественным условий протекания процесса. Характерные схемы экспериментального оборудования представлены в работах Хоменко [3].

Одна из схем (рис.1) позволяет решать задачи моделирования различных типов суффозии: псевдовулканической (а), присклоновой (б,в), закрытого суффозионного разрушения пород нисходящим (г) и восходящим (д) потоками и разрушения заполнителя трещин и полостей (е-з).

Наглядные результаты моделирования, позволяющие не только выявить стадии и этапы провалообразования, но и количественно их оценить, представлены в виде фотограмм закрытого фильтрационного разрушения несвязанных пород восходящим потоком (рис.2) [3].

С учетом опыта физического моделирования суффозионных процессов нами был разработан фильтрационный лоток для физического моделирования суффозии в грунтах.

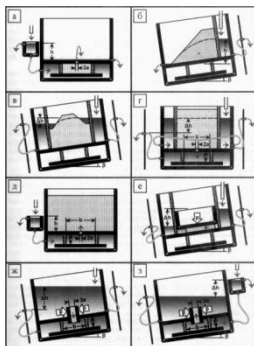


Рис. 1. Технологическая схема фильтрационного лотка

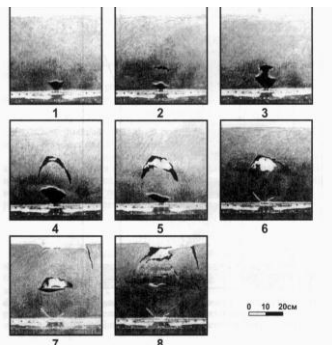


Рис. 2. Фотограмма развития суффозии

Цель исследований – моделирования суффозионных процессов приуроченных к зонам прокладки подземных коммуникаций и связанных с ними аварийными ситуациями. Выбор типа и конструкции лотка обусловлен дренирующим действием канализационных колодцев, лотков и труб при нарушении их сплошности, образованием полостей и провалов на поверхности.

Грунты для проведения опыта выбраны с учетом того, что засыпка котлованов трасс коммуникаций проводится как правило песчаной смесью. Активизация суффозии при данном типе связана с периодами интенсивного снеготаяния и выпадения осадков, в связи с чем для проведения опытов предусмотрена система равномерной подачи воды с поверхности.

Комплект оборудования включает камеры для физического моделирования нисходящей вертикальной и горизонтальной суффозии, грунтоприемники, подвижные заглушки для создания отверстий разного сечения, мерные емкости для сбора вынесенного грунта стойку для установки индикатора (ИЧ-50, ИЧ-100) (рис.3).



Рис. 3. Фильтрационный лоток

Порядок проведения опыта.

1. Для исследуемого песчаного грунта определяются основные физические характеристики.

2. Грунт загружается в камеру и предварительно уплотняется. При моделировании условий суффозионного выноса на определенной глубине заложения коммуникации выполняется пригрузка грунта до условной стабилизации.

3. Устанавливается лоток и мерная емкость для подачи воды с регулируемым расходом. С началом подачи воды включается секундомер и открывается заглушка, имитирующая дефект.

4. Фиксируется время начала поступления грунтов в приемник. Отсчеты объемов вынесенного грунта проводятся через каждые 30 с.

5. Параллельно с измерением объема вынесенного грунта снимаются показания с индикатора часового типа, определяются морфометрические характеристики полостей и провалов.

Выводы

Проведенные в фильтрационном приборе опыты позволяют не только проследить стадии развития суффозии в песчаных грунтах, но и количественно оценить скорости образования пустот и провалов толщ грунтов в условиях, приближенным к естественным, что в перспективе позволит определить и уточнить критические значения факторов развития суффозии, скорости формирования деформаций и предполагаемые размеры провалов при различных сечениях дефектов и глубины их образования.

В дальнейшем, имея набор лабораторных данных, подтвержденных натурными наблюдениями, появится возможность разработать конкретные алгоритмы действий для предотвращения и своевременной локализации негативных последствий суффозии на городских территориях.

Литература

1. Димухаметов Д.М. Опасные геологические процессы на левобережной территории г. Перми (суффозия, подтопление, эрозия): дис. к.г.-м.н. Пермь, 2000. 256 с.
2. Котлов Ф.В. Изменения геологической среды под деятельностью человека. М.: Недра, 1978. 263 с.
3. Хоменко В.П. Закономерности и прогноз суффозионных процессов. М.:ГЕОС, 2006. 216 с.
4. Ломтадзе В.Д. Инженерная геология. Инженерная геодинамика. Л.: Недра, 1977. 479 с.

ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ТЕРРИТОРИИ ПРОЕКТИРУЕМОЙ ВЫСОКОСКОРОСТНОЙ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ МАГИСТРАЛИ В ПРЕДЕЛАХ ВЛАДИМИРСКОЙ ОБЛАСТИ

Е.В. Хлебникова

Пермский государственный национальный исследовательский университет, магистрант 1 года обучения, Rina_1231@mail.ru

Аннотация: изучены инженерно-геологические условия трассы магистрали Владимир-Гороховец Владимирской области. Выделены инженерно-геологические элементы; приведены основные показатели физико-механических свойств; выявлены неблагоприятные процессы, которые необходимо учитывать при проектировании и строительстве железнодорожной магистрали.

Ключевые слова: инженерно-геологические условия, физико-механические свойства грунтов, неблагоприятные геологические процессы, железнодорожная магистраль, Владимирская область.

ENGINEERING-GEOLOGICAL CONDITIONS OF THE AREA PROJECTED HIGH-SPEED RAILWAY LINE WITHIN THE VLADIMIR REGION

E.V. Khlebnikova

Perm State University,

1st year Master's Degree Student, Rina_1231@mail.ru

Abstract: engineering and geological conditions of the route of the highway Vladimir-Gorohovets Vladimir region are studied. Engineering-geological elements are emphasized; the main indicators of physical-mechanical properties are show; adverse processes that need to be considered in the design and construction of the railway are revealed.

Key words: engineering-geological conditions, physical-mechanical properties of soils, adverse geological processes, the railway, Vladimir oblast.

В настоящее время актуальным является вопрос о модернизации транспортного сообщения в центральной и западной частях России. Это связано с повышенной интенсивностью пассажирских поездов и грузоперевозок по данному направлению. Проектируемая железнодорожная высокоскоростная магистраль (ВСМ) Москва – Казань – Екатеринбург, призвана в значительной мере решить данную

проблему. Для комплексного освоения территории и целей проектирования и строительства, а в дальнейшем – безопасной эксплуатации ВСМ необходимо проведение анализа инженерно-геологических условий и выявление неблагоприятных геологических процессов.

В 2015-2016 г. организацией ОАО «Пермгипроводхоз» проведены инженерно-геологические изыскания ВСМ на участке г. Владимир – г. Гороховец в пределах Владимирской области от г. Владимира до г. Гороховца (протяженность трассы ок. 180 км).

Основные методы исследований. Методика изысканий ВСМ и объемы работ соответствовали установленным нормативным документам. По трассе ВСМ было пробурено 48 скважин до 50 м. Бурение проводилось с целью изучения геолого-литологического разреза и гидрогеологических условий. Маршрутные наблюдения проводились для изучения геологических процессов и явлений.

Физико-географические условия. Территория исследований расположена в центральной части Восточно-Европейской равнины, в пределах Мещерской низменной провинции, в бассейне р. Клязьмы и ее притоков. Рельеф относительно ровный, с плавными повышениями и понижениями. Климат умеренно-континентальный. Среднегодовая температура воздуха составляет $+3,3^{\circ}\text{C}$, абсолютный минимум -45°C , максимум $+38^{\circ}\text{C}$. Среднегодовая норма осадков – 673 мм.

Гидрогеологические условия. Район расположен в пределах Клязьменской гидрогеологической области и характеризуется развитием в основном флювиогляциального водоносного горизонта. Водовмещающими являются прослойки мелких песков, водоупором – глинистые грунты. В процессе изысканий, выполненных в декабре 2015 г., появившийся уровень горизонта подземных вод был отмечен на глубинах 1,4-2,4 м. По химическому типу подземные воды гидрокарбонатно-натриево-калиево-хлоридные с минерализацией 0,81-0,84 г/л. Подземные воды неагрессивны к бетону нормальной проницаемости (марки W4) и неагрессивны к арматуре железобетонных конструкций (при периодическом смачивании).

Геологические условия района и участка исследований. В тектоническом отношении территория находится в пределах трех крупных структур: в западной части выделяется Московская синеклиза, в центральной части – Балахнинская зона линейных складок, в восточной части – Волго-Уральская антеклиза [2]. В сейсмическом отношении территория относится 6-й бальной зоне при 1% вероятности превышения в течение 50 лет интенсивности сейсмических воздействий, согласно карт ОСР-97-А, В и С

(СП 14.13330.2011). По неотектоническим условиям [1] территория находится в пределах нескольких макроблоков, а в центральной части выделяется серия региональных неотектонических линеаментов северо-восточного простирания, что подтверждается материалами дешифрирования современных космических снимков [4].

Выделяется два структурных яруса: нижний – складчатое основание, сложенное кристаллическими породами архейского и протерозойского возраста; верхний – осадочный комплекс, представленный отложениями позднего докембрия, кембрия, ордовика, девона, карбона, перми, триаса, юры, мела, палеогена, неогена и четвертичной системы. Четвертичные отложения представлены континентальными образованиями, имеют повсеместное распространение [3]. В геологическом строении (до глубины 50 м) принимают участие четвертичные аллювиальные отложения (aQ_{IV}), флювиогляциальные (fQ_{II}) и элювиальные образования (eQ_{IV}).

Физико-механические свойства грунтов. На основании анализа данных бурения инженерно-геологических скважин и результатов лабораторных исследований грунтов, в геолого-литологическом разрезе до глубины 50 м, согласно ГОСТ 25100-2011 и ГОСТ 20522-96, выделено 6 инженерно-геологических элементов (ИГЭ): ИГЭ-1 Суглинок светло-серый тяжелый пылеватый, легкий пылеватый, тяжелый песчанистый и легкий песчанистый тугопластичный (aQ_{IV}). Естественная влажность (W) 18,4%; плотность грунта (ρ) 2,09 г/см³; число пластичности (Ip) – 9%, показатель текучести (IL) – 0,44 д. ед, коэффициент пористости (e) 0,53 д.ед; компрессионный модуль деформации (E) – 25 МПа; угол внутреннего трения (ϕ) – 23°, удельное сцепление (C) – 34 Кпа; ИГЭ-2 Суглинок серый тяжелый пылеватый, легкий пылеватый, тяжелый песчанистый и легкий песчанистый мягкопластичный (aQ_{IV}). $W=19,4\%$, $\rho=2,08$ г/см³, $Ip=9\%$, $IL=0,54$ д. ед, $e=0,55$ д.ед, $E=17$ МПа, $\phi=20^\circ$, $C=15$ Кпа; ИГЭ-3 Суглинок серый тяжелый пылеватый, легкий пылеватый, тяжелый песчанистый и легкий песчанистый полутвердый (fQ_{II}). $W=21,0\%$, $\rho=2,09$ г/см³, $Ip=14\%$, $IL=0,11$ д. ед, $e=0,57$ д. ед, $E=22$ МПа, $\phi=20^\circ$, $C=30$ Кпа; ИГЭ-4 Глина серая тяжелая пылеватая, легкая пылеватая, тяжелая песчанистая и легкая песчанистая тугопластичная (fQ_{II}). $W=31,0\%$, $Ip=23\%$, $IL=0,26$ д. ед.; ИГЭ-5 Глина серая тяжелая пылеватая, легкая пылеватая, тяжелая песчанистая и легкая песчанистая полутвердая (eQ_{IV}). $W=25,8\%$, $\rho=1,93$ г/см³, $Ip=20\%$, $IL=0,14$ д. ед, $e=0,78$ д. ед, $E=18$ МПа, $\phi=19^\circ$, $C=60$ Кпа; ИГЭ-6 Глина серая тяжелая пылеватая, легкая пылеватая, тяжелая песчанистая и легкая песчанистая твердая

(eQIV). $W=20,7\%$, $\rho=2,05$ г/см³, $I_p=19\%$, $I_L=0,07$ д. ед, $e=0,61$ д. ед, $E=30$ МПа, $\varphi=15^\circ$, $C=50$ Кпа.

Экзогенные геологические процессы.

Геологические процессы разнообразны по генезису и интенсивности проявления. Приуроченность региона к зоне избыточного увлажнения обуславливает широкое развитие заболачивания. Карстовые процессы развиты на западе и северо-западе [3]. По трассе изысканий карстовый процесс имеет локальное распространение в виде единичных карстовых воронок и небольшого озера. Воронки сухие, реже заполнены водой. По подтопляемости территории, согласно прил. И СП 11-105-97 (часть II), район изысканий относится к району II-A2 (потенциально подтопляемые).

Заключение. В целом, инженерно-геологические условия территории являются относительно благоприятными для строительства ВСМ. Однако отмечаются участки с неблагоприятными инженерно-геологическими условиями в связи с развитием заболоченных территорий и возможного проявления карстового процесса. Известно, что карстовые процессы наиболее сильно развиваются в условиях повышенной неотектонической (геодинамической) активности, которые формируют зоны повышенной трещиноватости пород [4,5]. Поэтому, при проектировании и строительстве ВСМ необходимо предусмотреть применение комплекса аэрокосмогеологических (линеamentно-геодинамический анализ) и геофизических методов для выявления неблагоприятных карстовых процессов и изучения зон повышенной трещиноватости.

Литература

1. Бабак В.И., Николаев Н.И. Пояснительная записка к карте геоморфолого-неотектонического районирования Нечерноземной зоны РСФСР (за исключением горной части Урала и Калининградской области). Масштаб 1:1 500 000. ВИЭМС, М., 1983.
2. Государственная геологическая карта. Лист О-37, 38. Масштаб 1:1000000 / Гл. ред. В.П. Кириков. СПб: ВСЕГЕИ, 2000. URL: <http://vsegei.ru/ru/info> (дата обращения 16.02.2016).
3. Инженерная геология СССР. В 8-ми томах. Т.1. Русская платформа. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1978. 527 с.
4. Копылов И.С. Теоретические и прикладные аспекты учения о геодинамических активных зонах // Современные проблемы науки и образования. 2011. № 4.
5. Копылов И.С. Аэрокосмогеологические методы для оценки геодинамической опасности на закарстованных территориях // Современные наукоемкие технологии. 2014. № 6. С. 14-19.

ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ГОРНЫХ ПОРОД ПРИ ИХ НАГРУЖЕНИИ

А.С. Хрулев

*Пермский государственный национальный исследовательский
университет, аспирант 1 года обучения, seredin@nedra.perm.ru*

Научный руководитель: д.г.-м.н., профессор В.В. Середин

Аннотация: экспериментально установлено, что температура материала (Δt) в зоне магистральной трещины разрушения контролируется типом материала и видом напряженного состояния. С увеличением прочности пород Δt возрастает. При одноосном растяжении наблюдаются минимальные значения Δt , а при одноосном сжатии Δt закономерно увеличивается.

Ключевые слова: температура, напряжения, трещина разрушения.

STUDY OF THE CHANGE OF TEMPERATURE OF ROCKS DURING THEIR LOADING

A.S. Khrulev

Perm State University,

1st year Post-graduate Student, seredin@nedra.perm.ru

Research Supervisor: Doctor of Geology and Mineralogy, Professor

V.V. Seredin

Abstract: it was established experimentally that the temperature of the material (Δt) in the main zone of fracture is controlled by material type and stress state. With increasing rock strength Δt increases. Under uniaxial tension observed minimum value of Δt , and under uniaxial compression Δt naturally increases.

Key words: temperature, stresses, crack destruction.

Введение. Процессы формирования прочностных, деформационных и физических свойств дисперсных грунтов несколько отличны от образования этих же свойств в скальных и полускальных горных породах [2,4,5,6]. Так согласно теории Гриффитца в любом материале, в том числе и в горных породах, содержатся дефекты. При нагружении тела вокруг дефекта возникает концентрация напряжений, которая вызывает рост и распространение трещин. Этот процесс приводит к формированию магистральной трещины разрушения горных пород.

В работе [7] выдвинута гипотеза, что разрушение горных пород протекает в два этапа: первоначально формируется магистральная трещина разрыва, затем происходит сдвиг горной породы по этой

трещине. В зависимости от прилагающих к грунту напряжений в зоне разрушения формируется определенная морфология поверхности трещин [7], появляется песок трения, материал изменяет свое фазовое состояние, меняется минеральный состав материнской породы, появляются новые минералы. С физической точки зрения внешние напряжения (нагрузки) на горную породу реализуются в ней в виде акустической эмиссии [3] и тепла [1]. В работе В.И. Шейнина и др. изучено изменение мощности инфракрасного излучения с поверхности образцов горных пород при нагружении их в условиях одноосного сжатия. Развитием данного направления исследований занимались Д. Оливер, В.Н. Опарин, Д.И. Блохин и др. На основании этих исследований предложены методы определения напряженного состояния горных пород и других материалов по данным инфракрасного излучения. В работе В.В. Середина [1] приведены данные по изменению температуры пород, снятой с поверхности образцов в условиях одноосных растяжения и сжатия. Однако экспериментальной информации об изменении температуры пород при всестороннем сжатии материала недостаточно. Поэтому целью данной работы является изучение изменения температуры горной породы в зоне магистральной трещины разрушения в условиях объемного напряженного состояния.

Методика. Объектами исследования являлись гипс и цемент марки М400. Из данного материала изготавливались образцы путем формовки гипсовой и цементной паст с последующей сушкой. Для исследования материалов в условиях одноосных сжатия и растяжения использовались образцы цилиндрической формы диаметром 39 мм-40 мм и высотой 7 мм-80 мм. Изучение горных пород в условиях объемного напряженного состояния проводилась на образцах в форме прямоугольника размерами 40 мм×40 мм×80 мм.

Полученные образцы на одноосное сжатие (σ_c) испытывались на прессе. Одноосное растяжение (σ_p) определяли прямым методом.

Для исследования материалов в объемном напряженном состоянии специально разработан и изготовлен механический стабилومتر (прибор), позволяющий проводить испытания материалов в условиях $\sigma_1 > \sigma_2 > \sigma_3 = 0$. При этом одна сторона образца оставалась свободной, и с ее поверхности снимались температура до и в процессе испытаний.

Для регистрации температуры пород при ее сжатии, растяжении и в объемном напряженном состоянии использовался прибор Testo 882. Обработка термограмм выполнялась с помощью программы IRSofT. Файл тепловизора сохраняет два изображения: саму

термограмму и фотографию разрушения образца породы (рис.3). В программе проводится детальный анализ объекта съемки с указанием места разрушения и определением температур материала до (t_1) и во время (t_2) приложения нагрузки. После чего определялся показатель Δt_{cp} как разница средних температур до и после опытов образца материала в зоне магистральной трещины разрушения и Δt_{max} как разница температур до опытов (средняя) и самой горячей точки после или во время опытов образца материала. Точность измерений температуры образцов составляла $0,1^\circ\text{C}$.

Обсуждение результатов исследований.

Результаты первичной обработки экспериментальных данных показали, что для всех исследуемых материалов значение Δt_{cp} максимально при испытаниях образцов в условиях объемного напряженного состояния. При одноосном сжатии Δt_{cp} принимает меньшие значения, а при растяжении Δt_{cp} минимальные. Так, для гипса средняя температура на поверхности образца при испытаниях его в условиях объемного напряженного состояния увеличилась на $\Delta t_{cp} = 1,0^\circ$ по сравнению с начальной температурой образца, в условиях одноосного сжатия на $\Delta t_{cp} = 0,8^\circ$, в при растяжении на $\Delta t_{cp} = 0,5^\circ$. С увеличением прочности образцов в условиях объемного напряженного состояния температура материалов в зоне разрушения возрастает. Так, в образцах, сложенных гипсом, при средней прочности $\sigma_1 = 20,6$ МПа температура материала (Δt_{cp}) в зоне разрушения составляет $1,0$ градус Цельсия. При увеличении же прочности образцов до $30,3$ МПа (цемент М-400) температура увеличилась в $1,4$ раза и составляет $\Delta t_{cp} = 1,4^\circ\text{C}$.

В условиях одноосного растяжения наблюдается подобная же закономерность: с увеличением прочности материала температура в зоне разрушения возрастает. Так, при средней прочности на растяжения образцов цемента М-400 $\sigma_p = 0,08$ МПа температура материала составляет $\Delta t_{cp} = 0,2^\circ\text{C}$, при увеличении прочности до $0,14$ МПа (гипс) температура увеличивается в $2,5$ раза и составляет $\Delta t_{cp} = 0,5^\circ\text{C}$.

Из приведенного следует, что показатель Δt_{cp} следует использовать в качестве классификационного признака, по которому можно оценить предельные (разрушающие) напряжения материалов.

Анализ вариации критерия Δt_{max} показывает, что максимальные значения Δt_{max} принимает при испытании образцов в условиях одноосного сжатия ($\Delta t_{max} = 5,4^\circ$ для цемента М-400), минимальные – при одноосном растяжении ($\Delta t_{max} = 0,2^\circ$ для цемента М-400), а в условиях объемного напряженного состояния промежуточные значения ($\Delta t_{max} = 2,8^\circ$ для цемента М-400). Отсюда концентрации

локальных напряжений, оцениваемые через $\Delta t_{\max}$, наиболее значительно проявляются при одноосном сжатии. Изучение распределения температуры на поверхности образцов в зоне магистральной трещины разрушения проводилось по данным термограмм. Результаты исследований показали, что перед «зоной» трещины разрушения наблюдается понижение температуры по сравнению температурой образца до опыта. В зоне же разрушения фиксируем скачок температуры.

Заключение. Экспериментально установлено, что температура материала (Δt) в зоне магистральной трещины разрушения контролируется типом материала и видом напряженного состояния (сжатие-растяжение) через физико-химико-геологические процессы, протекающие в зоне сдвига (разрушения). С увеличением прочности пород температура материалов в зоне разрушения возрастает. В условиях одноосного растяжения наблюдаются минимальные значения температуры (Δt), а в условиях одноосного сжатия температура закономерно увеличивается.

Литература

1. Середин В.В. Исследование температуры пород в зоне трещины разрушения // *Фундаментальные исследования*. 2014. № 9-12. С. 2713-2717.
2. Середин В.В. Исследование влияния вязкости поровой жидкости (углеводородов) на прочностные свойства песков // *Инженерная геология*. 2014. № 4. С. 45-48.
3. Середин В.В., Каченов В.И., Ситева О.С., Паглазова Д.Н. Изучение закономерностей коагуляции глинистых частиц // *Фундаментальные исследования*. 2013. № 10-14. С. 3189-3193.
4. Середин В.В., Красильников П.А., Чижова В.А. Влияние вязкости поровой жидкости (углеводородов) на модуль деформации глины // *Инженерная геология*. 2015. № 4. С. 26-29.
5. Середин В.В., Ядзинская М.Р. Исследования механизма агрегации частиц в глинистых грунтах при загрязнении их углеводородами // *Фундаментальные исследования*. 2014. № 8-6. С. 1408-1412.
6. Середин В.В., Ядзинская М.Р. Закономерности изменений прочностных свойств глинистых грунтов, загрязненных нефтепродуктами // *Инженерная геология*. 2014. № 2. С. 26-32.
7. Середин В.В., Лейбович Л.О., Пушкарева М.В., Копылов И.С., Хрулев А.С. К вопросу о формировании морфологии поверхности трещины разрушения горных пород // *Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых*. Новосибирск: 2013. № 3. С. 85-90.

ОЦЕНКА СКЛОННОСТИ ЛЁССОВЫХ ГРУНТОВ К ПРОСАДОЧНЫМ ЯВЛЕНИЯМ НА ОСНОВЕ ПРИМЕНЕНИЯ КОСВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

Т.Н. Чеботарёва

*Санкт-Петербургский государственный университет,
магистрант 2 года обучения, tanya_geol@mail.ru*

Научный руководитель: к.г.-м.н., доцент Н.Г. Корвет

Аннотация: *приведены результаты исследования склонности лёссовых грунтов к просадочным явлениям косвенными методами на примере строительной площадки г. Ростова.*

Ключевые слова: *лёссовые грунты, просадочные явления, косвенные показатели.*

ESTIMATION OF PROPENSITY LOESS SOILS TO SUBSIDENCE PHENOMENA BASED ON THE USE OF INDIRECT INDICATORS

T.N. Chebotareva

Saint-Petersburg State University,

2nd year Master's Degree Student, tanya_geol@mail.ru;

Research Supervisor: Candidate of Geology and Mineralogy

Reader N.G. Korvet

Abstracts: *The results of studies propensity to loess soils subsidence phenomena by indirect methods on the example of the construction site of Rostov.*

Key words: *loess soils, sagging phenomenon, indirect indication.*

Инженерно-геологической оценке лёссовых грунтов, слагающих территории России, посвящены многочисленные исследования, результаты которых отражены в значительном количестве работ и обобщены в монографии [2].

Ростов-на-Дону и Ростовская область – один из регионов РФ, где лёссовые грунты являются основанием и средой для различного типа сооружений, в связи с чем, характеризуются детальной изученностью [4]. Как известно, лёссовые грунты имеют характерную особенность, которая проявляется в потере их прочности, и они дают дополнительные деформации (просадки) от внешней нагрузки и (или) собственного веса грунта [1,5,6]. При этом важно учитывать, что реализации просадочных свойств этих грунтов может способствовать

их замачивание (естественное или техногенное). Проектирование на них сооружений предполагают особый подход [7].

С целью прогноза устойчивости и нормальной эксплуатации зданий и сооружений на лёссовых грунтах проводится оценка их просадочности с помощью прямых и косвенных методов. Прямые методы применяют непосредственно для получения численных характеристик просадочности (в процессе полевых или лабораторных испытаний грунтов на просадочность), которые используют для окончательных прогнозных расчётов. Для предварительной прогнозной оценки различными исследователями предложено использовать косвенные признаки, в число которых входят косвенные показатели. Их применение для прогнозирования склонности грунтов к просадочным явлениям предполагает проводить предварительно районирование территории по потенциальной угрожаемости с выделением наиболее опасных участков и ограничением объёма специальных изысканий на заведомо непросадочных толщах [1]. Этим и был вызван интерес автора к определению просадочности грунтов косвенными показателями с целью оценки возможности их использования на участках залегания лёссовых грунтов.

В работе приводятся результаты оценки склонности лёссовых грунтов Ворошиловского района г. Ростова-на-Дону к просадочности с помощью косвенных критериев, полученные автором на основе материалов комплексного изучения инженерно-геологических условий участка строительства, выполненных организацией ООО «Геобазис». В отдельных видах работ автор принимала непосредственное участие.

Объектом исследований являются четвертичные глинистые отложения, представляющие основание проектируемых сооружений в пределах строительной площадки. На основе результатов полевых и лабораторных работ, проведённых на данной площадке и включавших полный комплекс исследований, установлено, что до глубины 8,5-12,9 м повсеместно встречены лёссовидные суглинки, характеризующиеся просадочностью. Выделены I и II типы грунтовых условий по просадочности. Просадка грунтов для грунтов I типа составляет 4,40 см, для грунтов II типа – от 5,28 см до 14,73 см.

Косвенные показатели, для оценки потенциальной просадочности лёссовых грунтов учитывают их физическое состояние. Проведённый автором анализ литературных источников по обоснованности их применения для подобной оценки показал, что их достаточно много, но основными из них являются коэффициент водонасыщения пород; индекс просадочности; показатель просадочности, характеризующий естественную недоуплотнённость

лѣссовых пород; классификация В.И. Крутова, основанная на взаимоотношении коэффициента пористости, плотности скелета грунта и коэффициента водонасыщения пород; коэффициент дефицита влажности (основывается на пористости и объѣмной влажности). Формулы их расчѣта, принципы, по которым эти показатели характеризуют просадочность грунтов, указаны в соответствующей литературе, где также отмечается, что не всегда использование некоторых из этих показателей дают надёжные результаты, и для каждой конкретной территории необходимо их уточнение [1,3,5].

В связи с этим, на исследуемой территории произведены расчѣты по косвенным критериям потенциальной просадочности лѣссовых грунтов, которые прямыми методами были определены, как просадочные. Для расчѣтов использовались показатели физических свойств грунтов, отобранных из 20-ти скважин. Были составлены таблицы для каждой скважины, которые затем были сведены в общую таблицу, где показаны результаты расчѣта косвенных показателей просадочности грунтов и дана оценка склонности грунтов к этому явлению. Полученные результаты использованы при построении диаграммы, представленной на рисунке, в которой обобщены результаты обработки всех полученных данных и из которой можно судить о роли каждого из косвенных показателей в оценке склонности грунтов площадки к просадочным явлениям. На диаграмме цифрами указано количество определений, показавших, что исследуемые грунты обладают склонностью к просадкам по каждому из косвенных показателей, которые совпали с прямыми определениями.

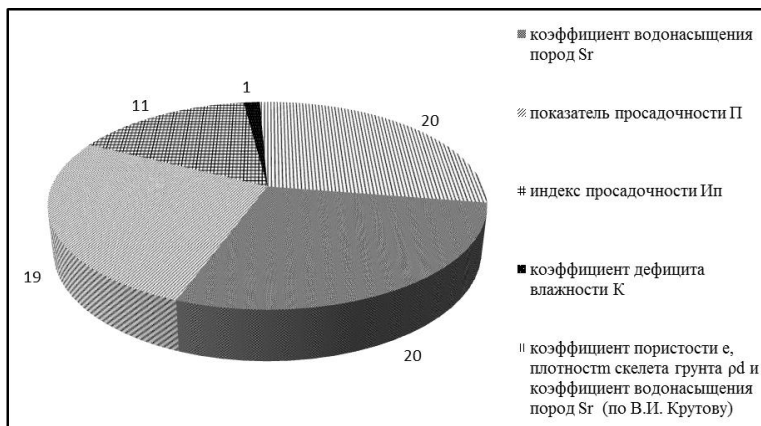


Рис. Количество косвенных показателей, характеризующих грунты как просадочные

Таким образом, по показателю коэффициента водонасыщения пород и показателя просадочности, все исследуемые грунты определяются как просадочные (20 скв). По классификации В.И. Крутова, практически все исследуемые грунты (19 скв. из 20) были отнесены к слабопросадочным (по прямым признакам они дают просадку около 9-11 см). Индекс просадочности классифицировал грунты как просадочные в 11 скважинах. Коэффициент дефицита влажности только в одном случае указал на просадочность грунтов.

Следует отметить, что на основании полученных результатов выводы о корректности применяемых косвенных показателей для данных грунтов делать преждевременно, и для возможности их применения для оценки просадочности в каждом конкретном регионе нужно тщательное обоснование, что и было отмечено выше. Окончательная оценка роли каждого показателя может быть осуществлена только при детальном анализе влияния на этот показатель физических свойств грунтов, обусловленных природными и техногенными факторами, определяющими особенности инженерно-геологической обстановки площадки, что и предполагается при дальнейших исследованиях.

Литература

1. *Иванов И.П., Тржцинский Ю.Б.* Инженерная геодинамика. СПб: Наука, 2001. 416 с.
2. Инженерная геология России. Том 1. Грунты России: Под ред. В.Т. Трофимова, Е.А. Вознесенского, В.А. Королёва, М.: КДУ, 2011. 672 с.
3. Костарев В.П. О соответствии показателей просадочных суглинков Усть-Кишерти косвенным критериям просадочности пылевато-глинистых грунтов Пермского Приуралья. // Перспективы развития инженерных изысканий в строительстве в РФ. Материалы 3 конференции изыскательских организаций. М.: ОАО ПНИИС. 2007. С. 83-86.
4. *Меркулова К.М.* Инженерно-геологические условия г. Ростова-на-Дону / Ростов-на-Дону: Изд-во РГПУ, 2006. 132 с.
5. *Трофимов В.Т.* Генезис просадочности лёссовых пород / В.Т. Трофимов. М.: Издательство МГУ, 1999. 271 с.
6. *Трофимов В.Т.* Теория формирования просадочности лёссовых пород / В.Т. Трофимов. М.: ГЕОС, 2003. 275 с.
7. СП 22.13330.2011. Свод правил. Основания зданий и сооружений. (Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83*).

ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СЕЛИЩЕНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО ГИПСА

Е.А. Чуракова

Пермский государственный национальный исследовательский университет, студент 4 курса, churakova10021995@mail.ru

Научный руководитель: к.г.-м.н., доцент А.К. Алванян

Аннотация: в статье дана инженерно-геологическая оценка Селищенского месторождения строительного гипса. Показано, что закарстованность зависит от мощности вскрышных пород.

Ключевые слова: инженерно-геологическая оценка, месторождение строительного гипса, закарстованность, мощность вскрышных пород.

ENGINEERING-GEOLOGICAL EVALUATION SELISCHENSKOGO DEPOSIT BUILDING GYPSUM

E.A. Churakova

Perm State University, 4th year Student, churakova10021995@mail.ru

Research Supervisor: Candidate of Geology and Mineralogy, Reader
A.K. Alvanjan

Abstract: the article presents the engineering-geological assessment Seledtskogo deposits of gypsum. It is shown that sakartveloshi depends on the capacity of overburden.

Key words: engineering-geological evaluation, gypsum deposit, karst, the overburden thickness.

По административному положению Селищенское месторождение строительного гипса входит в Чусовской муниципальный район Пермского края. Месторождение занимает часть небольшой возвышенности, протягивающейся с севера на юг и окаймлённой с востока речкой Селищной, а с запада – её правым притоком. Восточная половина района представляет собой увалисто-холмистую местность, весьма характерную для предгорной части западного склона Среднего Урала. Основной морфологической формой рельефа являются «увалы». Западная половина района характеризуется пологими формами рельефа. Местность слабовсхолмлённая [1].

В орографическом отношении описываемое месторождение расположено на небольшой возвышенности, которая

почти кругом окружена долиной речки Селищной и её безымянным правым притоком [5].

Древнейшими отложениями являются мощные «немые» толщи плотных зеленовато- и красновато-серых песчаников и глинистых сланцев, относящиеся к нижнему девону. Более молодыми отложениями являются отложения среднего и верхнего девона, которые слагают узкие полосы, оконтуривающие отложения ещё более молодого возраста – каменноугольной системы. Четвертичные отложения представлены элювиальными, делювиальными и аллювиальными рыхлыми отложениями.

С поверхности гипсы перекрыты делювиальными глинами. Глина желтовато-серая, желтая, плотная, вязкая. На контакте с гипсом песчанистая, тугопластичная, с включениями гальки песчаника и обломков гипса. Мощность вскрышных отложений колеблется от 0,1 до 11,7 м. Селищенское месторождение представлено линзой залежью гипса среди известково-песчано-глинистых отложений нижней перми. Мощность гипсовой толщи в границах подсчета запасов изменяется от 5,0 до 20,5 м. Запасы месторождения составляют 823607,2 м³ строительного гипса [1].

В данной работе была поставлена задача: найти закономерность между мощностью вскрышных пород и степенью закарстованности. Для этого понадобилось построить карту мощности вскрышных пород (рис.).



Рис. Карта мощности вскрышных пород

Средней мощностью стала линия в 2 м, по которой происходило деление на 2 сектора. Первый сектор – это мощность вскрышных пород меньше 2 м, а второй сектор – больше 2 м.

ГЕОЛОГИЯ В РАЗВИВАЮЩЕМСЯ МИРЕ

Для расчета закарстованности данного месторождения по двум секторам нам понадобятся два показателя: объем воронок (1) и объем потерь на контакте с карстовыми образованиями (2). Данные приведены в таблице [2,3,4].

$$V = \frac{\pi h}{3} \cdot (R_n^2 + R_n R_e + R_e^2) \quad (1)$$

где h - глубина воронки;
 R_e – радиус верхнего основания;
 R_n – радиус нижнего основания.

$$V_{II} = L \cdot S_{mp} \cdot n = S_{mp} \cdot \pi \cdot d_{cp} \cdot n \quad (2)$$

где L - средняя длина окружности по каждой воронке;
 S_{mp} - площадь элементарной трапеции;
 n – количество уступов;
 d_{cp} – средний диаметр воронки.

Таблица

Расчет объема воронок и объема потерь на контакте с карстовыми
образованиями по двум секторам

м _{вскр.п.} < 2 м			м _{вскр.п.} > 2 м		
№ вор.	V, м ³ Объем воронок	Vп, м ³ Объем потерь на контакте с карстовыми образованиями	№ вор.	V, м ³ Объем воронок	Vп, м ³ Объем потерь на контакте с карстовыми образованиями
1	1238,83	2156,70	1	188,50	995,40
2	1924,23	2903,25	2	1384,40	4811,10
3	523,60	1659,00	3	808,17	1741,95
4	424,12	1493,10	4	2481,86	5640,60
5	221,22	1078,35	5	100,53	663,60
6	335,10	1327,20	6	1018,92	2156,70
7	1551,95	5142,90	7	256,56	1161,30
8	461,81	2986,20	8	1603,78	5972,40
9	1279,41	4313,40	Σ=	7842,72	23143,05
10	1302,98	4977,00			
11	974,94	4313,40			
12	378,30	1410,15			
13	1472,62	2073,75			
14	188,50	995,40			
15	353,43	1244,25			
Σ=	12631,04	38074,05			

Первый сектор:

$$V + V_n = 12631,04 \text{ м}^3 + 38074,05 \text{ м}^3 = 50705,09 \text{ м}^3$$
$$З = \frac{V + V_n}{V_{\text{общ}}} * 100\% \quad (3)$$

где $З$ – показатель закарстованности;

$V + V_n$ – объем воронок в изученной породе;

$V_{\text{общ}}$ – объем полезной толщи.

$$З = \frac{50705,09 \text{ м}^3}{823607 \text{ м}^3} * 100\% = 6,2\%$$

Второй сектор:

$$V + V_n = 7842,72 \text{ м}^3 + 23143,05 \text{ м}^3 = 30985,77 \text{ м}^3$$
$$З = \frac{30985,77 \text{ м}^3}{823607 \text{ м}^3} * 100\% = 3,8\%$$

Исходя из расчетов, можно сделать вывод: Чем меньше мощность вскрышных пород, чем больше закарстованность. Её необходимо учитывать при составлении технического проекта разработки месторождения [2,3].

Литература

1. Алванян А.К. ООО «УралГеоПроект»: отчет по ревизии запасов Селищенского месторождения гипса. Пермь, 2012. 134 с.
2. Середин В.В., Галкин В.И., Растегаев А.В., Лейбович Л.О., Пушкарева М.В. Прогнозирование карстовой опасности при инженерно-геологическом районировании территорий // Инженерная геология. 2012. № 2. С. 40-45.
3. Середин В.В., Сысолятин С.Г., Вагин А.Л., Хрулев А.С. Влияние напряженного состояния грунтов на модуль деформации // Инженерная геология. 2015. № 2. С. 12-16.
4. Середин В.В., Андрианов А.В. К вопросу о методике определения прочностных характеристик грунтов // Современные проблемы науки и образования. 2013. № 6. С. 946.
5. Чайковский И.И., Даровских Н.А. Геологические памятники Пермского края. Энциклопедия // Горный институт УрО РАН. Пермь, 2009. С. 302-308.

К ВОПРОСУ ОБ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКОМ РАЙОНИРОВАНИИ

М.Р. Ядзинская

Пермский государственный национальный исследовательский университет, аспирант 3 года обучения, seredin@nedra.perm.ru

Научный руководитель: д.г.-м.н., профессор В.В. Середин

Аннотация: целью работы является районирование территории на основе многомерной статистической оценки классификационного показателя. Методика районирования сводится к выбору классификационного показателя (K_p), оценки его многомерным статистическим критерием, обоснованию граничных значений K_p , составлению модели районирования и выделению таксонов. В качестве классификационного показателя можно использовать многомерный статистический критерий R дискриминантной функции.

Ключевые слова: нефтепровод, районирование, статистический критерий.

TO THE QUESTION ABOUT THE ENGINEERING- GEOLOGICAL ZONING

M.R. Yadzinskaya

Perm State University,

3^d year Post-graduate Student, seredin@nedra.perm.ru

Research Supervisor: Doctor of Geology and Mineralogy, Professor

V.V. Seredin

Abstract: the aim is regionalization of the area based on multivariate statistical evaluation of classification indicator. The technique of zoning is reduced to the classification rate (CR), estimates of multivariate statistical criterion, the justification of the boundary values of C_u , preparation of model zoning and the separation of taxa. As classification metric can be used multivariate statistical criterion of R discriminant functions.

Key words: the pipeline, zoning, statistical criterion.

Актуальность. При обосновании инвестиций строительства крупных объектов (например, ВСТО) требуется проведение инженерно-геологического районирования территории строительства. Анализ результатов районирования, полученных разными методами, показал, что они не всегда сопоставимы между собой. Поэтому **целью** работы является районирование территории на основе многомерной статистической оценки классификационного показателя.

Методика районирования сводится к выбору классификационного показателя (K_p), оценки его многомерным

статистическим критерием, обоснованию граничных значений K_p , составлению модели районирования и выделению таксонов.

Выбор и оценка классификационного показателя (K_p). Для решения поставленной задачи целесообразно использовать дискриминантный анализ, сущность которого сводится к следующему. Геологические показатели, например мощность пласта, переводятся в безразмерные величины. Для повышения надежности используют не один, а несколько геологических показателей. В качестве безразмерного значения геологических показателей может выступать значение R дискриминантной функции, которое в дальнейшем используется как классификационный показатель $R=K_p$.

Для вычисления R следует использовать линейную дискриминантную функцию (ЛДФ). При этом для расчета ЛДФ необходима геологическая информация по эталонным участкам исследуемой территории, например, по участкам, где сооружения находятся в устойчивом (G-1) и неустойчивом (G-2) состоянии.

Определение граничных значений. Одной из основных задач дискриминантного анализа является установление поверхности разделения между исследуемыми подмножествами, в нашем случае между таксонами (R_0). При этом, чем больше в этом расчете будет участвовать геологических признаков, тем надежнее будет установлена граница между таксонами. Следует отметить, что наиболее эффективно дискриминантный метод работает в том случае, когда между двумя классами не наблюдается четко выраженной границы, то есть поле рассеивания одного класса накладывается на поле рассеивания другого класса.

Выделение таксонов осуществляем следующим образом: исследуемая территория разделяется на подобласти (с равными площадями), каждая из которых характеризуется численными значениями классификационного показателя R . После чего выделяются и описываются таксоны по методике [2].

Пример практической реализации.

Исходные данные: трубопровод диаметром 89 мм, материал Ст-35, глубина заложения 2,8 м.

Инженерно-геологическое изучение территории включало в себя бурение скважин, описание керна, отбор проб и монолитов по пикетам (ПК). Нумерация ПК начиналась с пункта А.

В геологическом строении принимают участие (сверху вниз) песок средней крупности мощностью до 8,9 м, глина мягкопластичная мощностью до 5,3 м, суглинков мягкопластичный, мощностью до 5,3 м и песчаник, крепкий, трещиноватый, мощностью (вскрытая) до 5 м.

Для реализации поставленной задачи целесообразно использовать программу «Статистика», которая широко применяется для обработки инженерно-геологической информации.

Алгоритм выполнения работ:

1. В расчетах участвуют следующие геологические показатели: абсолютная отметка земной поверхности ($AO_{з.п.}$), мощность песка (m_p), мощность глины (m_r), мощность суглинка ($m_{суг.}$) и абсолютная отметка кровли песчаника (AO_n).

2. В таблице исходных данных выделяют по пикетам эталонные участки (группы G-1 и G-2).

3. После чего вычисляют среднее стандартное отклонение, а также $\max$ и $\min$ по каждому показателю.

4. Затем производят оценку надежности выделения эталонных участков G-1 и G-2 по критерию «Хи-квадрат». Расчетное значение составляет $\chi^2_p=111,45$. Затем вычисляется табличное значение $\chi^2_{т}=9,5$ при уровне значимости $\alpha=0,05$ и степенях свободы $K=\Gamma-3=7-3=4$, где Γ -число интервалов. Отсюда вытекает, что $\chi^2_p=111,45 > \chi^2_{т}=9,5$. Это свидетельствует о том, что эталонные участки G-1 и G-2 различаются между собой.

5. Рассчитывают коэффициенты дискриминантной функции. Используя эти коэффициенты, рассчитываем дискриминантную функцию, которая имеет следующий вид:

$$R=10.734*AO_{з.п.}-0.868*m_p-1.942*m_r-0.101*m_{суг.}-1.397*AO_n-946.058$$

6. После чего рассчитывают значения R для каждой точки наблюдения.

7. Граничное значение дискриминантной функции R_0 , которое делит наблюдения на классы G-1 и G-2 определяется следующим образом: в дискриминантную функцию

$$R(Z)=10,734*AO_{з.п.}-0,868*m_p-1,942*m_r-0,101*m_{суг.}-1,397*AO_n-946,058$$

подставляем средние значения геологических признаков и рассчитываем

$$R_0 = 1085,6077-4,1646-6,34-0,3659-124,9219-946,058=3,7573$$

При $R>R_0=3,7573$ объект принадлежит классу G-2 и при $R<R_0=3,7573$ объект принадлежит классу G-1.

8. Модель районирования составляется по данным R.

9. Зная численные значения $K_p=R$ в каждой точки наблюдения и используя модель районирования, типизируем трассу нефтепровода.

Выделяются два таксона:

Таксон 1 представлен участком «ПК19 – ПК51». На этом участке в основании трубопровода залегает песок средней крупности. Значения классификационного показателя составляют $R = K_p > 3,7573$.

Таксон 2 представлен участком трассы трубопровода «ПК1 – ПК18». На этом участке в основании трубопровода залегает глина мягкопластичная. Значения классификационного показателя $R = K_p < 3,7573$.

Таким образом, в качестве классификационного показателя можно использовать многомерный статистический критерий R дискриминантной функции.

Литература

1. Пушкарева М.В., Середин В.В., Лейбович Л.О., Чиркова А.А., Бахарев А.О. Инженерно-экологическая оценка территорий запасов подземных вод в связи с разработкой нефтяных месторождений // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. 2013. № 2. С. 9-13.
2. Середин В.В., Галкин В.И., Пушкарева М.В., Лейбович Л.О., Сметанин С.Н. Вероятностно-статистическая оценка инженерно-геологических условий для специального районирования // Инженерная геология. 2011. № 4. С. 42-47.
3. Середин В.В., Галкин В.И., Растегаев А.В., Лейбович Л.О., Пушкарева М.В. Прогнозирование карстовой опасности при инженерно-геологическом районировании территорий // Инженерная геология. 2012. № 2. С. 40-45.
4. Середин В.В., Красильников П.А., Чижова В.А. Влияние вязкости поровой жидкости (углеводородов) на модуль деформации глины // Инженерная геология. 2015. № 4. С. 60-63.
5. Середин В.В., Сысолятин С.Г., Вагин А.Л., Хрулев А.С. Влияние напряженного состояния грунтов на модуль деформации // Инженерная геология. 2015. № 2. С. 12-16.
6. Середин В. В., Ядзинская М. Р., Красильников П.А. Прогноз прочностных свойств песков, загрязненных углеводородами // Инженерная геология. 2014. № 6. С. 50-55.

ПРОГНОЗ ПРОЧНОСТНЫХ СВОЙСТВ ДИСПЕРСНЫХ ГРУНТОВ, ЗАГРЯЗНЕННЫХ УГЛЕВОДОРОДАМИ

М.Р. Ядзинская

Пермский государственный национальный исследовательский университет, аспирант 3 года обучения, seredin@nedra.perm.ru

Научный руководитель: д.г.-м.н., профессор В.В. Середин

Аннотация: экспериментально установлено, что при загрязнении глинистых грунтов маслом машинным до 2.5% в них протекают процессы коагуляции. Изучены закономерности изменения прочностных свойств глинистых грунтов, загрязненных углеводородами. Разработаны математические модели для прогноза сцепления и угла внутреннего трения глин.

Ключевые слова: глины, пески, углеводороды, прочность.

PREDICTION OF STRENGTH PROPERTIES OF FINE-GRAINED SOILS CONTAMINATED WITH HYDROCARBONS

M.R. Yadzinskaya

Perm State University,

3^d year Post-graduate Student, seredin@nedra.perm.ru

Research Supervisor: Doctor of Geology and Mineralogy, Professor

V.V. Seredin

Abstract: it was established experimentally that when contaminated clay soils by the oil to 2.5% in them the processes of coagulation. The regularities of changes in strength properties of clay soils contaminated with hydrocarbons. Developed mathematical models to predict adhesion and angle of internal friction of clays.

Key words: clay, sand, hydrocarbons, strength.

В результате разработки нефтяных месторождений довольно часто происходит пролив нефти на земную поверхность. Это приводит не только к изменению среды обитания человека, но и к изменению состояния и свойств грунтов [1-6]. Это во многих случаях снижает несущую способность грунтового основания, что влечет за собой аварийные ситуации на нефтеперерабатывающих установках, в зданиях и сооружениях. Поэтому вопросы прогноза изменений свойств грунтов, подвергшихся нефтяному загрязнению, являются очень важными.

Исследованиями изменений физико-механических свойств грунтов при загрязнении их нефтью и нефтепродуктами занимались многие ученые. Среди них В.В. Середин [3,4], В.И. Каченов (2011), Н.Н. Бракоренко и Т.Я. Емельянова (2011), Ю.А. Нефедьева (2010), А.П. Казёнников, Ю.Н. Копылов (2003), Л.В. Шевченко и И.В. Ширшова и другие.

Целью работы является прогноз прочностных свойств дисперсных грунтов, загрязненных углеводородами.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- оценить инженерно-геологические условия трассы нефтепровода на Северо - Харьягинском нефтяном месторождении;
- изучить механизм агрегации и диспергации частиц глинистых грунтов, загрязненных углеводородами;
- изучить закономерности изменения прочностных свойств дисперсных грунтов в зависимости от типа и концентрации углеводородного загрязнителя;
- на основании выявленных закономерностей разработать математические модели прогноза прочностных свойств грунтов, загрязненных углеводородами.

Объектом исследования являются грунты трассы нефтепровода на Северо-Харьягинском нефтяном месторождении.

Методы исследований: эмпирические (наблюдение и эксперимент), геологические и вероятностно-статистические.

Основные выводы по результатам работы:

1. Дана оценка инженерно-геологических условий трассы нефтепровода на Северо-Харьягинском нефтяном месторождении;

2. Экспериментально установлено, что при загрязнении глинистых грунтов (глин, суглинка и супеси) маслом машинным до 2.5% в них протекают процессы коагуляции, а при увеличении загрязнения – диспергации;

3. Наиболее интенсивно процессы агрегации и диспергации протекают в глинах. Изменение агрегатного состава легких глин за счет загрязнения их углеводородами влечет за собой изменение их физических свойств;

4. Предложен механизм агрегации и диспергации в грунтах, подверженных углеводородному загрязнению, основанный на электростатическом взаимодействии между глинистыми частицами;

5. Установлены закономерности изменения прочностных свойств глинистых грунтов, загрязненных углеводородами. На основании выявленных закономерностей разработаны математические модели для прогноза сцепления и угла внутреннего трения глин при загрязнении их углеводородами;

6. Установлены взаимосвязи между прочностными характеристиками песков и содержанием в них углеводородов. В песках средне- и крупнозернистых при изменении поровой жидкости в ряду вода, дизельное топливо, масла моторное и трансмиссионное наблюдается изменение природы формирования углов внутреннего трения в диапазоне дизельное топливо-масло моторное. Одним из признаков такой инверсии угла внутреннего трения ϕ является вязкость углеводородного загрязнителя;

7. Установлено закономерное изменение углов внутреннего трения песков в зависимости от вязкости поровой жидкости. При увеличении вязкости поровой жидкости от $\eta=0,66 \text{ мм}^2/\text{с}$ (вода) до $\eta=3 \text{ мм}^2/\text{с}$ (дизельное топливо) наблюдается уменьшение углов внутреннего трения песков. При увеличении вязкости до $\eta=164 \text{ мм}^2/\text{с}$ (масло трансмиссионное) наблюдается увеличение углов внутреннего трения песков. Данную закономерность можно объяснить следующим образом. Поровая жидкость (углеводороды), характеризующаяся значениями вязкости до $3\text{--}65 \text{ мм}^2/\text{с}$, при сдвиге песков выполняет роль «смазки» между частицами песка, поэтому угол внутреннего трения ф естественно уменьшается. При увеличении вязкости до $\eta=164 \text{ мм}^2/\text{с}$, углеводороды, наоборот, «склеивают» частицы песка между собой. При сдвиге в работу вступает наряду с трением песчаных частиц и трение, вызванное перемещением самих углеводородов. При этом трение между частицами песка, «клеем» которых является водный раствор, всегда выше, чем трение частиц, «клеем» которых является углеводородный загрязнитель, так как он все равно выполняет роль «смазки»;

8. Рассчитаны прогнозные модели для определения прочностных свойств песков, подверженных углеводородному загрязнению.

Литература

1. Осовецкий Б.М., Растегаев А.В., Ибламинов Р.Г., Каченов В.И., Ядзинская М.Р. Изучение влияния масла моторного, как поровой жидкости на прочностные свойства песков // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 4. URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=14350> (дата обращения: 12.02.2016).
2. Середин В.В., Ядзинская М.Р. Исследование механизма агрегации частиц в глинистых грунтах при загрязнении их углеводородами // Фундаментальные исследования. 2014. № 8 (Часть 6). С. 1408-1412.
3. Середин В.В., Ядзинская М.Р. Закономерности изменения прочностных свойств глинистых грунтов, загрязненных нефтепродуктами // Инженерная геология. 2014. №2. С. 26-32.
4. Середин В.В., Ядзинская М.Р., Красильников П.А. Прогноз прочностных свойств песков, загрязненных углеводородами // Инженерная геология. 2014. №6. С. 50-55.
5. Ядзинская М.Р., Агеева Т.А. Исследование процессов диспергации и агрегации грунтов при загрязнении их углеводородами // Сборник научных трудов «Геология в развивающемся мире». Том II. 2014. С. 51-53.
6. Ядзинская М.Р., Андрианов А.В. Исследование деформационных свойств глин // Сборник научных трудов «Геология в развивающемся мире». Том II. 2015. С. 150-154.

ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАЗВИТИЯ КАРСТОВО-СУФФОЗИОННЫХ ПРОЦЕССОВ НА ТЕРРИТОРИИ СТРОЯЩЕГОСЯ ЖИЛОГО КОТТЕДЖНОГО МАССИВА КФУ (Г.КАЗАНЬ)

Е.Н. Ястребова

*Казанский (Приволжский) федеральный университет,
магистрант 1 года обучения, yastrebova_kate@mail.ru*

Научный руководитель: к.г.-м.н., доцент Н.И.Жаркова

Аннотация: рассмотрены основные причины формирования карстово-суффозионных провалов на участке строительства коттеджного посёлка. Установлено, что развитие процессов вызвано присутствием в разрезе песков и карбонатного элювия, наличием крупной зоны разуплотнения на глубинах 20-85м, а также возросшей техногенной нагрузкой (техногенная верховодка).

Ключевые слова: карстово-суффозионный процесс, карбонатный элювий, долина р. Волги.

REGULARITIES OF KARST AND SUFFUSION PROCESSES FORMING ON THE CONSTRUCTED OF KFU VILLAGE

E.N. Yastrebova

Kazan (Region) State University,

1st year Master's Degree Student, yastrebova_kate@mail.ru

Research Supervisor: Candidate of Geology and Mineralogy, Reader,
N.I. Zharkova

Abstract: the main reasons for the formation of karst-suffusion failures in the area of construction of cottage village. It was found that the development process due to the presence in the context of the sands and carbonate eluvium, the presence of a large zone of decompression at depths of 20-85m, as well as increased development pressure.

Key words: karst and suffusion process, carbonate eluvium, Volga River valley.

На окраине г. Казани летом 2016 г. планируется возведение благоустроенного поселка для руководства Казанского Федерального Университета. При рекогносцировочном обследовании было установлено, что территория характеризуется большим количеством провальных форм рельефа различного размера и свежести. Для установления причин их возникновения, в рамках оценки инженерно-геологических условий участка будущей застройки, был выполнен анализ фондовой и опубликованной литературы, проведено детальное

маршрутное обследование, осуществлена проходка горных выработок (более 30 скважин глубиной до 30 м), а также выполнены геофизические исследования (ВЭЗ, георадарная съемка) и лабораторное исследование ФМС грунтов.

Исследуемая территория расположена в восточной тыловой части долины р. Волги, на правом (коренном) берегу р. Нокса. Площадь участка составляет 0,29 км². При маршрутном обследовании выявлено более двухсот воронок. Подавляющее большинство воронок в плане имеют изометричную форму, диаметр изменяется от 2 до 6 м (в среднем от 3 до 4 м), глубина – от 0,5 до 4 м (в среднем от 2 до 2,5 м). Доля условно свежих воронок – 15%. Пораженность территории провальными формами – 1026 шт/км² [4].

В геологическом строении исследуемой территории принимают участие аллювиальные нижнечетвертичные, а также делювиальные верхнечетвертичные-голоценовые отложения представленные суглинками и глинами полутвердыми и тугопластичными, суглинками и супесями просадочными твердыми, а также песком мелким и средней крупности (мощность от 3,0 до 32,9 м). Мощность четвертичных отложений изменяется от 3,0 до 33,0 м. Нижняя часть разреза сложена сильно выветрелыми среднепермскими отложениями верхнеказанского подъяруса, которые представлены карбонатно-глинистой мукой с дресвой и щебнем известняков и доломитов, глиной твердой-полутвердой, а также выветрелым песчаником тонкозернистым (мощность более 30 м). Начало образования карбонатного элювия приурочено к формированию долины р. Нокса в позднем неоплейстоцене [2,3].

Грунтовые воды в пределах исследуемого участка залегают на глубинах более 60 м, по составу - гидрокарбонатно-кальциевый с минерализацией до 0,8 г/л. Водовмещающими породами являются трещиноватые карбонатно-терригенные отложения казанского яруса.

При проходке нескольких скважин ОАО КазТИСИЗ (2008 г), а также трёх скважин зимой 2015/2016 г (КФУ) были вскрыты несколько горизонтов верховодки в диапазоне глубин от 5,0 до 30,0 м. Водовмещающими породами являются пески, водоупором служат суглинки и глины. Верховодка имеет, как правило, техногенное происхождение (вверх по склону расположен молодой крупный коттеджный поселок Царицыно). Воды характеризуются агрессивностью по отношению к кальциту и доломиту, входящим в состав карбонатной муки.

Ранее, при проведении гравиразведки (ООО ТНГ «Казаньгеофизика», 2008 г.) было установлено, что зоны с аномально

низкой плотностью находятся в диапазоне глубин 10-15 м, приурочены преимущественно к четвертичным отложениям (пески), в меньшей степени – к верхнему горизонту пермского карбонатного элювия. Тем не менее, выделяется один участок на севере, где зафиксирована большая зона разуплотнения в диапазоне глубин 20-85 м, которая, по-видимому, приурочена как к нижнему горизонту карбонатного элювия, так и к сильно трещиноватым карбонатно-терригенным породам нижнеказанского подъяруса [1,5]. Возможно, мы имеем дело с карстовой полостью, которая начала формироваться во время заложения неогеновой Пра-Волги.

При буровых работах в 2015-2016 г. (максимальная глубина скважин – 30 м) подошва нижнего горизонта карбонатного элювия не вскрыта, тем не менее, георадарная съемка и ВЭЗ (КФУ, 2016 г) позволили предположить, что подошва нижнего горизонта залегает на глубинах не более 35-40 м.

Проведенные лабораторные исследования показали, что карбонатный элювий за пределами зоны разуплотнения характеризуется достаточной плотностью ($\rho_d - 1,55-1,84 \text{ г/см}^3$, $e - 0,47-0,82$), в то время как в разуплотненной зоне он отличается более низкими значениями ρ_d ($\rho_d - 1,41-1,59 \text{ г/см}^3$, $e - 0,74-1,02$), а, следовательно, большей сжимаемостью (E : 4,9-8,3 МПа у элювия в зоне разуплотнения, E : 9,2-24 МПа – за пределами зоны разуплотнения) [2].

Приведенные исследования позволили сделать следующие выводы:

1. Провальные формы рельефа обусловлены развитием суффозии и возможно карстовыми процессами;

2. Суффозионно-неустойчивыми являются как пески мелкие и средние (мощность от 3,0 до 32,9 м), так и карбонатный элювий (мощности от 5,0 м и более). Вынос материала осуществляется водами зоны аэрации в полости ниже УГВ, расположенные на глубинах более 20 м (нижняя зона разуплотнения). Пустоты предположительно имеют карстовый характер.

3. Параллельно с суффозией в толще карбонатного элювия, вероятно, развиваются и карстовые процессы (выщелачивание кальцита и доломита подземными водами и водами зоны аэрации, часто имеющими техногенное происхождение).

4. Активизация карстово-суффозионных процессов отчасти обусловлена возросшей техногенной нагрузкой. Поэтому для безопасной эксплуатации будущих сооружений необходим соответствующий комплекс профилактических и конструктивных мер.

Литература

1. Андреев Д.С., Гареев К.Р. и др. Пояснительная записка о проведении гравиметрических работ для оценки пораженности участка экзогенными геологическими процессами. // Казань, Фонды ООО «ТНГ-КАЗАНЬГЕОФИЗИКА», 2008. 25 с.
2. Анфимова С.В., Изотов Д.Н. и др. Отчет об инженерно-геологических изысканиях по объекту: «Коттеджный поселок в н.п. «Село Царицыно» Советского района г. Казани». // Казань, Фонды ОАО «КазТИСИЗ», 2008. 47 с.
3. Гидрогелогические и инженерно-геологические условия города Казани / под научн. ред. А.И. Шевелева. Казань, Изд-во Казанского ун-та, 2012. 236 с.
4. Инженерная геология / под научн. ред. М.И. Богданов. Москва, Геомаркетинг, 2013. 42 с.
5. A.I. Latypov, N.I. Zharkova, F.A. Mouraviev. Dispersed weathering products of carbonate rock: Features and formation conditions from the construction's point of view (by the example of Kazan, Russia) // Global View of Engineering Geology and the Environmental. Proceeding of the international symposium and 9th Asian regional conference of IAEG, Beijing, China, 2013. P. 891-896.

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ 1. МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ. МЕТОДЫ ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ.....

3

Айткалиева А.К.

ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ЖИЛЯНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ
КАЛИЙНЫХ СОЛЕЙ.....

3

Алхалум А.

ПАЛЕОГЕОГРАФИЯ ОБЛАСТИ ПАЛЬМИРА (СИРИЯ).....

7

Амралинова Б.Б.

ОСНОВНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ И КРИТЕРИИ
ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СИЛИКАТНЫХ КОБАЛЬТ-НИКЕЛЕВЫХ
МЕСТОРОЖДЕНИЙ (ВОСТОЧНЫЙ КАЗАХСТАН).....

10

Ачилов А.О.

ДУНИТЫ КОНЖАКОВСКОГО КАМНЯ: ИСТОРИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ.....

14

Багров А.М.

АНАЛИЗ ГЕОЛОГО-ПРОМЫШЛЕННЫХ ПАРАМЕТРОВ ПЕСЧАНИКОВ
ГУКОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЙ АСПЕКТ)..

18

Белоногова О.А.

РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОВЕДЕННЫХ ИСПЫТАНИЙ НА ПРОНИЦАЕМОСТЬ
СОЛЯНЫХ ПОРОД КОНТРОЛЬНО-СТВОЛОВОЙ СКВАЖИНЫ №1
ПОЛОВОДОВСКОГО УЧАСТКА С ПОМОЩЬЮ ПОРТАТИВНОГО ЗОНДА-
ПЕРМЕАМЕТРА PPP-250.....

22

Валеева О.А.

РЕГИОНАЛЬНЫЙ СПОСОБ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЗОН, ОПАСНЫХ ПО
ГАЗОДИНАМИЧЕСКИМ ЯВЛЕНИЯМ, НА ПРИМЕРЕ
БЕЛОПАШНЕНСКОГО УЧАСТКА ВЕРХНЕКАМСКОГО
МЕСТОРОЖДЕНИЯ КАЛИЙНЫХ СОЛЕЙ.....

25

Васильева Ю.Ю., Пирожкова Н.С.

ЗОЛОТОНОСНОСТЬ Р. АБАКАН В РАЙОНЕ Г. АБАЗА (ХАКАСИЯ).....

29

Гунько А.П., Рева И.В.

ИЗУЧЕНИЕ ГЛАУКОНИТА КАК ПОПУТНОГО КОМПОНЕНТА ПРИ
ОСВОЕНИИ ЖЕЛЕЗНЫХ РУД БАКЧАРСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ.....

32

Ибрагимов Э.А.

РОССЫПНЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЧЁРНЫХ РАДИОАКТИВНЫХ
ПЕСКОВ ЮГО-ЗАПАДНОГО ПОБЕРЕЖЬЯ ИНДИИ.....

35

Козлова О.А., Немытых Э.Г.

АНТИКЛИНАЛЬНЫЕ СКЛАДКИ ТРЕТЬЕГО ПОРЯДКА В УСЛОВИЯХ
КАЛИЙНЫХ ПЛАСТОВ РУДНИКА БКПРУ-4 ПАО «УРАЛКАЛИЙ».....

38

Коломоец А.В.

ПРИРОДНОЕ ПРЕДНАЗНАЧЕНИЕ ЯШМЫ.....

42

ГЕОЛОГИЯ В РАЗВИВАЮЩЕМСЯ МИРЕ

Кузнецова Е.А. ЗОЛОТО ИЗ СОВРЕМЕННОГО АЛЛЮВИЯ РЕК СИЗЯЯ И ГОЛУБАЯ (ПРАВЫХ ПРИТОКОВ Р. ЕНИСЕЙ, КРАСНОЯРСКИЙ КРАЙ).....	46
Макарова Н.А. ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ.....	49
Ойцева Т.А., Кузьмина О.Н. О ЗОЛОТОНОСНЫХ КОРАХ ВЫВЕТРИВАНИЯ ВОСТОЧНОГО КАЗАХСТАНА.....	53
Пахмутова К.Д., Стреляев В.И. К ПИРОХИМИЧЕСКОМУ АНАЛИЗУ НА ОРУДЕНЕНИЕ ДРЕВНЕЙ КОНТИНЕНТАЛЬНОЙ КОРЫ (НА ПРИМЕРЕ ЕНИСЕЙСКОГО КРЯЖА).....	57
Сорокина А.М., Галиханов А.В., Чепало К.К. ИЗУЧЕНИЕ ГЛАУКОНИТА БАКЧАРСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ В КАЧЕСТВЕ НЕТРАДИЦИОННОГО ИСТОЧНИКА МЕТАЛЛОВ.....	61
Старков Р.И., Павлов А.В. ОБОГАЩЕНИЕ ЗОЛОТА РОССЫПИ Р. БАЙ-СЮТ (ТУВА) НА КАНАДСКОМ ЛОТКЕ И ВИНТОВОМ ШЛЮЗЕ.....	64
Стороженко А.Ф. ОСОБЕННОСТИ УСЛОВИЙ НАКОПЛЕНИЯ ОСАДОЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ В ПРЕДЕЛАХ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОГО ФЛАНГА ПЕТРОВСКО- СЕЛЬСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПЕСЧАНИКОВ И ИЗВЕСТНЯКОВ (СТАВРОПОЛЬСКИЙ КРАЙ).....	67
Таймасов Д.В. ВЕЩЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ УГЛЕРОДСОДЕРЖАЩИХ ЧЕРНЫХ СЛАНЦЕВ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЗАПОЛЯРНОЕ (КОЛЬСКИЙ ПОЛУОСТРОВ).....	71
Фефелов М.В. МЕТОДИКА АЭРОКОСМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРИ ПРОГНОЗИРОВАНИИ И ПОИСКАХ ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ.....	74
Хусаинова А.Ш. ТИПОМОРФИЗМ ЗОЛОТА ИЗ ТЕХНОГЕННО-МИНЕРАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ РОССЫПЕЙ КРАСНОТУРЬИНСКОГО РАЙОНА (СЕВЕРНЫЙ УРАЛ).....	78
Шарифуллина Л.Ш., Низамиев Р.И. ЭФФЕКТИВНОСТЬ СЕЙСМОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ НА ИВАНОВСКОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ ПО ДАННЫМ БУРЕНИЯ СКВАЖИН.....	82
Шкляев Д.И., Барсуков Е.Н. ПЕРСПЕКТИВЫ ПОИСКОВ УРАНА В ВЕРХНЕКАМСКОМ РАЙОНЕ (УДМУРТСКАЯ РЕСПУБЛИКА, ПЕРМСКИЙ КРАЙ).....	86
Юричев А.Н. ЖЕЛЕЗИСТОСТЬ ОЛИВИНА КАК ЛОКАЛЬНЫЙ ПОИСКОВЫЙ ПРИЗНАК НА ОБНАРУЖЕНИЕ ХРОМИТОВОГО ОРУДЕНЕНИЯ.....	89

СОДЕРЖАНИЕ

Яцковский Я.В.

ТЕХНОЛОГИЯ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ОТБОРА КЕРНА ПРИ ПОИСКАХ И РАЗВЕДКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НЕФТИ И ГАЗА В СЛОЖНЫХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ.....	92

СЕКЦИЯ 2. МИНЕРАЛОГИЯ, ГЕОХИМИЯ И ПЕТРОГРАФИЯ... 97

Аксенов С.М.

ОСОБЕННОСТИ УПОРЯДОЧЕНИЯ КАЛЬЦИЯ И ВАКАНСИЙ В КРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЕ КАЛЬЦИОКАТАПЛЕИТА ИЗ МАССИВА БУРПАЛА (СЕВЕРНЫЙ БАЙКАЛ, РОССИЯ).....	97

Афонин И.В.

ПЕТРОХИМИЧЕСКИЕ И МИНЕРАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ТЕРРИГЕННЫХ ОСАДКОВ (ТАСИЙСКАЯ ПЛОЩАДЬ, ЗАПАДНАЯ СИБИРЬ).....	101

Белоголова Е.А.

СТРУКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ И ЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ БИОГЕННОГО АПАТИТА КОСТНОЙ ТКАНИ МАМОНТОВ.....	104

Бестемьянова К.В.

ХЛОРИТЫ ОКОЛОРУДНОИЗМЕНЕННЫХ ПОРОД И РУД БАРИТ – ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЗМЕИНОГОРСКОГО РУДНОГО РАЙОНА (РУДНЫЙ АЛТАЙ).....	108

Вислогузов К.К., Гайворонская А.С., Голованев И.А.

КОНЦЕНТРИЧЕСКИ-ЗОНАЛЬНОЕ РИТМИЧНОЕ СТРОЕНИЕ КОНКРЕЦИИ ИЗ ПЕСКОВ НИЖНЕГО ПАЛЕОГЕНА БУЧАКСКОЙ СВИТЫ (МИЛЛЕРОВСКИЙ РАЙОН РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ).....	112

Геворкян М.Р., Джугарян А.К.

ДЕКОРАТИВНО-ПОДЕЛОЧНЫЕ ЯШМЫ ПРИСЕВАНСКОГО ОФИОЛИТОВОГО ПОЯСА АРМЕНИИ.....	116

Глухов М.С., Галиуллин Б.М., Стаценко Е.О.

ВНУТРЕННЕЕ СТРОЕНИЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ МИКРОСФЕР ИЗ ОСАДОЧНЫХ ПОРОД.....	120

Гракова О.В., Уляшева Н.С.

ЧЕРНЫЕ СЛАНЦЫ НЯРОВЕЙСКОЙ СЕРИИ (ПОЛЯРНЫЙ УРАЛ).....	124

Гунько С.Д., Усольцева У.С.

ХРОМДИОПСИД МЕСТОРОЖДЕНИЯ «ИНАГЛИ» (РЕСПУБЛИКА САХА (ЯКУТИЯ), РОССИЯ).....	128

Гущина Т.О.

ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССОВ БИОСОРБЦИИ КОСТНОЙ ТКАНЬЮ.....	132

Еременко Д.В.

ИЗУЧЕНИЕ МОРФОЛОГИИ И ХИМИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ХРОМШПИНЕЛИДОВ ТРУБКИ 746Б (АРХАНГЕЛЬСКАЯ АЛМАЗОНОСНАЯ ПРОВИНЦИЯ).....	136

ГЕОЛОГИЯ В РАЗВИВАЮЩЕМСЯ МИРЕ

Зарубина Е.С., Аксенов С.М. ОСОБЕННОСТИ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА И КРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ МАГНЕЗИО-ФЕРРИ-ГОРНБЛЕНДИТА $\square\text{Ca}_2(\text{Mg}_4\text{Fe}^{3+})(\text{Si}_7\text{Al})\text{O}_{22}(\text{OH})_2$ – ПОТЕНЦИАЛЬНО НОВОГО МИНЕРАЛА НАДГРУППЫ АМФИБОЛА.....	140
Калгин В.Ю. МИНЕРАЛОГИЯ РУД ЗОЛОТО-СУРЬЯНОГО ПРОЯВЛЕНИЯ ТУМАННОЕ (ВОСТОЧНЫЙ САЯН).....	144
Меркушова М.Ю. МИНЕРАЛЬНЫЙ СОСТАВ БОГАТЫХ ЖЕЛЕЗНЫХ РУД ЯКОВЛЕВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ КМА.....	148
Овчинникова М.В., Чефранова А.В. МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ И МИКРОАНАТОМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЦИРКОНА ЕРГЕНИНСКОГО РЕДКОМЕТАЛЛЬНО-ТИТАНОВОГО РОССЫПЕПРОЯВЛЕНИЯ.....	152
Перстнева Ю.А. БРЕКЦИЯ ГРЯЗЕВЫХ ВУЛКАНОВ КАК ОБЪЕКТ ЛИТОХИМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	156
Попов А.А., Рыбалкин Н.А. МОРФОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЭКЗОГЕННОГО И ЭНДОГЕННОГО РОССЫПНОГО И КОРЕННОГО ЗОЛОТА ПЕРЕДОВОГО ХРЕБТА СЕВЕРНОГО КAVKAZA.....	160
Саранцева Т.Ю., Кондаурова К.А., Чернышева В.В. К ВОПРОСУ О ВЕЩЕСТВЕННОМ СОСТАВЕ СЕРПЕНТИНИТОВ ДАХОВСКОГО КРИСТАЛЛИЧЕСКОГО МАССИВА (СЕВЕРО-ЗАПАДНЫЙ KAVKAZ).....	163
Сивков Д.В. РОЛЬ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА В ФОРМИРОВАНИИ КАОЛИНОВ ВЕРХНЕАШУТСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ БОКСИТОВ (КАЗАХСТАН).....	166
Синова А.В. ПЕТРОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КЫТЛЫМИТОВ КАТЫШОРСКОГО ХРЕБТА.....	170
Суханова К.Г., Алексеев В.И. О ДВУХ ТИПАХ ТУРМАЛИНИТОВ ВЕРХНЕУРМИЙСКОГО РУДНОГО УЗЛА (ПРИАМУРЬЕ).....	174
Тогузов Р.Р. ТИПОМОРФНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЗОЛОТА МЕСТОРОЖДЕНИЙ РАЗЛИЧНЫХ ГЕНЕТИЧЕСКИХ ТИПОВ.....	177
Тухватуллина Л.Ф. ИЗУЧЕНИЕ ХАРАКТЕРА ИЗМЕНЕНИЯ РАЗУПЛОТНЕНИЯ СОЛЯНЫХ ПОРОД В УСЛОВИЯХ ОДНООСНОГО СЖАТИЯ.....	180
Фахрутдинов Э.И. ЛИТОГЕНЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ФОРМИРОВАНИЯ НИЖНЕКАЗАНСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ В ВОЛЖСКО-КАМСКОМ РЕГИОНЕ...	184

СОДЕРЖАНИЕ

Федоров С.А., Амдур А.М., Янчурина М.М. ДИСПЕРСНЫЕ КАПЛИ ЗОЛОТА: МЕХАНИЗМ ДВИЖЕНИЯ В ГОРНЫХ ПОРОДАХ ПРИ НАГРЕВЕ.....	188
Федосеева Т.М. ИЗУЧЕНИЕ ВЕЩЕСТВЕННОГО СОСТАВА ТЕРРИГЕННЫХ КОЛЛЕКТОРОВ УНЬВИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ.....	192
Чефранова А.В., Чефранов Р.М. МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ И МИКРОАНАТОМИЧЕСКАЯ ТИПИЗАЦИЯ ЦИРКОНА БЕШПАГИРСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ РЕДКОМЕТАЛЛЬНО-ТИТАНОВЫХ РОССЫПЕЙ.....	195
Юричев А.Н. ВЛИЯНИЕ МЕТАМОРФИЗМА НА ХРОМШПИНЕЛИДЫ АГАРДАГСКОГО УЛЬТРАМАФИТОВОГО МАССИВА (РЕСПУБЛИКА ТЫВА).....	199
Якимов Т.С. ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ОКРАСА НЕФРИТА ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ.....	203
СЕКЦИЯ 3. ПАЛЕОНТОЛОГИЯ, СТРАТИГРАФИЯ И РЕГИОНАЛЬНАЯ ГЕОЛОГИЯ.....	207
Буянов А.В., Коломиец В.Л., Будаев Р.Ц. ЛИТОГЕНЕТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ОСАДОЧНОЙ ТОЛЩИ ВЫСОКОЙ НАДПОЙМЕННОЙ ТЕРРАСЫ Р. СЕЛЕНГА (УСТЬ-ДЖИДИНСКАЯ ВПАДИНА, ЗАПАДНОЕ ЗАБАЙКАЛЬЕ).....	207
Гаврилова А.А. СТРАТИГРАФИЯ И ЭТНИЧЕСКАЯ ПРИНАДЛЕЖНОСТЬ КУЛЬТУРНОГО СЛОЯ VIII – X ВВ. СТАРОЙ ЛАДОГИ.....	211
Галимов А.А. ГЕОТЕКТОНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ В МЕСТОПОЛОЖЕНИИ ОБЛАСТИ ПИТАНИЯ РИФЕЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ БАШКИРСКОГО МЕГАНТИКЛИНОРИЯ.....	214
Гусев А.А. ОБЩАЯ ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЧАНЬВИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ИЗВЕСТНЯКОВ.....	218
Запольских Д.А. ФРАНСКАЯ ФАЗА РИФООБРАЗОВАНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ ПЕРМСКОГО КРАЯ.....	221
Кодаш А.С. НАХОДКИ ОСТРАКОД В ВОСТОЧНО-ЧЕРНОМОРСКОЙ ВПАДИНЕ.....	224
Кочнев А.А. ПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ С ПОМОЩЬЮ РЕНТГЕНОВСКОЙ ТОМОГРАФИИ.....	228
Павлова М.Р., Галанин А.А. СТРОЕНИЕ И УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ДЮННОГО МАССИВА – ТУКУЛАН МАХАТТА (ЦЕНТРАЛЬНАЯ ЯКУТИЯ).....	232

ГЕОЛОГИЯ В РАЗВИВАЮЩЕМСЯ МИРЕ

Павлова О.В. ИЗУЧЕНИЕ ВЕЩЕСТВЕННОГО СОСТАВА РАННЕМЕЛОВЫХ АНОКСИЙНЫХ ГОРИЗОНТОВ МЕТОДАМИ РЕНТГЕНОСТРУКТУРНОГО И ЭЛЕКТРОННО-МИКРОСКОПИЧЕСКОГО АНАЛИЗОВ.....	236
Потапова Е.В. ААЛЕН-БАЙОССКИЙ РЕГИОНАЛЬНЫЙ РЕЗЕРВУАР (УРЕНГОЙСКИЙ НГР), СТРОЕНИЕ И КОРРЕЛЯЦИЯ.....	240
Цыренов Б.-Ц.А., Коломиец В.Л., Будаев Р.Ц. ЛИТОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОТЛОЖЕНИЙ И ОБСТАНОВКИ СЕДИМЕНТАЦИИ ТЕРРАСОВОГО КОМПЛЕКСА Р. ДЖИДА В НИЖНЕМ ТЕЧЕНИИ (ЗАПАДНОЕ ЗАБАЙКАЛЬЕ).....	243
Чернышева В.В., Кондаурова К.А., Лапаева М.Н. К ВОПРОСУ О ПРОИСХОЖДЕНИИ ЮРСКИХ ТЕРРИГЕННЫХ КОМПЛЕКСОВ ОБРАМЛЕНИЯ ДАХОВСКОГО КРИСТАЛЛИЧЕСКОГО МАССИВА (СЕВЕРО ЗАПАДНЫЙ КАВКАЗ).....	247
Щемелинина А.А. СТРАТИГРАФИЧЕСКОЕ РАСПРОСТРАНЕНИЕ И МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПАЛИНОЛОГИЧЕСКОГО МАРКЕРА SAMARISPORITES TRIANGULATUS В СРЕДНЕМ ДЕВОНЕ (ЖИВЕТ).....	250
СЕКЦИЯ 4. ГЕОФИЗИКА. ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ.....	254
Алясеен М.С. РАЗВЕДКА НЕФТИ И ПРИРОДНОГО ГАЗА НА ШЕЛЬФЕ	254
Асанова К.И. ПРОГРАММА РЕШЕНИЯ ПРЯМОЙ ЗАДАЧИ ГРАВИРАЗВЕДКИ ДЛЯ ОДНОРОДНОГО ШАРА.....	257
Бажин К.И. ВОЗМОЖНОСТИ ЭЛЕКТРОТОМОГРАФИИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГРАНИЦ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ТАЛИКА В БЕРЕГОВОМ ПРИМЫКАНИИ ПЛОТИНЫ НА Р. СЫТЫКАН.....	260
Войтова А.С., Калинин Э.В. НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ВОЛНОВОГО ПОЛЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ВЗРЫВОВ И ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ НА ЗАПИСЯХ СЕЙСМИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ GUZR.....	265
Гусева Н.С. ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЕ 18 ОКТЯБРЯ 2015 Г. НА СРЕДНЕМ УРАЛЕ.....	269
Ефименко О.С., Диханов Е.Н., Ефименко С.А. РЕНТГЕНОФЛУОРЕСЦЕНТНЫЙ СПЕКТРОМЕТР ДЛЯ РАЗВЕДОЧНЫХ И ДОБЫЧНЫХ РАБОТ.....	273
Житникова М.И. ФИЗИКО-ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ БОЛЬШЕ-СОСЬВИНСКОГО РУДОПЕРСПЕКТИВНОГО УЧАСТКА МЕДНО-ЦИНКОВОГО ОРУДЕНЕНИЯ СЕВЕРНОГО УРАЛА.....	277

СОДЕРЖАНИЕ

Заключнов И.С. ОСОБЕННОСТИ ИНТЕРПРЕТАЦИИ СЕЙСМИЧЕСКИХ ДАННЫХ В ПРОГРАММНОМ КОМПЛЕКСЕ OPENDTEST.....	280
Зарипова Е.А., Лундина О.А. ПОГРЕШНОСТИ РАСЧЕТА СКОРОСТНОЙ МОДЕЛИ ПО ДАННЫМ МПВ...	285
Захарова А.А. ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ЗАКАРСТОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ.....	289
Иванова Е.А. СТАТИСТИКА И ЕЕ РОЛЬ ПРИ ВЫДЕЛЕНИИ СЛОЖНОПОСТРОЕННЫХ НЕФТЕГАЗОВЫХ ОБЪЕКТОВ.....	293
Идрисов И.И. МАГНИТНАЯ ВОСПРИИМЧИВОСТЬ БИТУМОНОСНЫХ ОСАДОЧНЫХ ПОРОД ШЕШМИНСКОГО ГОРИЗОНТА УФИМСКОГО ЯРУСА НА ПРИМЕРЕ СКВАЖИН ЧЕРЕМШАНО-БАСТРЫКСКОЙ ЗОНЫ (РЕСПУБЛИКА ТАТАРСТАН).....	296
Князев Н.В. ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ И ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ НА ПРИМЕРЕ БЕЛЬСКОГО НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ.....	299
Коротков О.С. ПРИМЕНЕНИЕ КЛАССИФИКАЦИОННОГО АНАЛИЗА ПРИ ПРОГНОЗЕ ПЕСЧАНЫХ КОЛЛЕКТОРОВ В ТОНКОСЛОИСТОМ ТЕРРИГЕННОМ РАЗРЕЗЕ ПО МАТЕРИАЛАМ СЕЙСМОРАЗВЕДКИ 3D.....	303
Курашов И.А. КОНТРОЛЬ ГЕОМЕТРИИ НАБЛЮДЕНИЙ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ПОЛЕВЫХ СЕЙСМОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ.....	306
Лундина О.А., Зарипова Е.А. ВЛИЯНИЕ СЛОЯ С ПОНИЖЕННОЙ СКОРОСТЬЮ НА ТОЧНОСТЬ ДАННЫХ МПВ.....	310
Мокрецов С.П. ИЗУЧЕНИЕ НЕСТАБИЛЬНОСТИ ГРАВИТАЦИОННОГО ПОЛЯ ПО ВЫСОКОТОЧНЫМ ГРАВИМЕТРИЧЕСКИМ НАБЛЮДЕНИЯМ.....	314
Мурьескин А.С. ПРИМЕР ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТОДА ГЕОРАДАР ДЛЯ ОБСЛЕДОВАНИЯ СОСТОЯНИЯ БЕТОННОГО ПОЛА ПОМЕЩЕНИЯ.....	317
Мурьескин А.С. РЕШЕНИЕ ПРЯМОЙ ЗАДАЧИ СЕЙСМОРАЗВЕДКИ МОД ДЛЯ ОДНОРОДНО-СЛОИСТОЙ МОДЕЛИ СРЕДЫ.....	322
Николаев Д.С. ДВУХМЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДАННЫХ ЭЛЕКТРОЗОНДИРОВАНИЙ НА МЕСТОРОЖДЕНИИ ВЫСОКОВЯЗКИХ НЕФТЕЙ.....	325
Обернебесов Д.С. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА ГЕОРАДАР ДЛЯ КАРТИРОВАНИЯ ПОДЗЕМНЫХ КОММУНИКАЦИЙ.....	328

ГЕОЛОГИЯ В РАЗВИВАЮЩЕМСЯ МИРЕ

Овчинникова Е.А. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕОРАДАРА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КАЧЕСТВА ДОРОЖНОГО ПОКРЫТИЯ.....	333
Оглоблина Д.С. ВОЛНОВОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КАРБОНАТНЫХ РЕЗЕРВУАРОВ НА ПРИМЕРЕ КАРБОНАТНЫХ ПОСТРОЕК ТИМАНО-ПЕЧОРСКОЙ ПРОВИНЦИИ.....	339
Пантелеев В.С. АНАЛИЗ СКОРОСТЕЙ СТРАТИГРАФИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА И ИХ ИЗМЕНЕНИЕ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТЕКТОНИЧЕСКОГО РАЙОНИРОВАНИЯ.....	341
Пичкалева Т.С. МЕТОД КМВ С ЦЕЛЮ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОЦЕНТНОГО СОДЕРЖАНИЯ ЖЕЛЕЗА В ТИТАНОМАГNETИТОВЫХ РУДАХ ГУСЕВОГОРСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ КАЧКАНАРСКОГО ГОКА.....	345
Пыстогова М.А. ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВТОРИЧНОГО ВСКРЫТИЯ ПЛАСТОВ.	349
Рева В.А. ОЦЕНКА ПОГРЕШНОСТИ РЕШЕНИЯ ОБРАТНОЙ ЗАДАЧИ МПВ.....	353
Рубанов С.Ю. СЕЙСМОРАЗВЕДКА МОГТ 3D В УСЛОВИЯХ ТРАНЗИТНОЙ ЗОНЫ.....	357
Скоркина А.А. ПРИМЕНЕНИЕ КОРРЕЛЯЦИОННОГО АНАЛИЗА К НАБОРУ ОЦЕНОК КОРНЕР-ЧАСТОТ ОЧАГОВЫХ СПЕКТРОВ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ АВАЧИНСКОГО ЗАЛИВА.....	361
Скоркина А.А., Ототюк Д.А., Нановский В.М., Чебров Д.В. К ВОПРОСУ ОПЕРАТИВНОЙ ОЦЕНКИ МАГНИТУДЫ НА БЛИЗКИХ РАССТОЯНИЯХ В СИСТЕМЕ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ О ЦУНАМИ (СПЦ) НА ДАЛЬНЕМ ВОСТОКЕ РОССИИ.....	365
Собко Е.А. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЗОН С ПОНИЖЕННЫМИ ФИЗИКО- МЕХАНИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДИКИ РАСПОЗНАВАНИЯ ТРЕЩИНОВАТЫХ СРЕД ПО СЕЙСМОЛОГИЧЕСКИМ ЗАПИСЯМ.....	369
Тихомиров Ф.А. ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ДАННЫХ ГИС ПО МЕТОДИКЕ «ЛПСТ» НА ПРИМЕРЕ ТЕРРИГЕННОГО-КАРБОНАТНО РАЗРЕЗА ЮЖНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ..	372
Фадеев М.В. МЕТОДЫ ВЫЯВЛЕНИЯ ЗАКОЛОННЫХ ПЕРЕРТОКОВ.....	376
Хамидулина А.А. БАРОМЕТРИЯ – ОДИН ИЗ ВАЖНЫХ МЕТОДОВ ГИС-КОНТРОЛЯ ЗА ПОВЕДЕНИЕМ ПРОЦЕССОВ, ПРОИСХОДЯЩИХ В СКВАЖИНЕ.....	380
Чучалин Д.А. РЕЗУЛЬТАТЫ ИНТЕРПРЕТАЦИИ ОКОНЧАТЕЛЬНОГО КАРОТАЖА В ОТКРЫТОМ СТВОЛЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ СКВАЖИНЫ НОВО ПОКУРСКОГО НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ.....	384

СОДЕРЖАНИЕ

Швецова М.Н. ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ПРЕЛОМЛЕННЫХ ВОЛН В СИСТЕМЕ ОБРАБОТКИ SPS-PC.....	387
СЕКЦИЯ 5. ПРОБЛЕМЫ ИНЖЕНЕРНОЙ ГЕОЛОГИИ И ОХРАНЫ НЕДР.....	392
Аверьянова М.В. ВЛИЯНИЕ СКОРОСТИ НАГРУЖЕНИЯ НА ДЕФОРМАТИВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГЛИНИСТЫХ ГРУНТОВ.....	392
Анасович О.А. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СУФФОЗИЙ И ПРОТИВОСУФФОЗИОННЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ.....	395
Антонов Р.В. ХАРАКТЕРИСТИКА МОРЕННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ЮЖНОЙ ЧАСТИ ДОНСКОГО ЛЕДНИКОВОГО ЯЗЫКА.....	396
Безносенко Н.В. АНАЛИЗ УСЛОВИЙ ОБРАЗОВАНИЯ И РАЗВИТИЯ ОПОЛЗНЕВЫХ ПРОЦЕССОВ НА ЮГО-ЗАПАДЕ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ.....	401
Гарифулова А.В. МЕРОПРИЯТИЯ ПО ОХРАНЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПРИ ЛИКВИДАЦИИ ЛУНЬЕВСКОГО КАРЬЕРА МЕСТРОЖДЕНИЯ ИЗВЕСТНЯКОВ.....	405
Даль Л.И., Мельчакова Н.П., Трясына Е.С. ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ СЕВЕРО - ЗАПАДА ПЕРМСКОГО КРАЯ В СВЯЗИ С ПРОЕКТИРОВАНИЕМ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ «БЕЛКОМУР».....	409
Зверева И.А., Лбова Д.С. ЗАВИСИМОСТЬ НАБУХАНИЯ ОТ ПРИРОДЫ ГЛИНИСТЫХ ГРУНТОВ.....	413
Ипполитова Е.А. ЗАКОНОМЕРНОСТЬ ИЗМЕНЧИВОСТИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ГРУНТОВ НА ПЛОЩАДКЕ РАЗМЕЩЕНИЯ КУРСКОЙ АЭС-2...	417
Касаткина К.В. ФОРМИРОВАНИЕ СТРУКТУРНЫХ СВЯЗЕЙ В ГЛИНАХ ПРИ УГЛЕВОДОРОДНОМ ЗАГРЯЗНЕНИИ.....	421
Киселев В.В. К ВОПРОСУ О ВЛИЯНИИ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ГРУНТОВЫХ ВОД НА НАБУХАЕМОСТЬ ГЛИНИСТЫХ ГРУНТОВ НА ОБЪЕКТАХ НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ.....	425
Козьминых А.В. АНАЛИЗ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ТЕРРИТОРИИ ЮГО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ПЕРМСКОГО КРАЯ.....	428
Лунегова М.С. ПОНЯТИЕ И МЕХАНИЗМЫ ОБРАЗОВАНИЯ КАРСТОВЫХ ПРОВАЛОВ....	433

ГЕОЛОГИЯ В РАЗВИВАЮЩЕМСЯ МИРЕ

Лялина Т.А. ЗАКОНОМЕРНОСТИ ГАЗОВЫДЕЛЕНИЙ ИЗ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ СКВАЖИН НА ВЕРХНЕКАМСКОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ.....	437
Мальгина Ю.О., Пешкова Т.А., Питкина С.Н. ИЗМЕНЕНИЕ ДЗЕТА-ПОТЕНЦИАЛА ГЛИНИСТЫХ ЧАСТИЦ В ВОДНОМ РАСТВОРЕ.....	440
Мацевский А.С., Пашков М.В. ИЗМЕНЕНИЕ ПРОЧНОСТНЫХ СВОЙСТВ БЕНТОНИТОВЫХ ГЛИН ПРИ УГЛЕВОДОРОДНОМ ЗАГРЯЗНЕНИИ.....	444
Некрасов М.А. ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ ТЕРРИТОРИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НОРМИРОВАННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ.....	448
Нестеров Д.С. О ВЛИЯНИИ PH СРЕДЫ НА ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ЗАРЯД ЧАСТИЦ ГЛИНИСТЫХ ГРУНТОВ.....	451
Несынов В.В., Андреев Д.О. ОПЫТНЫЕ РАБОТЫ ПО СЕЙСМИЧЕСКОМУ ПРОСВЕЧИВАНИЮ.....	455
Огонеров В.В. ИЗУЧЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА ГРУНТОВ НА НАМЫВНОЙ ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА ЯКУТСКА.....	459
Питкина С.Н., Мальгина Ю.О., Пешкова Т.А. ВЛИЯНИЕ КСИ НА УСТОЙЧИВОСТЬ СУСПЕНЗИЙ НА ОСНОВЕ ГЛИН.....	462
Пономарева Ж.Ю. ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ СУФФОЗИОННОГО ВЫНОСА ГРУНТОВ ПРИ ВЕРТИКАЛЬНОЙ ФИЛЬТРАЦИИ.....	466
Прасолов А.А. ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СОСТАВА, СТРОЕНИЯ И СВОЙСТВ ПЕСКОВ РАННЕМЕЛОВОГО ВОЗРАСТА РАЙОНА ВОРОБЬЕВЫХ ГОР Г. МОСКВЫ.....	470
Селезнёва А.Е. ВОПРОС КОРРЕЛЯЦИИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРЕДЕЛА ПРОЧНОСТИ НА ОДНООСНОЕ СЖАТИЕ С РЕЗУЛЬТАТАМИ ИССЛЕДОВАНИЙ МЕТОДОМ УПРУГОГО ОТСКОКА.....	474
Ситева О.С., Андрианов А.В. ОЦЕНКА ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ПЛОЩАДКИ СТРОИТЕЛЬСТВА ЖИЛОГО ДОМА В ПЕРМСКОМ КРАЕ.....	476
Суранова С.А. ПРОВЕДЕНИЕ ИЗЫСКАНИЙ НА КОКУЙСКОМ ГАЗОНЕФТЯНОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ ДЛЯ ОЦЕНКИ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ.....	480
Тамоян К.А. ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ХАРЬЯГИНСКОГО НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ.....	484

СОДЕРЖАНИЕ

Фаизов Р.Р. МЕТОДЫ ФИЗИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ СУФФОЗИОННЫХ ПРОЦЕССОВ.....	488
Хлебникова Е.В. ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ТЕРРИТОРИИ ПРОЕКТИРУЕМОЙ ВЫСОКОСКОРОСТНОЙ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ МАГИСТРАЛИ В ПРЕДЕЛАХ ВЛАДИМИРСКОЙ ОБЛАСТИ.....	492
Хрулев А.С. ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ГОРНЫХ ПОРОД ПРИ ИХ НАГРУЖЕНИИ.....	496
Чеботарёва Т.Н. ОЦЕНКА СКЛОННОСТИ ЛЁССОВЫХ ГРУНТОВ К ПРОСАДОЧНЫМ ЯВЛЕНИЯМ НА ОСНОВЕ ПРИМЕНЕНИЯ КОСВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ...	500
Чуракова Е.А. СЕЛИЩЕНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО ГИПСА.....	504
Ядзинская М.Р. К ВОПРОСУ ОБ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКОМ РАЙОНИРОВАНИИ.....	508
Ядзинская М.Р. ПРОГНОЗ ПРОЧНОСТНЫХ СВОЙСТВ ДИСПЕРСНЫХ ГРУНТОВ, ЗАГРЯЗНЕННЫХ УГЛЕВОДОРОДАМИ.....	511
Ястребова Е.Н. ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАЗВИТИЯ КАРСТОВО-СУФФОЗИОННЫХ ПРОЦЕССОВ НА ТЕРРИТОРИИ СТРОЯЩЕГОСЯ ЖИЛОГО КОТТЕДЖНОГО МАССИВА КФУ (Г.КАЗАНЬ).....	515

CONTENTS

SECTION 1. PROSPECTING AND EXPLORATION MINERAL DEPOSITS.....	3
Aitkalieva A.K. GEOLOGICAL CONDITIONS ZHILYANSKAYA DEPOSIT OF POTASSIUM SALTS.....	3
Alhaloum A. PALEOGEOGRAPHIC DEPOSITIONAL ENVIRONMENT.....	7
Amralinova B.B. THE MAIN PATTERNS OF FORMATION AND FORECASTING CRITERIA OF SILICATE COBALT-NICKEL DEPOSITS (EAST KAZAKHSTAN).....	10
Achilov A.O. DUNITS OF THE KONZHAKOVSKY KAMEN: HISTORY AND PROSPECTS...	14
Bagrov A.M. THE ANALYSIS OF GEOLOGICAL AND INDUSTRIAL SETTINGS GOOKOVSKY SANDSTONE OF THE FIELD (GEOINFORMATION ASPECT)..	18
Belonogova O.A. RESULTS OF THE TESTS FOR TIGHTNESS SALT ROCK CONTROL STEM WELL NUMBER 1 POLOVODOVSKY USING LAPTOP PROBE-PERMEAMETER THE PPP-250.....	22
Valeeva O.A. REGIONAL PREDICTION FOR ZONES WHICH DANGEROUS IN GAS-DYNAMIC PHENOMENA FOR THE BELOPASHNENSKY AREA OF THE VERHNEKAMSKOE POTASH DEPOSIT.....	25
Vasilyeva Y.Y., Pirozhkova N.S. THE GOLD MINERALISATION OF ABAKAN RIVER IN AND AROUND ABAZA TOWN (KHAKASSIA).....	29
Gunko A.P., Reva I.V. RESEARCHING GLAUCONITE AS ASSOCIATED COMPONENTS FOR EXTRACTION IRON ORES OF BAKCHAR DEPOSIT.....	32
Ibragimov E.A. PLACER DEPOSITS OF BLACK RADIOACTIVE SANDS OF SOUTHWESTERN INDIA.....	35
Kozlova O.A., Nemytykh E.G. ANTICLINAL FOLDS OF THE THIRD ORDER IN A POTASH MINE SEAMS MINE 4 PJSC «URALKALI».....	38
Kolomoets A.V. NATURAL DESTINATION OF JASPER.....	42
Kuznetsova E.A. GOLD FROM MODERN ALLUVIUM SIZAYA AND GOLUBAYA RIVER (RIGHT TRIBUTARY OF THE YENISEI R., KRASNOYARSK TERRITORY)....	46
Makarova N.A. THE HISTORY OF WEST SIBERIAN OIL FIELDS DEVELOPING.....	49

CONTENTS

Oitseva T.A., Kuzmina O.N. GOLD-BEARING WEATHERING CRUST OF EAST KAZAKHSTAN.....	53
Pakhmutova K.D., Strelyaev V.I. TO PYROCHEMICAL ANALYSIS ON THE MINERALIZATION OF ANCIENT CONTINENTAL CRUST (ON THE EXAMPLE OF THE YENISEI RIDGE).....	57
Sorokina A.M., Galihanov A.V., Chepalo K.K. THE STUDY OF GLAUCONITE DEPOSITED IN THE BAKCHARSKOE FIELD AS AN UNCONVENTIONAL RESOURCE OF METAL.....	61
Starkov R.I., Pavlov A.V. CONCENTRATION GOLD PLACERS R. BAISIUT (TYVA) ON THE CANADIAN CHUTES AND SPIRAL SEPARATOR.....	64
Storozhenko A.F. FEATURES OF ACCUMULATION SEDIMENTARY DEPOSITS WITHIN THE NORTH-EASTERN FLANK OF THE PETROVSKY-AGRICULTURE FIELD SANDSTONES AND LIMESTONES (STAVROPOL TERRITORY).....	67
Taymasov D.V. THE MATERIAL COMPOSITION OF THE CARBONACEOUS BLACK SHALE DEPOSIT ZAPOLYARNOE (KOLA PENINSULA).....	71
Fefelov M.V. TECHNIQUE OF AEROSPACE RESEARCHES DURING THE FORECASTING AND SEARCHES OF GOLD ORE DEPOSITS.....	74
Husainova A.S. TYPOMORPHISM GOLD FROM TECHNOGENIC MINERAL PLACER KRASNOTURINSK DISTRICT (NORTHERN URALS).....	78
Sharifullina L.S., Nizamiev R.I. THE EFFECTIVENESS OF SEISMIC SURVEYS ON THE IVANOVO OIL FIELD ACCORDING TO DRILLING WELLS.....	82
Shklyaev D.I., Barsukov E.N. PROSPECTS FOR URANIUM EXPLORATION IN THE UPPER KAMA REGION (REPUBLIC OF UDMURTIA, PERM REGION).....	86
Yurichev A.N. IRON CONTENT IN OLIVINE AS LOCAL CRITERION OF DETECTION OF CHROME ORE.....	89
Yatskovsky Y.V. TECHNOLOGY OF IMPROVING THE QUALITY OF CORING AT PROSPECTING AND EXPLORATION OF OIL AND GAS IN COMPLEX GEOLOGICAL CONDITIONS.....	92
SECTION 2. MINERALOGY, GEOCHEMISTRY AND PETROLOGY.....	97
Aksenov S.M. FEATURES OF CALCIUM AND VACANCY ORDERING IN THE CRYSTAL STRUCTURE OF CALCIUM CATAPLEITE FROM BURPALA MASSIF (NORTHERN BAIKAL, RUSSIA).....	97

ГЕОЛОГИЯ В РАЗВИВАЮЩЕМСЯ МИРЕ

Afonin I.V. PETROCHEMICAL AND MINERAL CHARACTERISTICS OF TERRIGENOUS SEDIMENTS (TASIYSKAYA AREA, WESTERN SIBERIA).....	101
Belogolova E.A. STRUCTURAL FEATURES AND ELEMENTAL COMPOSITION OF BIOGENIC APATITE IN MAMMOTH BONE.....	104
Bestemianova K.V. CHLORITES FROM WALLROCK – ALTERATION ROCKS AND ORES BARITE – POLYMETALLIC DEPOSITS AT ZMEINOGORSK DISTRICT (RUDNY ALTAI).....	108
Visloguzov K.K., Gayvoronskaya A.S., Golovanev I.A. CONCENTRICALLY ZONED RHYTHMIC NODULES STRUCTURE OF LOWER PALAEOGENE SANDS IN BUCHAKSK FORMATION (MILLEROVO AREA, ROSTOV-ON-DON REGION).....	112
Gevorgyan M.R., Juharyan A.K. DECORATIVE-SEMI-PRECIOUS JASPEERS FROM SEVAN BELT REGION OF ARMENIA.....	116
Glukhov M.S., Galiullin B.M., Statsenko E.O. INTERNAL STRUCTURE OF METAL MICROSPHERES FROM SEDIMENTARY ROCKS.....	120
Grakova O.V., Ulyasheva N.S. BLACK SHALES OF NYAROVY SERIES OF POLAR URALS.....	124
Gunko S.D., Usoltseva U.S. CHROME-DIOPSIDE DEPOSIT «INAGLI» (REPUBLIC OF SAKHA (YAKUTIA), RUSSIA).....	128
Gushchina T.O. THE STUDY OF BIOSORPTION PROCESSES OF BONE TISSUE.....	132
Eremenko D.V. THE RESEARCH OF MORFOLOGY AND CHEMICAL CHARACTERISTICS OF CR-SPINELS FROM PIPE 746-B (ARCHANGELSK DIAMOND-BEARING PROVINCE).....	136
Zarubina E.S., Aksenov S.M. CHEMICAL AND STRUCTURAL FEATURES OF THE MAGNESIO-FERRI- HORNBLende $\square\text{Ca}_2(\text{Mg}_4\text{Fe}^{3+})[(\text{Si}_7\text{Al})\text{O}_{22}](\text{OH})_2$ – A POTENTIALLY NEW MINERAL OF THE AMPHIBOLE SUPERGROUP.....	140
Kalgin V.Y. MINERALOGY OF TUMANNOE GOLD-ANTIMONY DEPOSIT (EASTERN SAYAN).....	144
Merkushova M.U. MINERAL COMPOSITION OF RICH IRON ORE JAKOVLEVSKY DEPOSIT KMA.....	148
Ovchinnikova M.V., Chefranova A.V. MORPHOLOGICAL AND MICRO-ANATOMICAL FEATURES OF ZIRCON OF ERGENINSKY RARE-METAL-TITAN PLACER MANEFISTATION.....	152

CONTENTS

Perstneva Y.A. BRECCIA OF MUD VOLCANOES AS AN OBJECT OF LITHO-GEOCHEMICAL SURVEY.....	156
Popov A.A., Ribalkin N.A. MORPHOMETRIC ANALYSIS OF EXOGENOUS AND ENDOGENOUS PLACER GOLD AND INDIGENOUS FRONT RANGE NORTH CAUCASUS....	160
Sarantseva T.J., Kondaurova K.A., Chernysheva V.V. TO THE QUESTION OF MATERIAL STRUCTURE OF SERPENTINITE OF THE DAKHOVSKY CRYSTAL MASSIF (NORTHWEST CAUCASUS).....	163
Sivkov D.V. ROLE OF ORGANIC SUBSTANCE IN FORMATION OF KAOLIN OF THE VERKHNEASHUTSKOE BAUXITE DEPOSIT (KAZAKHSTAN).....	166
Siova A.V. PETROGRAPHIC CHARACTERISTIC OF KYTLYMITS OF THE KATYSHORSKY RIDGE.....	170
Sukhanova K.G., Alekseev V.I. ABOUT TWO TYPES OF TOURMALINITES FROM VERHNEURMY ORE DISTRICT (AMUR RIVER REGION).....	174
Toguzov R.R. TYPOMORPHIC FEATURES OF GOLD OF FIELDS OF VARIOUS GENETIC TYPES.....	177
Tukhvatullina L.F. STUDY OF THE CHANGING NATURE OF DECOMPACTION SALT ROCKS UNDER THE CONDITION OF UNIAXIS COMPRESSION.....	180
Fakhrutdinov E.I. THE LITHOGENETIC ASPECTS CONCERNING THE FORMATION LOWER KAZANIAN SEDIMENTS IN VOLGA-KAMA REGION.....	184
Fedorov S.A., Amdur A.M., Yanchurina M.M. DISPERSED GOLD DROPLETS: MECHANISM OF MOTION IN ROCKS WHEN HEATED.....	188
Fedoseeva T.M. THE STUDY OF THE MATERIAL COMPOSITION OF TERRIGENOUS COLLECTORS YNVINSKOE FIELD.....	192
Chefranova A.V., Chefranov R.M. MORPHOLOGICAL AND MICROANATOMICAL TYPIFICATION OF ZIRCON OF BESH-PAGIRSKOE RARE-METAL-TITAN PLACER DEPOSIT....	195
Yurichev A.N. TITLE OF THE ARTICLE IMPACT OF METAMORPHISM ON CHROMOSPINELIDES FROM AGARDAGSKY ULTRAMAFIC MASSIF (REPUBLIC OF TUVA).....	199
Yakimov T.S. GEOCHEMICAL FEATURES OF A COLOR OF NEPHRITE OF EASTERN SIBERIA.....	203

SECTION 3. PALEONTOLOGY, STRATIGRAPHY AND REGIONAL GEOLOGY.....	207
Buyanov A.V., Kolomiets V.L., Budaev R.Ts. LITHOGENETIC FEATURES OF FORMATION OF SEDIMENTARY ROCKS HIGH ABOVE THE FLOODPLAIN TERRACES R. SELENGA (UST'-DZHIDA BASIN, WESTERN TRANSBAIKALIA).....	207
Gavrilova A.A. STRATIGRAPHY AND ETHNICITY CULTURAL STRATUM VIII-X. STARAYA LADOGA.....	211
Galimov A.A. TECTONIC ASPECTS IN LOCATION OF POWER RIPHEAN SEDIMENTS BASHKIRIAN MEGANTICLINORIUM.....	214
Gusev A.A. GENERAL GEOLOGICAL CHARACTERISTICS CHAN'VINSKOE DEPOSITS OF LIMESTONE.....	218
Zapolskikh D.A. FRASNIAN PHASE OF THE REEF FORMATION IN THE PERM REGION.....	221
Kodash A.S. FINDS OSTRACODS IN EASTERN BLACK SEA DEPRESSION.....	224
Kochnev A.A. PALEONTOLOGICAL STUDIES USING X-RAY TOMOGRAPHY.....	228
Pavlova M.R., Galanin A.A. STRUCTURE AND CONDITIONS OF FORMATION OF THE DUNE MASSIF – TUKULAN MAHATTA (CENTRAL YAKUTIA).....	232
Pavlova O.V. MINERAL COMPOSITION OF THE EARLY CRETACEOUS ANOXIC STRATA IDENTIFIED BY X-RAY DIFFRACTION AND ELECTRON MICROSCOPIC ANALYZES.....	236
Potapova E.V. AALEN-BAJOCIAN REGIONAL RESERVOIR (URENGOYSKAYA NGR), STRUCTURE AND CORRELATION.....	240
Tsyrenov B.-Ts.A., Kolomiets V.L., Budaev R.Ts. LITHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF DEPOSITS AND SEDIMENTATION TERRACED COMPLEX SITUATION R. DZHIDAIN THE LOWER REACHES (WESTERN TRANSBAIKALIA).	243
Chernysheva V.V., Kondaurova K.A., Lapaeva M.N. ON THE ORIGIN OF JURASSIC TERRIGENOUS COMPLEX FRAMING DAKHOVSKAYA CRYSTAL ARRAY (NORTH-WEST CAUCASUS).....	247
Chshemelinina A.A. THE STRATIGRAPHIC DISTRIBUTION AND MORPHOLOGICAL FEATURES OF THE PALYNOLOGICAL MARKER SAMARISPORITES TRIANGULATUS IN THE MIDDLE DEVONIAN (GIVETIAN).....	250

CONTENTS

SECTION 4. GEOPHYSICS. GEOPHYSICAL METHODS OF MINERAL RESOURCES PROSPECTING AND EXPLORATION.....	254
Alyaseen M.S. EXPLORATION OF OIL AND NATURAL GAS OFFSHORE	254
Asanova K.I. COMPUTER PROGRAM OF FORWARD GRAVITY MODELING FOR HOMOGENEOUS SPHERES.....	257
Bazhin K.I. THE POTENTIAL OF ELECTRICAL RESISTIVITY TOMOGRAPHY TO DETERMINE THE THAWED ZONE LIMITS IN COASTAL ABUTMENT OF A RESERVOIR DAM ON THE SYTYKAN RIVER.....	260
Voitova A.S., Kalinina E.V. SOME FEATURES OF THE WAVE FIELD OF INDUSTRIAL EXPLOSIONS AND EARTHQUAKES IN THE RECORDING OF THE SEISMIC STATIONS GUZR.....	265
Guseva N.S. EARTHQUAKE AT THE MIDDLE URALS 18TH OCTOBER 2015.....	269
Yefimenko O.S., Dikhanov Ye.N. Yefimenko S.A. XRF SPECTROMETER FOR RECONNAISSANCE AND BOOTY WORKS.....	273
Zhitnikova M.I. PHYSICO-GEOLOGICAL MODEL OF SOSVA POTENTIALLY ORE-BEARING AREA COPPER-ZINC MINERALIZATION OF THE NORTHERN URALS.....	277
Zaklyuchnov I.S. SPECIFICS OF SEISMIC INTERPRETATION IN OPENDTECT SOFTWARE....	280
Zaripova E.A., Lundina O.A. ERROR IN THE CALCULATION OF THE VELOCITY MODEL ON DATA REFRACTED WAVES METHOD.....	285
Zaharova A.A. NUMERICAL SIMULATION OF ELECTRIC FIELDS IN THE STUDY KARST TERRITORIES.....	289
Ivanova E.A. STATISTICS AND IT'S ROLE IN THE ALLOCATION OF COMPLEX OIL AND GAS OBJECTS.....	293
Idrisov I.I. MAGNETIC SUSCEPTIBILITY OF BITUMINOUS SEDIMENTARY ROCKS SHESHMINSKOGO HORIZON UFIMSK LAYER ON THE EXAMPLE OF WELL CHEREMSHAN BASTRYKSKOY ZONE (REPUBLIC OF TATARSTAN).....	296
Knyazev N.V. NUMERICAL MODELING OF ELECTRIC AND ELECTRO MAGNETIC FIELDS BY THE EXAMPLE OF BELSKY OIL FIELD.....	299
Korotkov O.S. APPLICATION OF CLASSIFICATION ANALYSIS IN THE FORECAST OF SANDSTONE COLLECTORS IN THIN LAYER TERRIGENOUS SECTION ON MATERIALS 3D SEISMIC.....	303

ГЕОЛОГИЯ В РАЗВИВАЮЩЕМСЯ МИРЕ

Kurashov I.A. QUALITY CONTROL OF FIELD GEOMETRY FOR LAND SEISMIC SURVEY.	306
Lundina O.A., Zaripova E.A. LOW-VELOCITY LAYER EFFECT FOR DATE ACCURACY OF THE REFRACTED WAVE METHOD.....	310
Mokretsov S.P. STUDY OF INSTABILITY OF A GRAVITATIONAL FIELD WITH HIGH- PRECISION GRAVIMETRIC OBSERVATIONS.....	314
Muryskin A.S. EXAMPLE OF USAGE OF GEORADAR METHOD FOR INSPECTION OF THE ROOM CONCRETE FLOOR.....	317
Muryskin A.S. FORWARD MODELING OF REFLECTED WAVES FOR HOMOGENEOUS LAYERED MEDIUM.....	322
Nikolaev D.S. 2D MODELING OF ELECTRICAL SOUNDINGS OF A HIGH VISCOSITY OIL DEPOSIT.....	325
Obernebesov D.S. THE USE OF GROUND PENETRATING RADAR FOR MAPPING OF UNGERGROUND UTILITIES.....	328
Ovchinnikova E.A. THE USE OF GEORADAR FOR DETERMINING THE ROAD PAVEMENT QUALITY.....	333
Ogloblina D.S. WAVE MODELING OF CARBONATE RESERVOIRS IN THE CARBONATE MOUNDS EXAMPLE, THE TIMAN-PECHORA PROVINCE.....	339
Panteleev S.V. ANALYSIS OF STRATIGRAPHIC VELOCITIES OF THE COMPLEX AND CHANGING THEM DEPENDING ON THE TECTONIC ZONING.....	341
Pihcaleva T.S. METHOD LMS FOR THE PURPOSE OF DETERMINING THE PERCENTAGE OF IRON CONTENT IN TITANIUM-MAGNETITE ORES OF THE GUSEVOGORSKOYE DEPOSIT OF KACHKANAR.....	345
Pystogova M.A. IMPROVING THE EFFICIENCY OF RE-OPENING THE RECOVERY.....	349
Reva V.A. ERROR ESTIMATES FOR SOLVING INVERSE PROBLEMS OF REFRACTION SHOOTING.....	353
Rubanov S.Yu. SEISMIC CDP 3D IN CONDITIONS OF TRANSITION ZONE.....	357
Skorkina A.A. APPLICATION OF CORRELATION ANALYSIS TO CORNER FREQUENCIES SET FOR SOURCE SPECTRA OF EARTHQAKES FROM AVACHA BAY.....	361
Skorkina A.A., Ototuk D.A., Nanovsky V.M., Chebrov D.V. FOR IMMEDIATE ESTIMATION OF MAGNITUDE AT CLOSE DISTANCES IN WORK OF TSUNAMI WARNING SYSTEM IN THE FAR EAST OF RUSSIA	365

CONTENTS

Sobko E.A. PREDICTION OF ZONES OF REDUCED PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES BY USING RECOGNITION TECHNIQUES OF FRACTURED STRUCTURE ON SEISMIC RECORDS.....	369
Tikhomirov F.A. INTERPRETATION OF GIS DATA BY METHODOLOGY «LPST» FOR EXAMPLE TERRIGENOUS-CARBONATE SECTION OF SOUTH DEPOSIT.....	372
Fadeev M.V. METHODS OF DETERMINING CASING FLOWS.....	376
Hamidulina A.A. BAROMETRE IS ONE OF THE IMPORTANT METHODS OF GIS-CONTROL OF THE CONDUCT OF THE PROCESSES OCCURRING IN THE BOREHOLE.....	380
Chuchalin D.A. THE FINAL RESULTS OF THE INTERPRETATION OF WIRELINE LOGS IN OPEN HOLE WELLS OF NOVO-POKURSKY OIL FIELD.....	384
Shvetsova M.N. THE INTERPRETATION OF WAVE REFRACTION IN SYSTEM SPS-PC.....	387
SECTION 5. ENGINEERING GEOLOGY.....	392
Averyanova M.V. LOADING SPEED'S INFLUENCE ON DEFORMATION CHARACTERISTICS OF CLAY SOILS.....	392
Anasovich O.A. SUFFOSION PREDICTION AND ANTISUFFOSION ACTIVITIES.....	395
Antonov R.V. CHARACTERISTIC OF MORaine DEPOSITS OF THE SOUTHERN PART OF THE DON GLACIAL TONGUE.....	396
Beznosenko N.V. THE ANALYSIS OF CONDITIONS OF FORMATION AND DEVELOPMENT OF LANDSLIDE PROCESSES IN THE SOUTH-WEST OF THE VORONEZH REGION.....	401
Garifulova A.V. MEASURES FOR ENVIRONMENTAL PROTECTION DURING THE LIQUIDATION OF LUNIEWSKOGO QUARRY DEPOSITS OF LIMESTONE....	405
Dal L.I., Melchakova N.P., Trascina E.S. ENGINEERING-GEOLOGICAL CONDITIONS NORTHWEST OF PERM REGION IN CONNECTION WITH DESIGNING OF RAILWAYS «BELKOMUR».....	409
Zvereva I.A., Lbova D.S. DEPENDENT SWELLING FROM NATURE OF CLAY SOIL.....	413
Ippolitova E.A. THE REGULARITY OF VARIABILITY OF THE PHYSICAL PROPERTIES OF SOILS ON THE AREA OF PLACEMENT KURSK APP-2.....	417

ГЕОЛОГИЯ В РАЗВИВАЮЩЕМСЯ МИРЕ

Kasatkina K.V. THE FORMATION OF STRUCTURAL BONDS IN THE CLAYS IN HYDROCARBON POLLUTION.....	421
Kiselev V.V. THE QUESTION ABOUT THE INFLUENCE OF THE CHEMICAL COMPOSITION OF GROUNDWATER IN THE SWELLING OF CLAY SOILS IN THE OIL AND GAS INDUSTRY FACILITIES.....	425
Kozminykh A.V. ANALYSIS OF ENGINEERING-GEOLOGICAL CONDITIONS THE SOUTH- WESTERN PART OF THE PERM REGION.....	428
Lunegova M.S. THE CONCEPT AND MECHANISMS OF FORMATION OF KARST SINKHOLES.....	433
Lialina T.A. GASSING SPECIFICS FROM EXPLORATION WELLS AT THE VERKHNEKAMSKOE DEPOSIT.....	437
Malgina Yu.O., Peshkova T.A. THE CHANGE OF ZETA POTENTIAL OF CLAY PARTICLES IN AQUEOUS SOLUTION.....	440
Matsievskij A.S., Pashkov M.V. EFFECTS OF OIL ON THE STRENGTH PROPERTIES OF BENTONITE CLAY.	444
Nekrasov M.A. ENGINEERING-GEOLOGICAL ZONING OF AREAS USING NORMALIZED INDICATORS.....	448
Nesterov D.S. ABOUT INFLUENCE OF PH TO ELECTRICAL CHARGE OF CLAY GROUND PARTICLES.....	451
Nesynov V.V., Andreev D.O. EXPERIMENTAL WORK TO SEISMIC TOMOGRAPHY.....	455
Ogonerov V.V. STUDING OF THE GROUND TEMPERATURE REGIME IN THE WASHED UP TERRITORIES OF YAKUTSK CITY.....	459
Pitkina S.N., Malgina Yu.O., Peshkova T.A. THE INFLUENS OF KCI ON THE STABILITY OF SUSPENSIONS OF CLAYS..	462
Ponomareva Zh.Yu. STUDY OF THE REGULARITIES OF SUFFUSION REMOVAL OF SOIL IN VERTICAL FILTERING.....	466
Prasolov A.A. ENGINEERING-GEOLOGICAL CHARACTERISTICS OF COMPOSITION, STRUCTURE AND PROPERTIES OF SANDS OF LOWER CRETACEOUS AGE OF SPARROW HILLS DISTRICT OF MOSCOW CITY.....	470
Selezneva A.E. THE QUESTION OF CORRELATION OF DEFINITION OF STRENGTH'S LIMIT ON UNIAXIAL COMPRESSION WITH RESULTS OF RESEARCHING BY THE METHOD OF ELASTIC REBOUND.....	474

CONTENTS

Siteva O.S., Andrianov A.V.	
EVALUATION ENGINEERING-GEOLOGICAL CONDITIONS OF LAND FOR CONSTRUCTION OF A RESIDENTIAL HOUSE IN THE PERM REGION.....	476
Suranova S.A.	
CARRYING OUT RESEARCHES ON THE KOKUYSKY GAS-OIL FIELD FOR AN ASSESSMENT OF ENGINEERING-GEOLOGICAL CONDITIONS.....	480
Tamoyan K.A.	
ENGINEERING GEOLOGICAL CHARACTERISTICS KHARYAGINSKOYE OIL FIELD.....	484
Faizov R.R.	
METHODS OF PHYSICAL MODELING SUFFUSION PROCESSES.....	488
Khlebnikova E.V.	
ENGINEERING-GEOLOGICAL CONDITIONS OF THE AREA PROJECTED HIGH-SPEED RAILWAY LINE WITHIN THE VLADIMIR REGION.....	492
Khrulev A.S.	
STUDY OF THE CHANGE OF TEMPERATURE OF ROCKS DURING THEIR LOADING.....	496
Chebotaeva T.N.	
ESTIMATION OF PROPENSITY LOESS SOILS TO SUBSIDENCE PHENOMENA BASED ON THE USE OF INDIRECT INDICATORS.....	500
Churakova E.A.	
ENGINEERING-GEOLOGICAL EVALUATION SELISCHENSKOGO DEPOSIT BUILDING GYPSUM.....	504
Yadzinskaya M.R.	
TO THE QUESTION ABOUT THE ENGINEERING-GEOLOGICAL ZONING.....	508
Yadzinskaya M.R.	
PREDICTION OF STRENGTH PROPERTIES OF FINE-GRAINED SOILS CONTAMINATED WITH HYDROCARBONS.....	511
Yastrebova E.N.	
REGULARITIES OF KARST AND SUFFUSION PROCESSES FORMING ON THE CONSTRUCTED OF KFU VILLAGE.....	515

ГЕОЛОГИЯ В РАЗВИВАЮЩЕМСЯ МИРЕ
ДЛЯ ЗАМЕТОК

Научное издание

ГЕОЛОГИЯ В РАЗВИВАЮЩЕМСЯ МИРЕ

Сборник научных трудов

(по материалам IX Международной научно-практической
конференции студентов, аспирантов и молодых ученых)

В ДВУХ ТОМАХ

Том 1

Издается в авторской редакции

Компьютерная верстка *Р.Р. Гильмутдинова, К.И. Асановой,
А.П. Боталова, Н.С. Гусевой, Э.М. Даутовой, И.И. Капатской,
Ю.О. Мальгиной, А.С. Мурыськина, Ф.А. Тихомирова*

Подписано в печать 22.03.2016. Формат 60х84/16.

Усл. печ. л. 31.45 Тираж 140 экз. Заказ

Типография ООО «Полиграф-сити»
614022, г. Пермь, ул. Подгорная, 109