

**МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«УРАЛЬСКАЯ ГОРНАЯ ШКОЛА – РЕГИОНАМ»**

28-29 апреля 2014 года

**ГЕОЛОГИЯ. ГЕОФИЗИКА.
ТЕХНОЛОГИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ РАЗВЕДКИ**

УДК 553.3.4.04

**ПЕТРОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОРОД, ВМЕЩАЮЩИХ
ХРОМОВОЕ ОРУДЕНЕНИЕ НА МЕСТОРОЖДЕНИИ ХАБАРНИНСКОЕ 5/II**

Колчанова И. И.

Научный руководитель Бурмако П. Л., канд. геол.-минерал. наук, доцент
ФГБОУ ВПО «Уральский государственный горный университет»

Хабарнинский массив ультрамафитов находится на Южном Урале, на территории Оренбургской области, подчиненный г. Новотроицку, и Гайскому району, расположен в 6 км к юго-западу от города Новотроицка, северо-восточный край массива находится в окрестностях пос. Аккермановка.

На современном эрозионном срезе массив представлен телом, вытянутым в меридиональном направлении, общей площадью около 400 км². Долиной р. Урал массив делится на две неравные части: северную и южную. Северная часть массива занимает около 75 % его площади.

Хабарнинский габбро-гипербазитовый массив является главной составной частью крупного аллохтона, надвинутого на нижнепалеозойские осадочные и вулканогенные образования Сакмарской зоны Южного Урала (Пушкарёв, 2006). Надвигание Хабарнинской габбро-гипербазитовой пластины вместе с вмещающими ее метаморфизованными осадочными и вулканогенными толщами произошло в позднем силуре – раннем девоне.

Состав хромшпинелей Хабарнинского массива приведен в таблице 1. По составу шпинели разделились на две основные группы. Первая представлена магнезиальным хромпикотитом, связанным с дунит-гарцбургитовым комплексом. Для них характерна низкая хромистость на уровне 41% и невысокая железистость – 29%. Вторая группа хромшпинелей Восточно-Хабарнинского комплекса в целом образуют довольно компактное поле на границе магнезиальных субферриалюмохромитов и магнезиально-железистых субферрихромитов, для которых отличительной особенностью является повышенная хромистость (на уровне 80 %), с одной стороны, и повышенная и высокая железистость, которая колеблется от 30 до 70 %.

Месторождение Хабарнинское 5/II расположено в полосе развития аподунитовых серпентинитов, в которых иногда встречаются сохранившиеся зёрна оливина размером 0,8-0,9 мм, ксеноморфные и субидиоморфные, замещённые мелкопетельчатым млизардитом с тонкой вкрапленностью зёрен магнетита. Здесь картируются также антигоритовые серпентиниты. Аксессуарный хромит в них присутствует в виде отдельных идиоморфных зёрен, а также тонких прожилков. Мощность отдельных рудных тел достигает 10-14 м, содержание Cr₂O₃ в рудах изменяется от 8 до 45%. На месторождении пройден карьер, вытянутый в северо-западном направлении. Протяженность его составляет около 80 м при ширине до 40 м и глубине от 4–5 до 20 м. Карьером вскрыты дуниты и аподунитовые серпентиниты с вкрапленным

хромитовыморуденением. В приповерхностной зоне по серпентинитам развита кора выветривания.

На месторождении преобладают руды с полосчатой текстурой, редко встречаются петельчатые руды. Петельчатость обычно проявлена на фоне общей полосчатости. Ограниченным распространением пользуются пятнистые (такситовые) хромиты. Для всех текстурных типов хромитов характерна мелкозернистая структура. Иногда видны постепенные переходы от обычной струйчато-полосчатой текстуры к петельчатой. Они выражены в постепенном «обжати» струйками хромшпинелидов силикатных включений при сгущении вкрапленности.

В основном в карьере встречаются вкрапленные хромовые руды, приуроченные к зонам хризотилитовых и антигоритовыхаподунитовых серпентинитов. По составу хромшпинелиды соответствуют железистым субферрихромиту и субферриальюмохромиту. Редко встречается хромпикотит и хромит, который в шлифах просвечивает в красно-коричневых тонах.

Таблица 1 – Состав хромитовых руд Хабаровинского массива

№ п/п	№ пробы	33 осп, %							Cr*	f*
		TiO ₂	Al ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃	FeO	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO		
Восточно-Хабаринский комплекс										
1	Месторождение 5\P		11,30	49,49	11,38	11,04		12,40	74,61	37,52
2	Месторождение 5\I		12,44	51,49	7,24	11,82		16,48	73,52	22,33
3	Месторождение 6		12,04	52,97	4,79	15,75		13,08	74,69	36,02
4	Месторождение 2		9,06	53,53	9,99	10,87		13,04	79,85	34,46
5	Месторождение 1		9,73	49,88	13,64	8,43		13,79	77,47	30,87
6	Месторождение 11		8,46	54,8	18,5	5,6		11,30	81,29	43,74
7	8805	0,52	8,40	44,94	38,17		0,45	6,08	78,21	69,31
8	8820	0,41	7,99	55,18	23,55		0,00	12,06	82,25	41,78
9	8818	0,3	7,94	54,18	27,30		0,00	9,61	82,07	50,81
10	8818	0,39	8,07	53,73	27,39		0,53	9,20	81,70	51,98
11	8839	0,23	6,74	56,08	26,86		0,00	9,12	84,80	54,06
12	8840	0,37	6,50	57,25	24,50		0,46	9,45	85,52	49,40
Дунит-гарцбургитовый комплекс										
13	8879	0,46	11,09	53,01	21,59		0,00	12,20	76,22	46,49
14	8894	0,00	34,77	35,84	13,76		0,00	15,93	40,88	29,45
15	8894	0,00	34,64	35,55	13,96		0,00	15,94	40,77	29,73

Серпентиниты, содержащие хромитовую минерализацию, на 45-50 % состоят из тонкочешуйчатого агрегата антигорита и хризотила со значительным содержанием (до 20-30 %) карбоната, по всей видимости, магнезита. Количество хромшпинелида в таких породах может достигать 30 %. Иногда в серпентинитах встречается примесь хлорита до 5% и по трещинам в приповерхностной зоне формируется халцедон.

Практически повсеместно в породах встречаются прожилки заполненные магнетитом, мощность которых может достигать 0,25 мм.

ВЕЩЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ РУД И ВМЕЩАЮЩИХ ПОРОД МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЖЕЛЕЗИСТЫХ КВАРЦИТОВ АНОМАЛЬНОЕ

Садаков Г. В.

Научный руководитель Козьмин В. С., канд. геол.-минерал. наук, доцент
ФГБОУ ВПО «Уральский государственный горный университет»

Месторождение железистых кварцитов Аномальное расположено в пределах юго-западной части Оленегорского железорудного района, наряду с месторождениями Кировогорское, им. XV-летия Октября, им. проф. Баумана, Железная Варака.

В геологическом строении месторождения участвуют породы кольского метаморфического комплекса (LP_1kl) и гнейсо-диориты вежетундровского эндербит-плагиогранитного комплекса (γLP_1v). В составе кольского метаморфического комплекса (LP_1kl) выделяются три подкомплекса: амфиболито-гнейсовый (ag), железистых пород и гнейсов (fg) и глиноземистых гнейсов (gg), выделяющиеся по преобладанию соответствующих по составу пород. Стратифицированные образования указанных комплексов в пределах месторождения прорваны рифейскими дайками долеритов и габбро-долеритов.

В ходе петрографического и минераграфического исследования железистых кварцитов месторождения Аномальное установлены некоторые особенности их минерального состава.

Руды представляют собой мелкозернистые, гнейсовидно-полосчатые железистые кварциты, главным рудным минералом в которых является магнетит. В единичных зёрнах присутствуют зёрна гематита, а также пирита и пирротина. Гематит в железистых кварцитах распределен крайне неравномерно и связан преимущественно с мартитизацией магнетита.

Микроскопическим изучением шлифов установлен кварц-магнетитовый, кварц-амфибол-магнетитовый состав пород с варьирующим количеством основных минералов (кварц 15-80 %, моноклинный амфибол 2-35%, магнетит 15-45 %). В подчинённом количестве в шлифах отмечается карбонат, апатит. Установлены особенности минерального состава, указывающие на интенсивные метасоматические изменения, на что указывают: микроклин, серицит, щелочной амфибол и относительно крупные (до 2 мм) агрегаты граната в ассоциации с прожилками новообразованного кварца (рисунки 1, 2). Наибольшее изменение руд и вмещающих пород отмечается вблизи контакта джеспилитов с малыми телами гранитоидов вежетундровского эндербит-плагиогранитного комплекса [1].

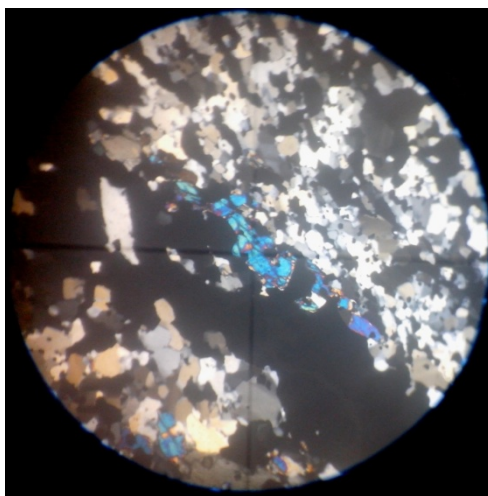
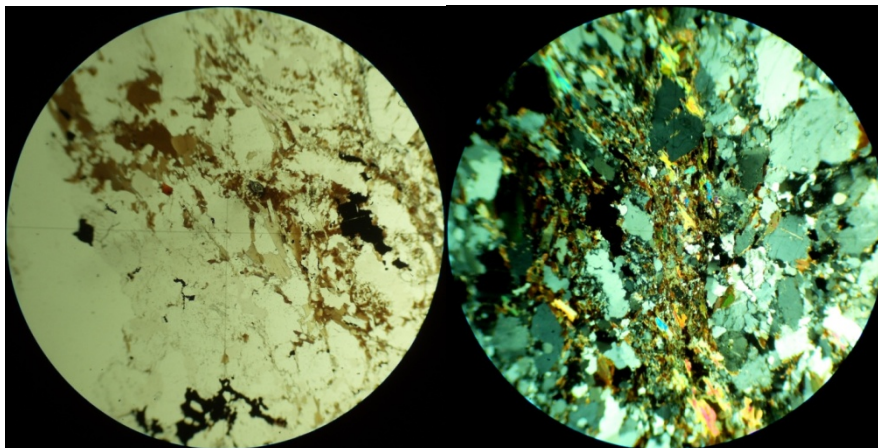


Рисунок 1 – Щелочной амфибол. Николи "+", поле зрения 2 мм

Воздействие тел выше упомянутого комплекса существенно повлияло на окружающие их породы, что подтверждается находками щелочного амфибола в джеспилитах, появление граната в зонах контакта джеспилитов с гранитоидами. Значимое влияние метасоматоз оказал на вмещающие руды породы. Так в гнейсах отмечены признаки окварцевания, калишпатизации, сульфидизации. Предположительно данный процесс был щелочным по химизму.



Слева – николи II, справа – +

Рисунок 2 – Биотит-серицитовый агрегат (поле зрения 2 мм)

В результате внедрения рифейских интрузий габброидов происходило повышение температуры и, как следствие, по магнетиту начал развиваться куммингтонит, на что указывает реликты магнетита в куммингтоните (округлые зёрна) [3].

Таким образом внедрение тел гранитоидов вежетундровского эндербит-плагиогранитного комплекса привело к метасоматическому изменению руд и вмещающих пород на что указывают признаки выраженные в калишпатизации, серицитизации (заполнение трещин и межзернового пространства) и сульфидизации. Обнаруженный щелочной амфибол указывает на щелочной химизм процесса.

Неизменённые разности руд представляют собой классические гнейсовидные джеспилиты с незначительным количеством амфибола. Преобладание в составе рудных минералов железистых кварцитов магнетита позволяет отнести руды месторождения Аномальное к магнетит-кварцевому типу, что указывает на глубокие метаморфические изменения первично-осадочных руд. Известные месторождения железистых кварцитов разделяются по преобладающим типам руд на гематит-кварцевые, магнетит-гематит-кварцевые, магнетит-кварцевые [2]. Последние по существующим представлениям наиболее глубоко метаморфизованные, обычно характеризуются высоким содержанием железа, но меньшими запасами в сравнении с другими типами.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Иванов Г. Б. Отчет о предварительной разведке железистых кварцитов участка Аномальный в 1991-1995 гг. (фондовая).
2. Илларионов А. А. Петрография и минералогия железистых кварцитов. – М.: Наука, 1965.
3. Точилин М. С. Происхождение железистых кварцитов. – М.: Наука, 1963.

РУДНО-МЕТАСОМАТИЧЕСКАЯ ЗОНАЛЬНОСТЬ В ПРЕДЕЛАХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ МАМИНСКОГО ЗОЛОТОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (СРЕДНИЙ УРАЛ)

Кочергин М. В.

Научный руководитель Баранников А. Г., д-р геол.-минерал. наук, профессор
ФГБОУ ВПО «Уральский государственный горный университет»

Маминское золоторудное поле находится на территории муниципального образования «Каменский район» Свердловской области, в 70 км к юго-востоку от г. Екатеринбурга, на площади которого с 1934 по 1937 гг. Маминским приисковым управлением было установлено 9 рудопоявлений золота в кварцевых жилах. В период 1987-1996 гг., по результатам поисковых работ на рудное золото сделано заключение о промышленной значимости участка. В 1999-2001 гг. ЗАО «Маминская горнорудная компания» выполнена разведка окисленных золотосодержащих руд. На баланс поставлены запасы по категориям $C_1+C_2=782,9$ кг. Опытно-промышленная добыча золота началась с 2003 года. Работы производились в пределах запасов категории C_1 . По состоянию на 01.01.2009 г. добыто 111,26 кг золота. В период с 2002 по 2010 гг. ЗАО «МГК» проведена разведка первичных и окисленных руд. На баланс поставлены запасы по категориям $C_1+C_2=27325,6$ кг.

В структурном плане Маминское месторождение располагается в пределах Маминской линейной антиклинали северо-восточного простирания. Оно приурочено к субмеридионально вытянутому силлу гранитов и гранодиоритов, субсогласно залегающему среди андезитов, андезибазальтов и их туфов среднего девона. В целом объект рассматривается как рудное тело объемной формы, связанное с метасоматитами березит-лиственитовой формации и жильными золото-сульфидно-кварцевыми телами. В этой связи определяющее значение имеет изучение состава и характера размещения метасоматитов, а также проявленной в них зональности. Этой теме посвящена данная работа.

Листвениты и лиственитизированные туфы андезибазальтов. В результате исследований условно выделены внутренняя, внешняя и промежуточная зоны метасоматических изменений.

Внутренняя (рудная) зона представлена лиственитами по туфам андезибазальтов зеленовато-светло-серого цвета, массивной, сланцеватой, или брекчиевидной текстуры, тонко-, мелкозернистой, лепидогранобластовой структуры с прожилково-вкрапленной сульфидной минерализацией, пронизанными кварц-карбонатными, кварцевыми прожилками. Отмеченные породы состоят из плагиоклаза, слюды, кварца и карбонатов, реже хлорита. Количество новообразованных минералов достигает 75 %.

Промежуточная зона удалена от рудной на расстояние 5-10 м. Представлена лиственитизированными туфами андезибазальтов зеленовато-светло-серого цвета, пятнисто-полосчатой текстуры, тонко-, мелкозернистой, лепидогранобластовой структуры. В составе рудной минерализации отмечена редкая вкрапленность тонко-, мелкокристаллического пирита. Лиственитизация проявлена в виде кварц-серицит-карбонатной ассоциации, распространена по массе неравномерно. Количество новообразованных минералов достигает 65 %.

Внешняя зона удалена от рудной на расстояние 15-20 м. Представлена пропилитизированными туфами андезибазальтов зеленовато-серого цвета, пятнисто-полосчатой текстуры, мелко-, среднеобломочной, литокристаллокластической структуры. В составе рудной минерализации отмечены магнетит и убогая вкрапленность мелкокристаллического пирита. Пропилитизация проявлена в виде хлорит-карбонатной и эпидот-хлорит-карбонатной минеральной ассоциации, распространена неравномерно по всей массе. Количество новообразованных минералов достигает 50%.

Березитизированные плагиограниты. В плагиогранитах отмечены внутренняя и промежуточная зоны. Выделение *внутренней (рудной) зоны* основано только на результатах пробирного анализа. Породы представлены березитизированными плагиогранитами светлого зеленовато-серого цвета с прожилками карбонат-кварцевого состава и прожилковидно-

вкрапленной пиритовой минерализацией. Для березитизированных плагиогранитов характерны массивные, оvoidные и брекчиевые текстуры. Они обладают крупнозернистой, реже среднезернистой гипидиоморфнозернистой (реже катакластической, замещения) структурой. Породы состоят, преимущественно, из плагиоклаза, кварца, мусковита, и серицита. Рудные минералы – пирит, лимонит; аксессуарные – рутил, сфен, лейкоксен, магнетит, апатит, циркон, турмалин.

Промежуточная зона представлена березитизированными плагиогранитами, макро и микроскопически схожими с плагиогранитами рудной зоны.

Выводы. Обобщив результаты исследований, составлены метасоматические колонки, обосновывающие зональность рудных метасоматитов березит-лиственитовой и пропилитовой формаций. Метасоматическая колонка по туфам андезибазальтов (в сокращенном виде) приведена в таблице 1. Полученные данные позволяют отметить, что зональность метасоматитов в пределах центральной части Маминского месторождения не контрастна, но все же проявлена достаточно отчетливо.

Таблица 1 – Метасоматическая колонка по туфам андезибазальтов

Зоны	Метасоматиты	Приобретенная текстура	Распределение новообразованных минералов по зонам (кварц, карбонат, серицит, хлорит), %							Общее количество новообр. минералов, %
			5	10	15	20	25	30	35	
Внешняя 10-20 м	пропилитизированные туфы	пятнисто-полосчатая								50,0
Промежуточная 5-10 м	лиственитизированные туфы		75,0							
Внутренняя	листвениты	сланцеватая								70,0
Внутренняя (рудная)			75,0							
Внутренняя			75,0							
Промежуточная 5-10 м	лиственитизированные туфы	пятнисто-полосчатая								65,0
Внешняя 10-20 м	пропилитизированные туфы		55,0							

Внутренняя (рудная) зона в туфах андезибазальтов ассоциируется с поздне-щелочной стадией метасоматоза, представлена лиственитами, сопряжена с рудоотложением и обрамлена пропилитизированными породами кислотной стадии метасоматоза. Пропилитизация рассматривается как прерудный метасоматоз, на который впоследствии наложены более поздние рудоносные процессы березитизации-лиственитизации.

В случае с силлом гранитоидов зональность проявлена менее контрастно. Скорее всего, это обусловлено неблагоприятной структурной подготовленностью пород рудовмещающего комплекса. Золотоносные зоны, приуроченные к Маминскому силлу березитизированных плагиогранитов, представляют собой практически единую минерализованную зону с промежутками пустых пород.

Результаты спектрального анализа по андезибазальтам и их туфам показали слабо проявленную зональность по свинцу. Небольшие превышения кларка концентрации по всем образцам показали бериллий, стронций и барий. В гранитах слабую зональность проявили цинк и медь. Превышение кларка концентрации по всем пробам показали хром, никель, кобальт, стронций, титан, ванадий, скандий и фосфор.

В заключение следует отметить, что изучение метасоматической зональности на различных стадиях геологоразведочных работ во многих случаях имеет определяющее значение, так как позволяет выявить стадийность рудоотложения и в дальнейшем более точно осуществить геологический прогноз. Как следствие, подобные исследования помогают окупить вложенные инвестиции.

ЭЛЕМЕНТЫ-ПРИМЕСИ В БОКСИТАХ КАЛЬИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Бузмакова А. А.

Научный руководитель Макаров А. Б., д-р геол.-минерал. наук, профессор
ФГБОУ ВПО «Уральский государственный горный университет»

Бокситовый горизонт Кальинского месторождения по литологическому составу подразделяется на два подгоризонта (снизу вверх): подгоризонт «красноцветных» и подгоризонт «пестроцветных» бокситов. Основу «субровского» рудного горизонта составляет «красноцветный» подгоризонт, заключающий в себя 87 % запасов кондиционных руд. Над красными бокситами залегает обычно маломощный (0,3-0,4 м) слой (подгоризонт) пестроцветных бокситов. Рудная брекчия в основании промышленного пласта имеет ограниченное распространение, по качественным характеристикам не соответствует требованиям кондиций и к руде не относится.

Красные бокситы по структурно-текстурным особенностям, находящим отражение в их физико-механических свойствах, подразделяются на ряд разновидностей: красные маркие, красные немаркие, яшмовидные, обесцвеченные и бокситы-колчеданы. Бокситы-колчеданы встречаются, главным образом, в пределах зон дробления, вблизи тектонических нарушений.

Среди минералов, слагающих «субровские» бокситы, преобладают моногидраты глинозема (диаспор, бемит) – 60-65 %, оксиды и гидроксиды железа (гетит, гематит, магнетит) – 23-25 %; существенную роль играют карбонаты (кальцит, сидерит) – 7-8 %, алюмосиликаты (каолинит, лептохлорит – 5-8 %) и силикаты (кварц, халцедон) – около 0,5 %.

Химический состав основных разновидностей бокситов – пестроцветных, красных и боксит-колчеданов характеризуется схожестью содержаний глинозема, оксидов железа и титана, но по содержанию в них т. н. вредных примесей – кремнезема, серы и диоксида углерода отмечаются значительные вариации

Для красных немарких бокситов (15 проб) характерны повышенные содержания меди ($37 \cdot 10^{-3}\%$) и цинка ($87,5 \cdot 10^{-3}\%$), в какой-то мере фосфора ($300 \cdot 10^{-3}\%$).

Красные маркие бокситы (2 пробы) несут слабо повышенные концентрации марганца ($175 \cdot 10^{-3}\%$) и фосфора ($350 \cdot 10^{-3}\%$).

Пестроцветные бокситы (4 пробы) выделяется повышенным содержанием серебра ($0,02 \cdot 10^{-3}\%$), молибдена ($0,3 \cdot 10^{-3}\%$), кобальта ($14,5 \cdot 10^{-3}\%$) и ванадия ($156,6 \cdot 10^{-3}\%$

Серые бокситы (3 пробы) характеризуются слабо повышенными содержанием хрома ($21 \cdot 10^{-3}\%$), ванадия ($18 \cdot 10^{-3}\%$) и марганца ($156,6 \cdot 10^{-3}\%$).

Другие микроэлементы (Pb, Sn, As, Be, Ni, Sr, Ti, Sc, Ge, Zr, Nb) распределены в бокситах достаточно равномерно. Необходимо обратить внимание на достаточно высокое содержание Sc (20г/т), Ge (2г/т) и Zr (150г/т).

В целом разновидности бокситов различаются ассоциацией различных микроэлементов, что определяется как условиями их отложения, так и особенностями минерального состава.

МАГМАТИЗМ АКТИВИЗИРОВАННОЙ ШОВНОЙ ЗОНЫ СЕВЕРНОГО ОБРАМЛЕНИЯ МАССИВА МАНЬХАМБО (ПРИПОЛЯРНЫЙ УРАЛ)

Горбунов В. В.

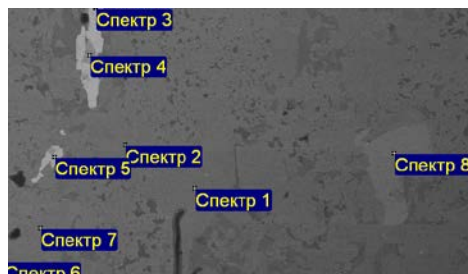
Научный руководитель Душин В. В., д-р геол.-минерал. наук, профессор
ФГБОУ ВПО «Уральский государственный горный университет»

Шовная зона северного обрамления массива Маньхамбо [3] практически на всем протяжении контролируется продуктивным кислым и основным магматизмом, который представлен породами различного возраста (от среднего рифея до перми) и состава. Состав данных интрузивных пород немаловажен при исследовании генезиса уран-торий-редкометалльного оруденения, приуроченного к зонам несогласия между архейским или раннепротерозойским фундаментом и позднепротерозойским платформенным чехлом, повсеместно представленного на исследуемой территории [1].

Автором работы были проанализированы образцы и пробы, отобранные в разные годы, при проведении ГДП-200 листа Р-40-ХII Северной НИГЭ, представляющие основные разновидности интрузивных пород в пределах площади. Непосредственное исследование минерального состава проводилось в шлифах, аншлифах и образцах. Исследования осуществлялись в проходящем свете на поляризационном микроскопе ПОЛАМ РП-1 и в отраженном свете на рудном микроскопе ПОЛАМ Р-311. Также для уточнения химического состава минералов шлифы изучались на сканирующем электронном микроскопе JSM-6390LV (JEOL, Япония) с типом сигнала ВЕС (отраженный электрон) [2].

Так, при детальном анализе шлифов габбро-амфиболитов (обр. 13-2003-1), был выяснен минеральный состав породы, в котором преобладает амфибол (до 40 %). По результатам исследований минеральный вид амфибола был определен как обычная роговая обманка (рисунок 1). На рисунке 1 изображено точное местоположение зерна амфибола, анализируемого на растровом микроскопе, а именно обычной роговой обманки.

Рисунок 1 – Поле зрения микроскопа



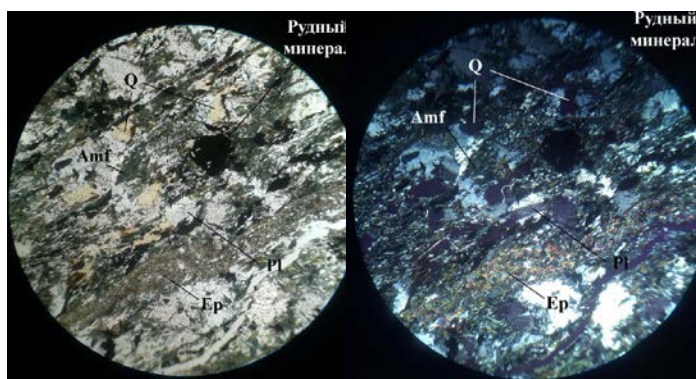
Это наглядно демонстрируется в таблице 1, в которой представлен расчет кристаллохимической формулы амфибола по химическому составу, итогом которого является полученная истинная формула минерала, практически соответствующая теоретической формуле роговой обманки. Также данным методом определен и подтвержден ряд минералов, таких как биотит (спектры 1 и 2), ильменит (спектры 3 и 5), рутил (спектр 4), фторапатит (спектр 7).

Таблица 1 – Расчет кристаллохимической формулы амфибола

Амфибол (роговая обманка)				Полученная кристаллохимическая формула		
$(Ca,Na,K)_{2-3}(Mg,Fe^{+2},Fe^{+3},Al)_5[Si_6(Si,Al)_2O_{22}](OH,F)$				$Ca_{2,47}Na_{0,48}Mg_{2,63}Fe_{1,29}Al_{0,99}Si_{6,17}O_{22,95}$		
Элемент	Весовой процент	Атомная масса	Общее атомное кол-во элемента	Количество атомов элемента в формуле	Сумма атомных кол-в	Общее количество атомов
O	47,87	16	29918,75	22,95185808	48231,12	37
Ca	7,42	22,99	3227,490213	2,47593557		
Al	3,47	26,98	1286,13788	0,986647306	Количество молекул 1303,5437	
Si	22,61	28,09	8049,127803	6,174804731		
Fe	9,43	55,85	1688,451209	1,295277795		
Na	1,44	22,99	626,3592866	0,480505016		
Mg	8,35	24,31	3434,800494	2,634971497		

Результаты спектрального анализа показали высокие содержания для габбро-амфиболитов $TiO_2 = 4,29 \%$, что можно обосновать преобладанием ильменита как рудного минерала. По содержанию кремнезема ($SiO_2=42,3-50,5 \%$) породы комплекса отвечают группе габброидов нормальной щелочности ($Na_2O+K_2O=2,0-2,7 \%$), толеитовой серии, калий-натрового типа. Уточнение состава габбро-амфиболитов позволяет отнести их к щокурьинским субвулканическим образованиям (*υβ'RF₂šk*) широко развиты в пределах изучаемой площади.

Щелочные долериты (обр. 13-299, 13-299-1) сложены амфиболом 25-30 % (роговой обманкой), альбитом 20-25 %, биотитом 10-20 %, кварцем 5-10 % (рисунок 2). Из аксессуарных минералов встречаются сфен, фторапатит, циркон (рисунок 3), рудные ильменит, магнетит, иногда наблюдаются прожилки мелкозернистого эпидота.



Увеличение в 4 раза, справа – параллельные николи, слева – скрещенные

Рисунок 2 – Щелочные долериты

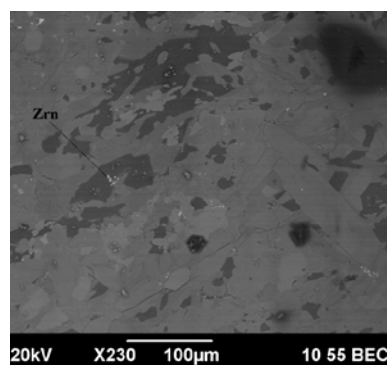
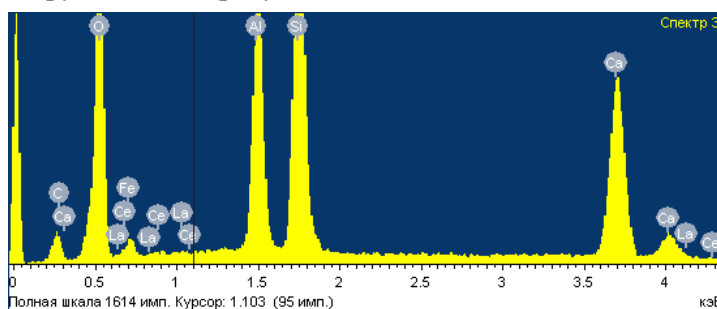


Рисунок 3 – Местоположение и форма зерен $Zr[SiO_4]$

Минеральный состав порфировых риолитов (12-270-2, 12-273-1, 12-271-2): кварц от 40-60 %, альбит 20-30 %, микроклин 20-30 %, рудные минералы представлены ильменитом, магнетитом, иногда встречаются зерна хлорита в парагенезисе с рудным минералом, эпидот, биотит, апатит. В зернах ортита были обнаружены РЗЭ (рисунок 4).

Рисунок 4 – Энергодисперсионный спектр эпидота (ортита)

Уточнение и подтверждение минерального состава магматических пород, позволило определить их формационную принадлежность, отношение к определенному комплексу, параметры и особенности образования изученных пород, что, безусловно, важно для определения влияния магматического фактора на уран-торий-редкометалльное оруденение.



Уточнение и подтверждение минерального состава магматических пород, позволило определить их формационную принадлежность, отношение к определенному комплексу, параметры и особенности образования изученных пород, что, безусловно, важно для определения влияния магматического фактора на уран-торий-редкометалльное оруденение.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Геология и вопросы генезиса эндогенных урановых месторождений. – М.: Изд-во «Наука», 1968. 472 с.
2. Ровнушкин М. Ю., Азовскова О. Б., Главатских С. П. Возможности электронной микроскопии в исследовании органического вещества в рудах (на примере Воронцовского месторождения) // Труды Института геологии и геохимии им. академика А. Н. Заварицкого. 2012. № 159. С. 252-254.
3. Душин В. А. Особенности геотектонической позиции комплексных урановорудных объектов Уральского Севера // Региональная геология и металлогения. 2010. № 42. С. 74-82.

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПОВЕДЕНИЯ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В РИОЛИТАХ ПРИПОЛЯРНОГО УРАЛА

Курчавов В. В.

ФГБОУ ВПО «Уральский государственный горный университет»

Кислые вулканиды достаточно широко распространены на западном склоне Урала. Они прослеживаются на протяжении длительного отрезка времени от среднего рифея до позднего палеозоя, участвуя практически во всех тектонических циклах уральской складчатой системы. Вместе с тем нередко вулканиды, входящие в состав различных комплексов, часто весьма схожи по минеральному составу и текстурно-структурным признакам, что создает трудности при их картировании. Примерами того на Приполярном Урале являются саблегорские ($\lambda R F_3 - V_1 s b$) и лаптопайские ($\beta V_2 - \epsilon l p$) субвулканические образования. Поэтому приобретают особое значение аналитические данные, позволяющие выявить различия исследуемых пород и корректно отнести их к различным петрографическим подразделениям. В настоящее время для этих целей часто используются результаты количественного ICP-MS анализа.

По результатам проведенных автором исследований отмечено различие в поведении РЗЭ в кислых вулканидах. На кривых распределения для риолитов и риодацитов (рисунок 1, а) саблегорских субвулканических образований отмечается европиевый минимум ($Eu/Eu^* =$ от 0,36 до 1,0) и незначительное преобладание легких лантаноидов над тяжелыми, при отношении лантана к иттербию порядка 1,5-5,5 и относительно невысоком общем их содержании (ΣTR до 180 г/т). Особенностью лаптопайских субвулканических образований является обогащение легкими редкоземельными элементами ($La/Yb = 6-40$) и резкая отрицательная европиевая аномалия ($Eu/Eu^* = 0,06-0,2$) (рис. 1б). Также здесь наблюдается повышенное примерно на порядок содержание лантаноидов (до 1300 г/т), что позволяет говорить о минерагенической специализации пород комплекса. Это, в свою очередь, подтверждается минералогическим анализом (наличие колумбит-танталита и ортита).

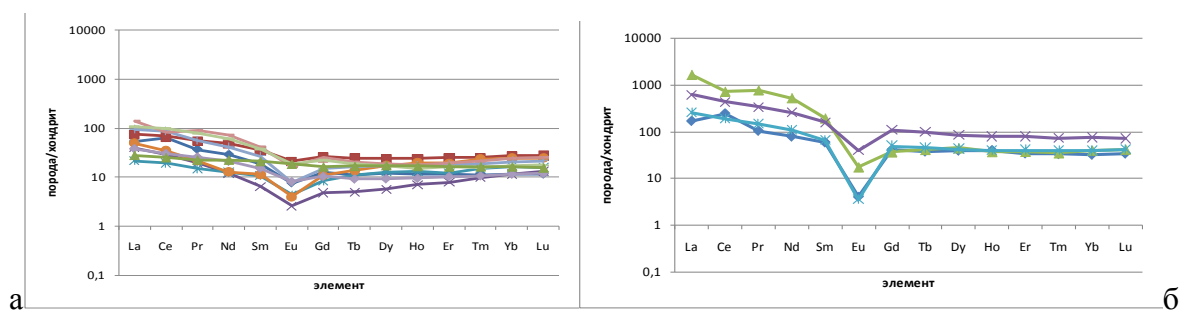


Рисунок 1 – Распределение РЗЭ в породах саблегорских (а) и лаптопайских (б) субвулканических образований

Очевидно, что неодинаковое поведение химических элементов будет находить различия и в минеральном составе. С этой целью для более точной идентификации минералов проведены исследования шлифов изучаемых пород на растровом электронном микроскопе JEOL JSM-6390LV (ИГГ УрО РАН). Далее для определения минерала производился пересчет химического состава на кристаллохимическую формулу методом расчета минералов по кислороду [2].

Риолиты саблегорских образований (на примере шлифа 12-273-1) сложены крупными идиоморфными порфиоровыми вкрапленниками несдвойникового олигоклаза, реже кварца, скоплениями мелких ксеноморфных зерен биотита, также в основной массе встречен пироксен, диагностированный по результатам пересчета как авгит. Полученная кристаллохимическая формула $Ca_{0,8}Fe_{0,3}Al_{0,94}Si_{1,33}O_{6,67}$ в целом соответствует его теоретической формуле

$\text{Ca}(\text{Mg},\text{Al},\text{Fe})(\text{Si},\text{Al})_2\text{O}_6$). Акцессорные минералы представлены ильменитом, титаномагнетитом, фторапатитом, ортитом, из вторичных минералов встречен серицит. Основная масса альбит-кварцевого состава. Единственным носителем редкоземельных элементов является ортит, с полученной расчетной формулой $\text{La}_{0,075}\text{Ce}_{0,17}\text{Ca}_{1,3}\text{Al}_{1,75}\text{Fe}_{0,74}\text{Si}_{2,66}\text{O}_{14}$, схожим эталонным спектром [1] и весовыми процентами легких лантаноидов: La 2.17%, Ce 5%. Он образует скопления зерен удлиненных сечений в биотите размерами до 50 мкм.

В составе шлифа трахириолита лаптопайских образований (12-402) во вкрапленниках находятся кварц, альбит, ортоклаз; постоянно встречается магнетит, из акцессорных нередок циркон. Легкие редкоземельные элементы присутствуют в составе ортита, с кристаллохимической формулой $\text{Mn}_{0,37}\text{Ti}_{0,21}\text{La}_{0,25}\text{Ce}_{0,37}\text{Nd}_{0,09}\text{Al}_{1,1}\text{Fe}_{1,21}\text{Ca}_{0,77}\text{O}_{14,56}$, где весовые проценты их составляют La 6,2 Ce 9,3 Nd 2,3, что значительно выше, чем в ортите из саблегорского риолита. Кроме того, встречается минерал с высокими весовыми процентами легких лантаноидов (La 20,7 Ce 32,1 Nd 8,1), что также заметно и на его энергодисперсионном спектре (рисунок 2). Он находится преимущественно в виде мелких ксеноморфных включений в ортите размером около 2 мкм. Анализируя элементный состав (La, Ce, Nd, C, F, O), можно предположить, что это карбонат редких земель, возможно, из группы бастнезита-паризита.

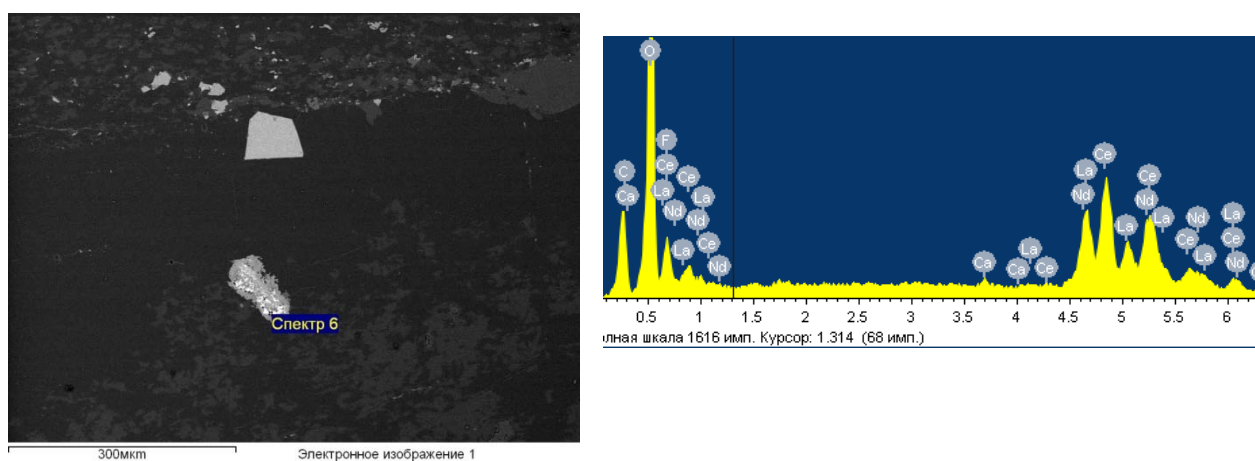


Рисунок 2 – Электронное изображение места шлифа (слева) на растровом электронном микроскопе и полученный энергодисперсионный спектр (справа)

Таким образом, можно констатировать, что риолиты изучаемых комплексов отличаются как по содержанию и характеру распределения лантаноидов, так и по наличию редкоземельных акцессорных минералов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Рид С. Дж. Б. Электронно-зондовый микроанализ и растровая электронная микроскопия в геологии. – М.: Техносфера, 2008. 232 с.
2. Малахов И. А. Расчёт формул минералов и использование их типохимизма для выявления генетической природы формационной принадлежности пород: учебное пособие. – Екатеринбург: Изд-во УГГА, 2002. 228 с.

РИОЛИТЫ АТЕРТУМП-НЯЙСКОГО И ХУНТЫНЬЯ-МАНЬМАНЬЯЙСКОГО МЕЖДУРЕЧИЙ (ПРИПОЛЯРНЫЙ УРАЛ)

Прокопчук Л. А., Прокопчук Д. И.

Научный руководитель Душин В. А., д-р геол.-минерал. наук, профессор
ФГБОУ ВПО «Уральский государственный горный университет»

Полевыми работами Северной НИГЭ, проводимыми в рамках ГДП-200 нами изучены коренные выходы пород кислого состава в бассейнах рек Наясмня, Ятья, Матум-Тахам-Тамья (лист Р-40-ХП (2012 г.)), р.Хунтынья (лист Р-40-VI (2013г.)) и их притоках, кроме того были обработаны данные предшественников (Ефимов Г. Г., Золотарев С. А. (1968 г.); Митюшева С. В., Золотарев С. А. (1971 г.)) – осуществлявших поисковые работы в бассейне реки Атертумпя, где широко развиты кварцевые диориты, фельзиты, микроклиновые граниты, риолиты [1].

Выходы кислых пород в геологическом отношении приурочены к Ляпинской структурно-формационной зоне (СФЗ) сложенной вулканогенно-осадочными отложениями хобеинской (RF_{2-3hb}), мороинской (RF_{3mr}), саблегорской (RF_{3-V1sb}) свитами, а также с востока примыкающие к ним ранне-палеозойские вулканогенно-сланцевые толщи саранхапнерской свиты (Є₃-O_{1sr}) и хомасьинской (O_{1-2 hm}) Лемвинской СФЗ. К интрузивно-субвулканическим образованиям района принадлежат породы саблегорского риолитового (λR_{3Vsb}), сысьинского гранитного (γR_{3ss}), сальнерского гранодиорит-гранитного (γV₂-Єs₂, γδV_{2s1}) и парнукского диорит-габбрового гипабиссального (νRF_{3-V1p}) комплексов.

Риолиты Атертумп-Няйского междуречья характеризуются повышенной радиоактивностью от 32 до 45 мкРг/ч, а магнитная восприимчивость колеблется в пределах от 5,6-12 до 70-1170·10⁻⁵ ед.СИ. Макроскопически риолиты обладают красно-коричневыми, лиловыми цветами с полосчатой, реже флюидальной текстурой. Структура пород как правило афанитовая, редкопорфировая. Вкрапленники представлены калиевым полевым шпатом (0,1-0,25 мм), кварцем (0,02-0,2 мм), биотитом (0,1-0,2 мм), их количество и размер зависит от положения риолита в лавовом потоке. Микроструктура сферолитовая. Сферолиты (80 %) в виде радиально-лучитых округлых «зерен», «плавают» в кварцевом мезостазице. В шлифах отмечен биотит в виде тонких извилистых чешуй (<1 %). Акцессорные минералы – циркон, гематит, магнетит, эпидот, гранат. Минералогическим анализом установлены следующие минералы: циркон, кальцит, колумбит-танталит, ортит. Кроме того, в тяжелой фракции присутствуют обломки пород с гематитом и магнетитом. Петрохимически кислые породы характеризуются высокими содержаниями кремнезема (до 77 %) и щелочей (до 11 %) по соотношению которых, они относятся к щелочным, умеренно-щелочным и нормально-щелочным разностям (рисунок 1).

Количественные петро-геохимические исследования позволили выделить в составе ассоциации кислых пород Атертумп-Няйского междуречья три самостоятельных группы: высокоредкоземельных (ΣREE от 678,07 до 1238,8), умеренноредкоземельных (ΣREE от 99,81 до 293,01) и низкоредкоземельных (ΣREE от 149,35 до 158,86), принадлежащих соответственно лаптопайскому, саблегорскому и саранхапнерскому комплексам. Металлогения ассоциации обусловлена связью с ней проявлений золота и редких металлов.

Севернее в пределах междуречья рек Хунтынья-Маньмонья в коренных обнажениях также зафиксированы выходы риолитов внешне несколько отличающихся от вышеперечисленных.

Их петрофизические характеристики следующие: магнитная восприимчивость от 13,6 до 20,3·10⁻⁵ ед.СИ; радиоактивность 13-16 мкР/час; плотность пород 2,0-2,34 г/см³.

Макроскопически это зеленовато-серые среднезернистые породы. Основная масса представлена слюдисто-кварцевым парагенезисом, причем кварц представлен в виде ориентированных в одном направлении «линзочек», размером до 1-2мм, что придает общей массе разгневанной облик.

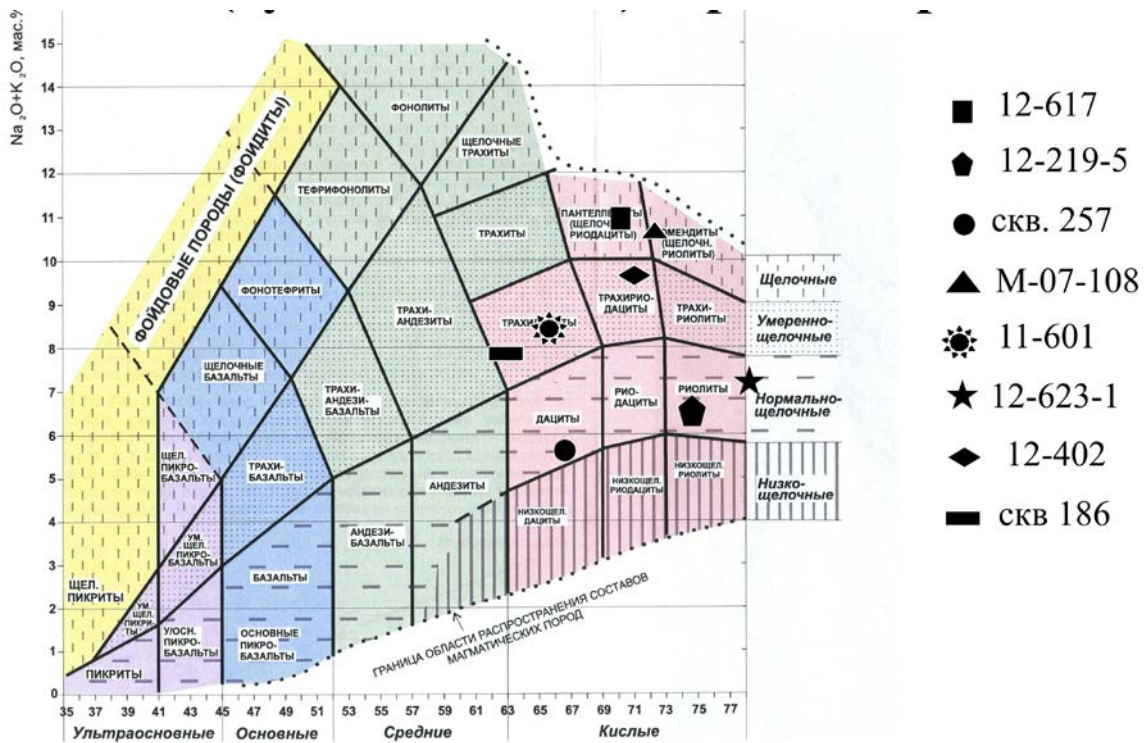


Рисунок 1 – Сумма щелочей – кремнезем (TAS) для химической классификации магматических (вулканических) горных пород на примере [2]

Микроструктура пород лепидогранобластовая, текстура сланцеватая.

В составе: кварц (40 %), серицит (10 %), КПШ (20 %), плагиоклаз (25 %), актинолит (5 %).

Кварц слагает основную массу породы в виде мелких (0,01мм) зерен и агрегатов. Серицит образует иглоподобные сростки огибающие кварцевые зерна. Калиевый полевой шпат представлен микроклином с характерным решетчатым двойникованием. Плагиоклаз (альбит-олигоклаз) – короткотаблитчатой формы с полисинтетическими двойниками.

Таким образом, на основании геологического положения и установленных вещественных характеристик изученных риолитов можно сделать предварительный вывод об их идентичности. Выявленные различия по-видимому обусловлены более интенсивным метасоматическим преобразованием кислых пород междуречья Хунтынья-Маньмонья и принадлежности их к саблегорному субвулканическому комплексу.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Душин В. А. Магматизм и геодинамика палео-континентального сектора севера Урала. – М.: Недра, 1997.
2. Петрографический кодекс России. Магматические, метаморфические, метасоматические, импактные образования. Изд. 3. – СПб.: ВСЕГЕИ, 2009.

СТРУКТУРНЫЕ УСЛОВИЯ ЛОКАЛИЗАЦИИ И МОРФОЛОГИЯ КВАРЦЕВЫХ ЖИЛ КИЗИЛЬСКОЙ ПЛОЩАДИ (ЧЕЛЯБИНСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Савелюк В. С.

ФГБОУ ВПО «Уральский государственный горный университет»

Кизильская площадь расположена в пределах Уфалейского антиклинория сложенного гнейсо- мигматитовым комплексом, где находятся основные промышленные месторождения гранулированного кварца (Кыштымское, Кузнечихинское, Маукское, Агордяшское). Комплекс имеет двухъярусное строение [1, 2]. Нижний ярус представлен гнейсовым ядром, сложенным, преимущественно амфиболитами, биотитовыми, амфиболовыми и амфибол-биотитовыми плагиогнейсами с прослоями гранито-гнейсов, верхний – сланцевое обрамление сложенное гранат-слюдяно-кварцевыми и слюдяно-кварцевыми сланцами с прослоями слюдяных кварцитов.

Основными поисковыми предпосылками и признаками локализации кварцевых жил являются:

- *структурно-тектонические* – это приуроченность кварцевых жил и кварцево-жилных зон к региональным и локальным «зонам смятия», сопряженным с глубинными разломами. (Косогорско- Серебрянское тектоническое нарушение);

- *стратиграфические и литолого-петрографические* – это приуроченность кварцевых жил и кварцево - жилных зон к породам егустинской (PR_{1eg}) и куртинской ($RF_2 kr$) свит, содержащим большое количество свободного кремнезема;

- *метаморфические* - это приуроченность кварцевых жил и кварцево-жилных зон к древней толще, претерпевшей полиэтапный региональный метаморфизм.

Для изучения структурных условий локализации и морфологии кварцевых жил Кизильской площади, были выбраны 4 участка (Глинянский, Юшкондинский, Квартальный, Западно-Кузнечихинский) Кузнечихинского и один участок (Генеральский) Маукского месторождения гранулированного кварца. Структура этих месторождений, в целом, аналогична структуре Кизильской площади, следовательно, аналогичными могут быть и структурные условия локализации и морфология кварцевых жил.

В процессе исследования изучались: полевая геологическая документация канав и скважин, планы и подсчетные геологические разрезы по жилам, размещение жил на геологической карте масштаба 1:50000 (Кейльман А. Г.), а на участках Глинянский, Юшкондинский, Квартальный, Западно-Кузнечихинский – на геологических картах масштаба 1:10000. Особое внимание при исследовании уделялось элементам залегания кварцевых жил и вмещающих их пород, характеру их контактов, размеру и морфологии, типу слагающей жилы кварца, прозрачность кварца (по среднему показателю коэффициента светопропускания – T более 70 %).

Из 37 рассмотренных кварцевых объектов (жил и жилных зон) 22 объекта оказались приуроченными к толще метаморфических пород нижнего протерозоя гнейсового ядра и 15 объектов – к среднерифейским образованиям сланцевого обрамления.

В *нижнепротерозойских образованиях (PR_1) гнейсового ядра* кварцевые жилы имеют преимущественно секущее положение по отношению к вмещающим породам (15 жил из 22-68 %): азимутальное несогласие жил по простиранию колеблется от 5 до 45°, по падению от 10 до 90°.

Группа жил, расположенных на Глинянском и Юшкондинском участках – вблизи замковой части и в восточном крыле Кизильской антиклинали и, вероятно, приуроченны к трещинам отрыва, образовавшимся в период формирования складчатости нижнего структурного этажа. Сложены эти жилы особочистым, глубокометаморфизованным кварцем «Уфалейского» типа (тонко-мелкозернистым) с высоким коэффициентом светопропускания (80° и более). Запасы кварца по этим жилам составляют 65 % от количества запасов, расположенных в гнейсовом ядре Кузнечихинского месторождения.

Другая группа жил гнейсового ядра, находится вблизи границы со сланцевым обрамлением в локальных зонах смятия, сопряженных с Главным Уральским глубинным разломом, где уровень метаморфизма достигал амфиболитовой фации. Сложены эти жилы средне- крупнозернистым гранулированным кварцем «Кыштымского» типа с коэффициентом светопропускания от 70 до 80 %, который тоже условно можно отнести к ОЧК. Запасы по ним составляют 4 % от количества запасов, расположенных в гнейсовом ядре Кузнечихинского месторождения.

В среднерифейских образованиях (RF₂) сланцевого обрамления кварцевые жилы имеют, преимущественно, согласно с вмещающими породами (13 жил из 15-86 %) залегание. Сложены они средне -крупнозернистым гранулированным кварцем «Кыштымского» типа и приурочены к локальным «зонам смятия», сопряженным с глубинными разломами, контактам даек амфиболитов, ультрабазитов и эклогитов. Кварц здесь больше замутнен газовой-жидкими включениями, из исследованных жил только 18 % по количеству запасов можно условно отнести к объектам ОЧК (с коэффициентом светопропускания от 70 до 80 %).

Морфология жил площади будет достаточно простая. В зависимости от характера выклинивания они подразделяются на линзовидные (преобладающее количество), плитообразные и веретенообразные. Для линзовидных жил характерно постепенное клиновидное выклинивание по падению и по простиранию, тупое или острое. Размеры жил варьируют от первых до 120 м по простиранию при мощности жил от 0,3 до 10-12 м. Протяженность жил по падению обычно не более половины длины по простиранию, хотя нередко, особенно на мелких объектах, бывают значительные отклонения в ту или другую сторону. Простирание кварцевых жил в целом отвечает общему простиранию структуры: северо-западное, субмеридиональное, юго-восточное. Большинство кварцевых жил группируется в кварцево- жильные узлы (зоны), представляющие собой группы сближенных кварцевых жил на определенной площади с единой геолого-структурной позицией. Ширина таких участков (зон) составляет от 50 до 150 метров с длиной по простиранию до 500 метров.

На основании изучения элементов залегания, а также структурных условий и морфологии кварцевых жил, было выявлено, что кварцевые жилы развиты и локализованы как в породах гнейсового ядра, так и в породах сланцевого обрамления. Характер залегания кварцевых жил по отношению к вмещающим их породам свидетельствует о значительной роли трещинной тектоники, а метаморфический фактор является определяющим при образовании того или иного структурного типа кварца. Особое внимание уделялось изучению особочистого кварца, так как в последние годы в наиболее развитых в промышленном отношении странах, включая Россию, четко обозначилась тенденция роста потребления особочистого кварцевого концентрата из природного кварцевого сырья для наплава кварцевых стекол, а также используемого в первую очередь в электронной промышленности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кейльман Г. А. Мигматитовые комплексы подвижных поясов. – М.: Недра, 1974. 200с.
2. Кейльман Г. А. Геологическое строение Уфалейского гранитового массива // Сов. геология. 1963. № 10. С. 120-122.

ТЕКСТУРНО-СТРУКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ МЕСТОРОЖДЕНИЯ СУЛЬФИДНЫХ МЕДНО-НИКЕЛЕВЫХ РУД «ЗАПОЛЯРНОЕ» (КОЛЬСКИЙ ПОЛУОСТРОВ)

Таймасов Д. В.

Научный руководитель Бурмако П. Л., канд. геол.-минерал. наук, доцент
ОАО «Кольская ГМК». Рудник «Северный»

В пределах месторождения сульфидных медно-никелевых руд «Заполярье» нами выделено три главных промышленных типа руд:

1. Вкрапленные руды в серпентинизированных и оталькованных ультраосновных породах с содержанием никеля от 0,5 до 1,5 %;
2. Густовкрапленные руды в серпентинизированных и оталькованных ультраосновных породах с содержанием никеля от 1,5 до 4,5 %;
3. Брекчиевидные руды различного текстурного рисунка.

В размещении типов руд отмечается определенная закономерность. Преобладающими типами являются богатые вкрапленные и, наиболее широко распространенные, брекчиевидные руды. Они встречаются повсеместно по всему всисяему боку рудного тела. Центральную часть рудного тела слагают густовкрапленные руды. Бедные вкрапленные руды обычно пользуются ограниченным распространением по периферии рудного тела и содержат никеля менее 0,5 %. Но, в общем все типы встречаются совместно, за исключением сплошных руд, развитых весьма локально в линзах образованных за счет более поздних инъекций сульфидной магмы, и прожилково-вкрапленных руд, приуроченных, главным образом, к филлитам реже – к песчаникам.

Рассеянно-вкрапленные руды характеризуются широким распространением на месторождении. Они образуют в основном маломощные линзовидные тела, сгруппированные в несколько залежей. Текстурно-структурные особенности этого типа руд аналогичны густовкрапленным рудам, но отличаются меньшим содержанием сульфидов, в них отмечается изменение текстур и структур от сидеритовых, свойственных первичным рудам, до прожилково-вкрапленных в зонах тектогенеза. Образования рассеянно-вкрапленных руд по условиям формирования родственны с густовкрапленными и образуют с ними непрерывные серии пород и руд, различающиеся по концентрации сульфидных минералов. На более мощных частях ультраосновных пород отмечается дискретно-непрерывный переход от рассеянно-вкрапленных руд к густовкрапленным. Во многих случаях отмечаются и более резкие переходы от одного к другому типу руд.

Макроскопически густовкрапленные руды представлены мелко-среднезернистыми породами темно-серого цвета с густой вкрапленностью сульфидов.

Густовкрапленные руды объединяют текстурные разновидности собственно вкрапленных руд в перидотитах и вкрапленные руды с сульфидными прожилками. Для вкрапленных руд с сульфидными прожилками, характерно, что прожилки обычно не протяженные, часто ветвящиеся и выклинивающиеся. Главными особенностями богатых густовкрапленных руд являются: небольшой размер зерен сульфидов и весьма тонкое прораствание сульфидов и нерудных минералов; относительное неравномерное распределение сульфидов на отдельных участках. Основу структурного рисунка руд составляют сидеронитовые выделения сульфидов, замещающих ксеноморфные агрегаты измененного оливина.

По мере роста степени изменения, при развитии хлорит-карбонат-талковой ассоциации, полностью уничтожающей первичную структуру пород, происходит существенное изменение структурных соотношений сульфидов и нерудных минералов. Сидеронитовые структуры приобретают облик реликтовых образований, и увеличивается роль изометричных выделений сульфидов. Таким образом, по структурным особенностям среди густовкрапленных богатых руд различаются: руды в перидотитах, в которых сохраняется сидеронитовая

структура и руды в хлорит-карбонатно-талковых породах, в которых сидеронитовая структура является реликтовой, и преобладают новообразованные сульфидные агрегаты.

Брекчиевидные руды являются вторым по значимости промышленным типом месторождения «Заполярье». Они присутствуют повсеместно, за исключением удлиненных безрудных «окон» в северо-западной части рудного поля. Текстура руд брекчиевидная, структура сульфидного цемента аллотриоморфнозернистая или порфиroidная. Различие количественных соотношений обломков и форм выделения сульфидов обуславливает довольно большое разнообразие текстурных рисунков руд.

Сплошные руды выделяются лишь на отдельных участках рудного тела. Для них характерна высокая изменчивость состава, при устойчиво высоком содержании сульфидов 85-95 %. Руды обладают массивным обликом, при четко выраженной порфиroidной структуре. Эта структура обусловлена наличием крупных изометричных выделений пентландита размером до 3,0 см на фоне мелкозернистой общей сульфидной массы.

Прожилково-вкрапленные руды приурочены, главным образом, к филлитам, реже к песчаникам и формируют маломощные (2-3 мм до 1-2 см) прожилки, ориентированные согласно расщеплению филлитов и песчаников. Оруденение составляет около 25 %, минеральный состав представлен халькопиритом и пирротином, с незначительным количеством пентландита.

Общей особенностью рассеянно вкрапленных и густовкрапленных руд можно назвать скелетную структуру пирротина и халькопирита, а также широкое распространение в них хорошо оформленных зерен пентландита. По этому признаку можно сделать вывод о том, что пентландит кристаллизовался раньше, чем пирротин и халькопирит, внедрение которых происходило в уже раскристаллизованную массу в виде более поздних инъекций магмы.

Также изучив руды можно предположить, что зерна магнетита в целом во всех типах руд, где он встречается, были образованы на более ранней стадии вместе с формированием первичных материнских рудоносных пород. Об этом же свидетельствует равномерное распределение этого минерала в практически безрудных перидотитах.

В брекчиевидных рудах наблюдается повсеместное срастание всех рудных минералов, обусловленное гидротермальным метаморфизмом, который происходил в тектонических зонах на контакте рудоносных толщ.

Изучив текстурно-структурные особенности руд можно сделать вывод об их многостадийном образовании. Так же можно отнести месторождение в целом к перидотит-пироксенит-норитовой формации которая характеризуется хорошо проявленной дифференциацией, обусловившей образование слоев однородного состава, представленного членами естественного ряда.

В целом, подводя итог, можно сказать, что руды месторождения «Заполярье» имеют ряд текстурно-структурных особенностей, не характерных для месторождений Печенгского рудного поля. Среди них можно выделить следующие: широкое и закономерное распределение по всему месторождению в целом густовкрапленных и брекчиевидных руд, наличие четкой порфиroidной структуры сплошных руд и присутствие в них крупных изометричных зерен пентландита размером до 3 см, а также ряд других незначительных особенностей.

Основываясь на выше изложенном и на изученной литературе [1, 2], можно предположить, что месторождение сульфидно-медно-никелевых руд «Заполярье» располагается в зоне подводящего канала рудной магмы к выше залегающему в структурном плане месторождению «Ждановское».

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ляхницкая И. В., Туганова Е. В. Региональные и локальные закономерности размещения медно-никелевых сульфидных месторождений. – Л.: Недра, 1977.
2. Вольфсон Ф. И., Некрасов Е. М. Основы образования рудных месторождений. – М.: Недра, 1986.

ПРОСТРАНСТВЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МЕДИ В ПРЕДЕЛАХ РУДОНОСНЫХ ПОРОД СЕВЕРНОГО ФЛАНГА МИХЕЕВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Валеев А. Б.

Научный руководитель Баранников А. Г., д-р геол.-минерал. наук, профессор
ФГБОУ ВПО «Уральский государственный горный университет»

В настоящее время Урал остается одним из важных центров цветной металлургии страны. Ведущее место в ней отводится медной подотрасли. На сегодня большинство медноколчеданных месторождений практически отработаны, на стадии исчерпания находятся запасы под открытые работы. Вместе с тем, остаются нетронутыми запасы медно-порфировых руд, являющихся мощным резервом для восполнения постоянно убывающих в результате интенсивной отработки запасов медной руды. Челябинская область обладает значительными ресурсами медно-порфировых руд. По данному типу месторождений меди в области находится свыше половины ресурсов страны. Положительным фактором является и то, что многие из месторождений пригодны для отработки открытым способом.

Михеевское месторождение расположено на территории Варненского муниципального района Челябинской области на границе с Карталинским муниципальным районом. В стратиграфическом отношении Михеевский рудный район и его ближайшее окружение сложены вулканогенно-осадочными породами палеозоя, мезозойскими корами выветривания палеозойских пород и осадочными отложениями кайнозоя.

Задачей выполненных исследований является изучение распределения меди как в плане на Северном фланге месторождения, так и на глубину, с целью выявления вертикальной зональности оруденения и выделения локальных блоков, наиболее перспективных для промышленного освоения месторождения. Исходными данными послужили результаты аналитических исследований проб из керна разведочных скважин.

Изменение содержания меди в разрезе исследовалось путем построения графиков по скважинам, показывающих изменение содержания меди на глубину и выделение горизонтов обогащённых Си.

Для выявления характера распределения меди в горных породах различных литотипов определены статистические параметры с построением гистограмм (A , E , σ^2 , S , V , χ).

Для изучения распределения меди в различных типах рудоносных толщ все минерализованные горные породы были разделены на 9 литотипов. Для получения числовых характеристик наряду с построением графиков были вычислены статистические характеристики. Основные показатели объем выборки, среднее арифметическое значение, стандартное отклонение, минимальное и максимальное значения, дисперсия, асимметрия, эксцесс (рисунок 1).

Отстроенные изолинии содержания меди в разрезе Северного участка показывают, что зона повышенных концентраций Си направлено, изменяется с юго-запада на северо-восток, но не постепенно, наблюдается неоднородность внутреннего строения рудоносного блока. Картина распределения Си существенно меняется в каждом геологическом разрезе.

Подводя итог выполненных исследований на Северном фланге Михеевского месторождения, можно сделать следующие выводы:

1. Анализ закономерностей распределения меди в плане позволяет выделить несколько зон повышенных содержаний протягивающихся в диагональном направлении с юго-запада на северо-восток (рисунок 2).

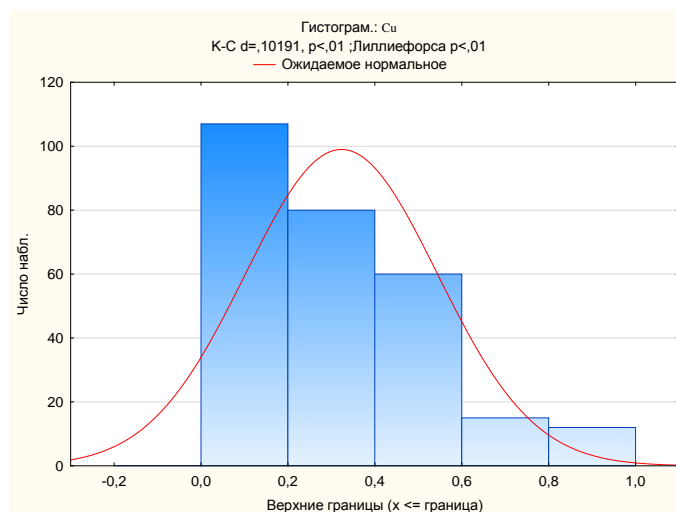


Рисунок 1 – Гистограмма распределения Cu в литотипе № 1

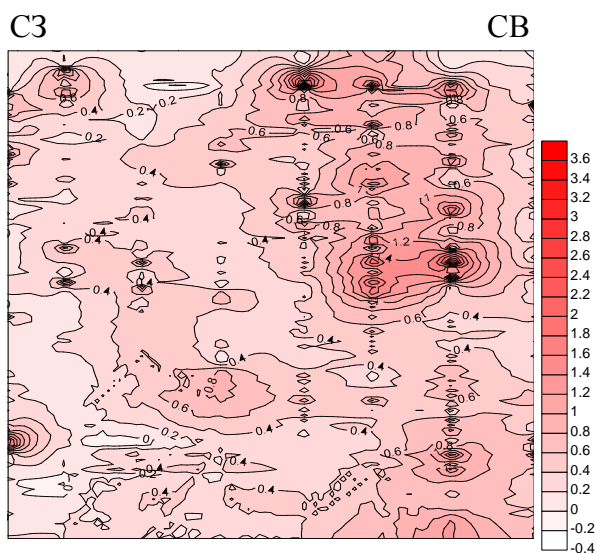


Рисунок 2 – Распределение меди в разрезе по линии 103

2. Изучение кривых распределения меди в скважинах также позволяет выделить зону повышенных содержаний.

3. Расчет статистических характеристик показал, что медь во всех выделенных литотипах распространена неравномерно ($V=80$, $\sigma^2 > 0$)

4. Распределение Cu ближе всего соответствует логнормальному закону, так как гистограмма правоасимметрична ($A > 0$, $E > 0$).

5. Выполненные исследования повлияют на более целенаправленное производство промышленного освоения месторождения.

РУДНО-МЕТАСОМАТИЧЕСКАЯ ЗОНАЛЬНОСТЬ В ПРЕДЕЛАХ МИНЕРАЛИЗОВАННЫХ ПОРОД УЧАСТКА ПЕЩЕРНЫЙ (СЕВЕРНЫЙ УРАЛ)

Кочергина М. Л.

Научный руководитель Баранников А. Г., д-р геол.-минерал. наук, профессор
ФГБОУ ВПО «Уральский государственный горный университет»

Участок Пещерный располагается на восточном склоне Среднего Урала на территории ГО Краснотурьинск Свердловской области. В период с 1995 по 2004 годы ЗАО «Золото Северного Урала» (П.Б. Шмит) с целью расширения сырьевой базы действующего Воронцовского ГОКа проведены поисковые работы на рудное золото в пределах Пещерно-Ауэрбаховской площади. Работы остались незавершенными, по ним был составлен информационный отчет. Из-за малого объема буровых работ поисковая изученность Пещерного участка недостаточна. По результатам проведенных работ оценены прогнозные ресурсы Пещерного участка по категории P_2 , в количестве 2,04 тонны золота.

Участок лицензированных работ располагается в пределах северной части Тагильского мегасинклиория на площади Туринской брахисинклинали и сложен, в основном, вулканогенно-осадочными породами богословской толщи и участками, в приподнятых блоках, башмаковской и фроловско-васильевской толщами. Осадочные и вулканогенно-осадочные породы прорваны многофазными комплексами интрузивных пород нижнего силура и среднего девона.

В результате исследований выделены внутренняя, внешняя и промежуточная зоны метасоматических изменений пород.

Внутренняя (рудная) зона представлена скарнированными и пропилитизированными туфами андезитов и андезибазальтов, плотные; они зеленовато-серого, зеленовато-светло-серого цвета, пятнистой, реже массивной текстуры, лепидогранобластовой структуры; с гнездами и прожилками кварц-карбонатного состава; неравномерной, редкой вкрапленностью тонко-, мелкокристаллического пирита; единичными мелкими вкраплениями галенита. Пропилитизация эпидот-хлорит-карбонатной минеральной ассоциации распространена по массе неравномерно, пятнами. Появление гранатов свидетельствует о проявлении процессов скарнирования. Также в небольшой степени проявлена серицитизация по плагиоклазам. Породы состоят в основном из плагиоклаза, пироксена, карбоната, в меньшей степени серицита, эпидота и граната; акцессорные минералы – апатит, рудные – пирит, галенит, магнетит. Количество новообразованных минералов достигает 55%. Установленное в зоне содержание золота составляет 3 г/т.

Промежуточная зона удалена от рудного тела на расстоянии 1-3 м. Представлена пропилитизированными туфами андезитов и андезибазальтов зеленовато-серого цвета, пятнистой, реже массивной текстуры, лепидогранобластовой структуры, с редкими прожилками кварц-карбонатного состава, редкой вкрапленностью мелкокристаллического пирита и единичными тонкими вкраплениями галенита. Пропилитизация эпидот-хлорит-карбонатной ассоциации по массе распространена неравномерно, пятнами. Количество новообразованных минералов достигает 40%.

Внешняя зона удалена от рудного тела на расстоянии 3-7 м. Представлена пропилитизированными туфами андезитов и андезибазальтов зеленовато-серого цвета, пятнистой, реже массивной текстуры, литокристаллокластической структуры, с редкими прожилками кварц-карбонатного состава, и убогой вкрапленностью мелкокристаллического пирита. Пропилитизация хлорит-карбонатной ассоциации по массе распространена неравномерно, пятнами. Количество новообразованных минералов достигает 25 %.

Выводы: на основе выполненных исследований составлена колонка, отражающая метасоматическую зональность, проявленная в рудовмещающей вулканогенно-осадочной толще. Метасоматическая колонка по андезитам, андезибазальтам и их туфам (в сокращенном виде) приведена в таблице 1.

Таблица 1 – Метасоматическая колонка по андезитам, андезибазальтам и их туфам

Зоны	Продукты изменения			Распределение новообразованных минералов по зонам (карбонат, серицит, эпидот, гранат), %					Общее количество новообразованных минералов, %
	метасоматиты	новообразованные минералы	приобретенная текстура	5	10	15	20	25	
Внешняя 7-12м	пропилитизированные туфы андезитов и андезибазальтов	карбонат, серицит, хлорит, пирит	пятнистая						25.0
Внешняя 3-7м				25.0					
Промежуточная 1-3м	пропилитизированные туфы андезитов и андезибазальтов	карбонат, серицит, эпидот, хлорит, пирит		35.0					
Внутренняя (рудная)	скарнированные и пропилитизированные туфы	карбонат, серицит, эпидот, гранат, хлорит, пирит		55.0					
Промежуточная 1-3м	пропилитизированные туфы андезитов и андезибазальтов	карбонат, серицит, эпидот, хлорит, пирит		40.0					
Внешняя 3-7м	пропилитизированные туфы андезитов и андезибазальтов	карбонат, серицит, хлорит, пирит		25.0					
Внешняя 7-12м				15.0					

Внутренняя зона характеризуется наибольшей концентрацией новообразованных минералов, их количество достигает 55%, в связи с чем, она является наиболее благоприятной средой для рудоотложения.

Результаты спектрального анализа сколько-нибудь контрастной зональности в изученной колонке не показали. Слабая зональность проявлена по меди, цинку и стронцию. Существенное превышение кларка концентрации практически по всем пробам показал молибден. Связано это, скорее всего, с рудообразующими процессами, установленными на близко расположенных медно-молибденовых месторождениях Турьинской группы.

Изучение минералого-петрографического состава рудовмещающих метасоматически измененных пород позволяет выделить следующую последовательность рудообразующих процессов. На широко распространенные, в пределах данной территории пропилитизированные породы, испытавшие хлоритизацию и карбонатизацию, наложены более поздние процессы скарнирования, которые могут отвечать начальному этапу процессов рудоотложения золота. В случае проявления в пределах этих минерализованных зон последующих более поздних рудоносных (наложенных) процессов (серицитизации, беризитизации, лиственитизации, аргиллитизации) могут возникнуть условия для формирования промышленных концентраций золотого оруденения (полигенного и полихронного типа или так называемого «воронцовского типа»). Установленные нами процессы соответствуют признакам полигенности и полихронности на площади Пещерного участка.

МЕТАСОМАТИЧЕСКИЕ ПОРОДЫ РУДОПРОЯВЛЕНИЯ «РЕДКА» (ПРИПОЛЯРНЫЙ УРАЛ)

Носков И. В.

Научный руководитель Душин В. А., д-р геол.-минерал. наук, профессор
ФГБОУ ВПО «Уральский государственный горный университет».

Урановое рудопроявление Редка расположено в пределах Центрального Уральского Поднятия (ЦУП) среди отложений саблегорской свиты (RF₃-V₁). В составе свиты наибольшим развитием пользуются лавы, кластолавы и туфы риолитов, риодацитов, дацитов умеренно-щелочного и нормального ряда, и те же разности базальтов и андезитов. Для свиты характерна резкая фациальная изменчивость. На западе преобладают пирокластические породы вплоть до прижерловых фаций наземного происхождения. На востоке развиты в основном лавы подводных излияний. Рудопроявление приурочено к тектоническому шву среди метасоматически преобразованных риолитов. Минеральный состав: Q, Ser, карбонат, Chl, циркон, эпидот. Структура: гранолепидобластовая; текстура: мелкозернистая (рисунок 1).

Риолиты метасоматически преобразованы, потому практически все породобразующие минералы замещены. Из новообразованных минералов отмечаются карбонат, серицит, хлорит, эпидот.

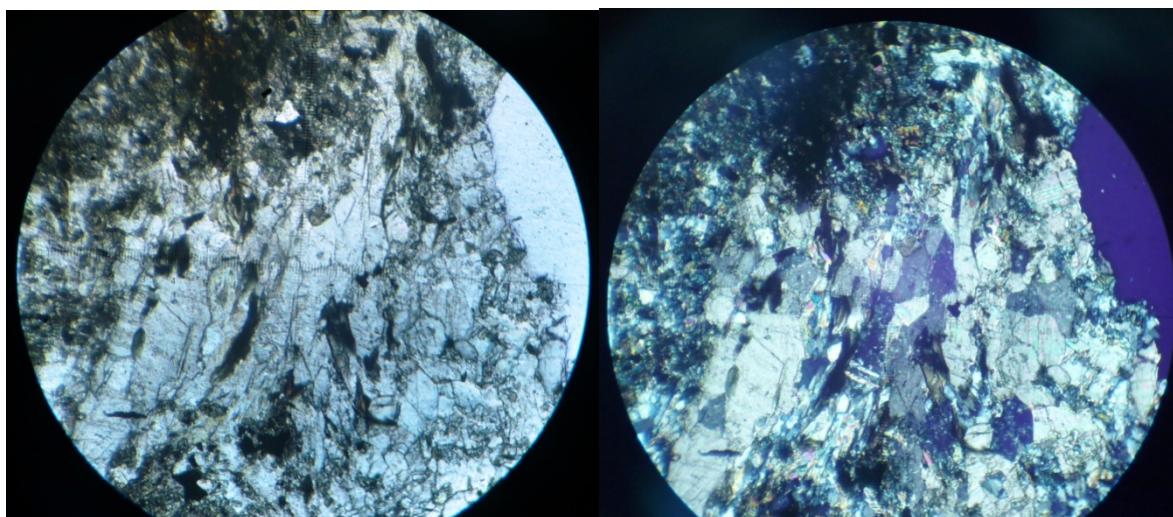


Рисунок 1 – Фото шлифов метасоматически измененных риолитов

Для детального исследования пород и характеристики изменений шлифы были изучены при помощи электронной микроскопии. Данный метод применяется для получения точных данных о химическом составе пород, а также для уточнения морфологических особенностей. Для анализа был выбран шлиф 13-230. Исследовались: рудные минералы, эпидот, хлорит.

Результаты анализа показали, что из рудных минералов в шлифе присутствуют пирит (FeS₂), галенит (PbS), халькопирит (CuFeS₂), циркон (ZrSiO₄), магнетит (Fe₃O₄).

Было обнаружено, что циркон, которого в шлифе около 2 %, содержит в себе примеси уранинита, Се, Nd.

На рисунке 2 показаны точки, в которых проводился анализ химического состава. Ниже приведена таблица 1, содержащая данные по спектрам в этих точках.

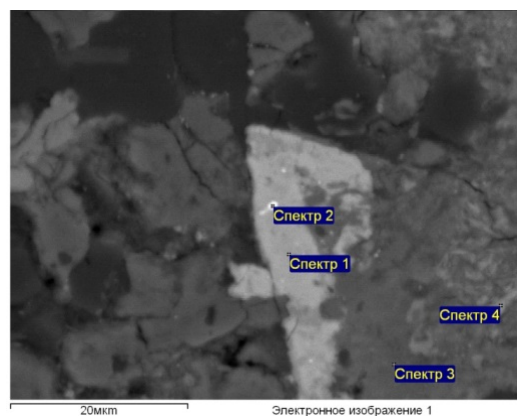


Рисунок 2 – Электронное изображение места точечного анализа на растровом электронном микроскопе

Таблица 1 – Элементный состав спектров

Параметры обработки: Выполнен анализ всех элементов (Нормализован)

Спектр	В стат.	O	F	Al	Si	S	Ca	Ti	Fe	Zr	Ce	Nd	U	Итого
Спектр 1	Да	40.10			13.52					43.92			2.46	100.00
Спектр 2	Да	36.88			12.43		0.50			29.95			20.23	100.00
Спектр 3	Да	46.43	4.24	3.95	13.72		14.96	13.49	0.72	2.49				100.00
Спектр 4	Да	51.15		8.72	14.55	0.43	7.46	1.43	6.79	2.34	5.69	1.43		100.00
Макс.		51.15	4.24	8.72	14.55	0.43	14.96	13.49	6.79	43.92	5.69	1.43	20.23	
Мин.		36.88	4.24	3.95	12.43	0.43	0.50	1.43	0.72	2.34	5.69	1.43	2.46	

Все результаты в весовых %

Подведем итоги: изученная порода состоит из кварца, карбоната, серицита, хлорита и эпидота. Рудными минералами являются: пирит, халькопирит, галенит, магнетит и циркон. Наличие в шлифе серицита, карбоната и кварца, а также наличие сульфидов свидетельствует о том, что риолиты, в результате гидротермального преобразования перешли в березиты.

ВЫЯВЛЕНИЕ ГЕНЕЗИСА ОТЛОЖЕНИЙ ТАЛАХСКОЙ СВИТЫ НА ПРИМЕРЕ ЧАЙКИНСКОЙ ПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ СКВАЖИНЫ № 367

Щетинкина Д. А.

ФГБОУ ВПО «Уральский государственный горный университет»

Чайкинская параметрическая скважина № 367 расположена в зоне сочленения Непско-Ботубинской антеклизы и Предпатомского краевого прогиба. Объектом исследования является талахский горизонт. Цель работы – выявление минералого-петрографических, фациальных характеристик и характера распространения геохимических индикаторов, определяющих состав и генезис отложений.

Первым этапом работы явилось макроописание пятнадцати образцов керна, отобранных из Чайкинской параметрической скважины № 367, вскрывшей исследуемый талахский горизонт (рисунок 1).

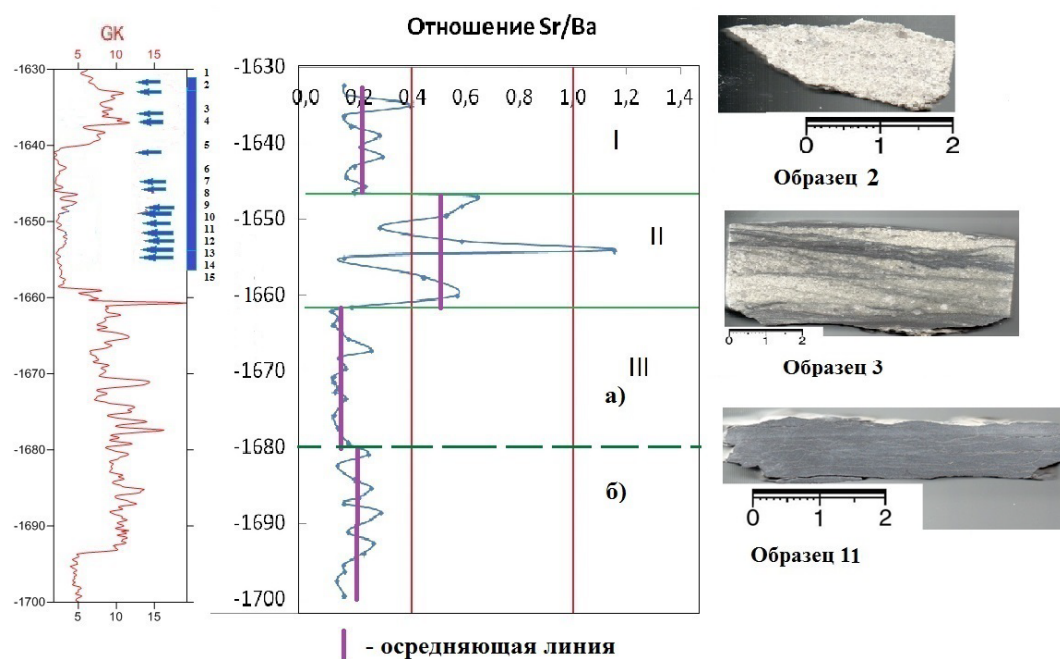


Рисунок 1 – Привязка образцов с примером фотографий и распределением отношения Sr/Ba с глубиной

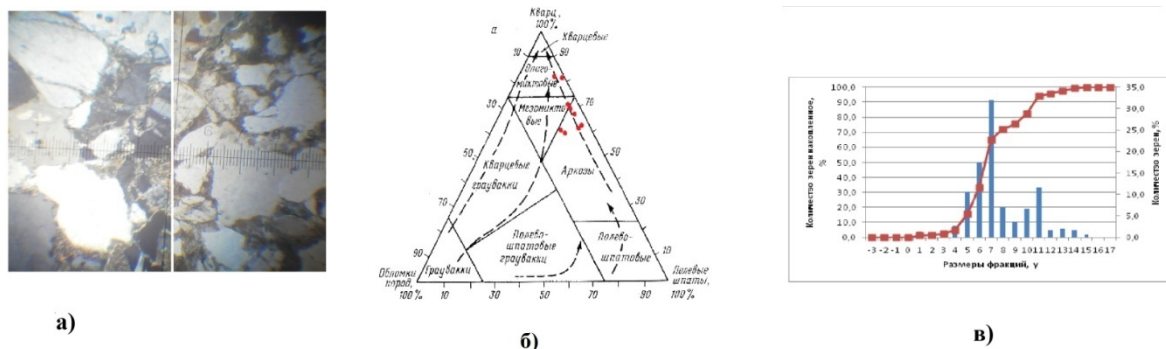
Для примера приведена характеристика трех образцов, отобранных из интервала 1630-1657 м. Фациальный состав приведен в соответствии с атласом [1].

Образец 2. Мелко-среднезернистый песчаник с зернами крупнозернистого песчаника (около 2 %), зерна сферической формы и хорошо окатанные. Фация гравийно-песчаных осадков русла крупных равнинных рек (АРР).

Образец 3. Переслаивание двух типов пород. 1) Песчаник средне-мелкозернистый с включениями зерен крупнозернистого песчаника (зерна хорошо окатанные и сферической формы). 2) Алевроаргиллит мелкозернистый с хорошей сортировкой, включения редких зерен крупнозернистого песчаника (зерна хорошо окатанные и сферической формы). Фация алевритопесчаных осадков прирусловой части поймы и ее паводковых вод (АПП).

Образец 11. Аргиллит зеленовато-серого цвета, текстура неяснослоистая, скрытая. Редкая рассеянная вкрапленность сульфидов (пирит). Фация глинисто-алевритовых осадков застойных и зарастающих стариц и вторичных водоемов поймы (АПВ).

На втором этапе выполнены гранулометрический и петрографический анализы в шлифах из терригенных пород талахского горизонта.



а) фото шлифа при увеличении x25 (слева // николи, справа +); б) диаграмма В. Н. Шванова; в) гистограмма распределения зерен по фракциям и кумулятивная кривая для образца 3 (см. рисунок 1)

Рисунок 2 – Пример фотографии шлифа, результатов минерально-петрографического состава и гранулометрического анализа

При интерпретации минерально-петрографического анализа с помощью классификационной диаграммы В.Н. Шванова (рисунок 2, б) песчаники попали в три поля: 1) аркозовые песчаники – 6 образцов; 2) олигомиктовые песчаники – 2 образца; 3) мезомиктовые песчаники – 1 образец.

По результатам гранулометрического анализа построены гистограммы распределения зерен по фракциям и кумулятивные кривые. Довольно четко выделяются два максимума по фракциям: 0,16-0,2 – мелкозернистый песчаник, 0,4-0,315 – среднезернистый песчаник. Преобладание определенных фракций осадков связано с определенным способом транспортировки материала: в данном случае путем сальтации и во взвешенном состоянии.

Также для оценки физико-химических параметров среды широко используются геохимические методы (рисунок 1). При интерпретации распределения отношения Sr/Ba с глубиной использована следующая классификация [2]: 1) $Sr/Ba > 1$ – существенно морские карбонатно-терригенные отложения; 2) $1 > Sr/Ba > 0,4$ – прибрежно-морские и прибрежно-мелководные отложения; 3) $Sr/Ba < 0,4$ – континентальные отложения.

Как видно на рисунке 1, талахский горизонт разделен на три интервала отложений: 1) I, III – континентальные отложения; 2) II – прибрежно-мелководные отложения. Отложения III интервала можно разделить на две подгруппы а) и б). Среднее значение отношения Sr/Ba в подгруппе б) выше, чем в а). Исходя из этого, можно выдвинуть гипотезу, что отложения подгруппы б) более «континентальные».

В целом накопление отложений талахского горизонта можно рассматривать в три этапа (снизу вверх по разрезу): 1) комплекс континентальных пойменных отложений речных долин; 2) комплекс прибрежно-мелководных отложений, сформировавшихся в прибрежных и внутрирусловых отмелях; 3) комплекс континентальных собственно русловых отложений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Алексеев В. П. Литолого-фациальный анализ: учебно-методическое пособие к практическим занятиям самостоятельной работе по дисциплине «Литология». – Екатеринбург: Изд-во УГТГА, 2003. 147 с.
2. Юдович Я. Э. Геохимические индикаторы литогенеза. – Сыктывкар: Изд-во Геопринт, 2011. 740 с.

ЛИТОЛОГИЧЕСКАЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ И УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ СОРТЫМСКОЙ СВИТЫ НА ТЕРРИТОРИИ ЕТЫ-ПУРОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (ЗАПАДНАЯ СИБИРЬ)

Хасанова К. А.

Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

Анализ литологической последовательности нефтяных коллекторов имеет большое значение для разработки и интенсификации извлечения запасов углеводородов. Изучение литологических особенностей нефтяных пластов с последующим привлечением данных геофизики позволит прогнозировать распространение коллекторов, их согласованность, а также фильтрационно-емкостные свойства.

Еты-Пуровское месторождение расположено в юго-западной части Пурпейского нефтегазоносного района Надым-Пурской нефтегазоносной области Западно-Сибирского осадочного бассейна. Сортымская свита относится к нижнемеловым отложениям и залегает на битуминозных алевроаргиллитах баженовской свиты. Ее формирование связывают с боковым заполнением бассейна терригенным материалом, и основными источниками сноса являются Алтае-Саянская складчатая область и Сибирская платформа [2].

Исследование основано на детальном описании керна (более 500 м) и данных геофизических исследований скважин (ГИС). Интерпретация кернового материала проведена в рамках структурно-генетического анализа [4]. Выполнен анализ ГИС, на основании которого выделены генерализованные формы каротажных кривых самопроизвольной поляризации (ПС) и гамма-каротажа (ГК), соответствующие выявленным обстановкам осадконакопления [1].

В результате изучения керна и интерпретации обстановок осадконакопления, выделено 15 структурно-генетических типов слоев, которые относятся к трем комплексам отложений: глубоководный шельф (зона X), мелководный шельф (зона Y) и закрытый мелководный шельф (зона Z).

По достаточному (более 100) количеству скважин составлен сводный геолого-геофизический разрез, характеризующий отложения сортымской свиты Еты-Пуровского месторождения (рисунок 1). На разрезе показаны выявленные обстановки осадконакопления и представлены седиментационные модели [3, 5], которые соответствуют условиям формирования нефтяных пластов БП₁₅ и БП₁₂.

Анализ литологических последовательностей показывает, что снизу-вверх отложения менялись от глубоководного шельфа к закрытому мелководному шельфу (заливу). Пласт ачимовской толщи БП₁₅ характеризуется как отложения дистальной части дельты (авандельты), достигающей глубоководного шельфа, и подстилается отложениями зоны X. Выше вновь следуют отложения глубоководного шельфа, которые перекрываются алтернитами зоны Y. Верхние нефтяные пласты сформированы в открытом мелководном шельфе (Y), за счет выдвигания дельтовой платформы и формирования аккумулятивных форм подводных валов и пляжа. Выше обстановки осадконакопления по сводным разрезам различны тем, что на территории Еты-Пуровского месторождения встречены отложения залива (лагуны), которые соответствуют зоне Z. И затем, в результате трансгрессии, разрез сортымской свиты завершают глубоководные отложения чеускинской пачки.

Таким образом, рассмотрены условия формирования нефтяных пластов Еты-Пуровского месторождения, проведены увязка и анализ керна скважин, осуществлена интерпретация фаций межпластового пространства. На основании полученной информации подобраны наглядные седиментационные модели и современные аналоги.

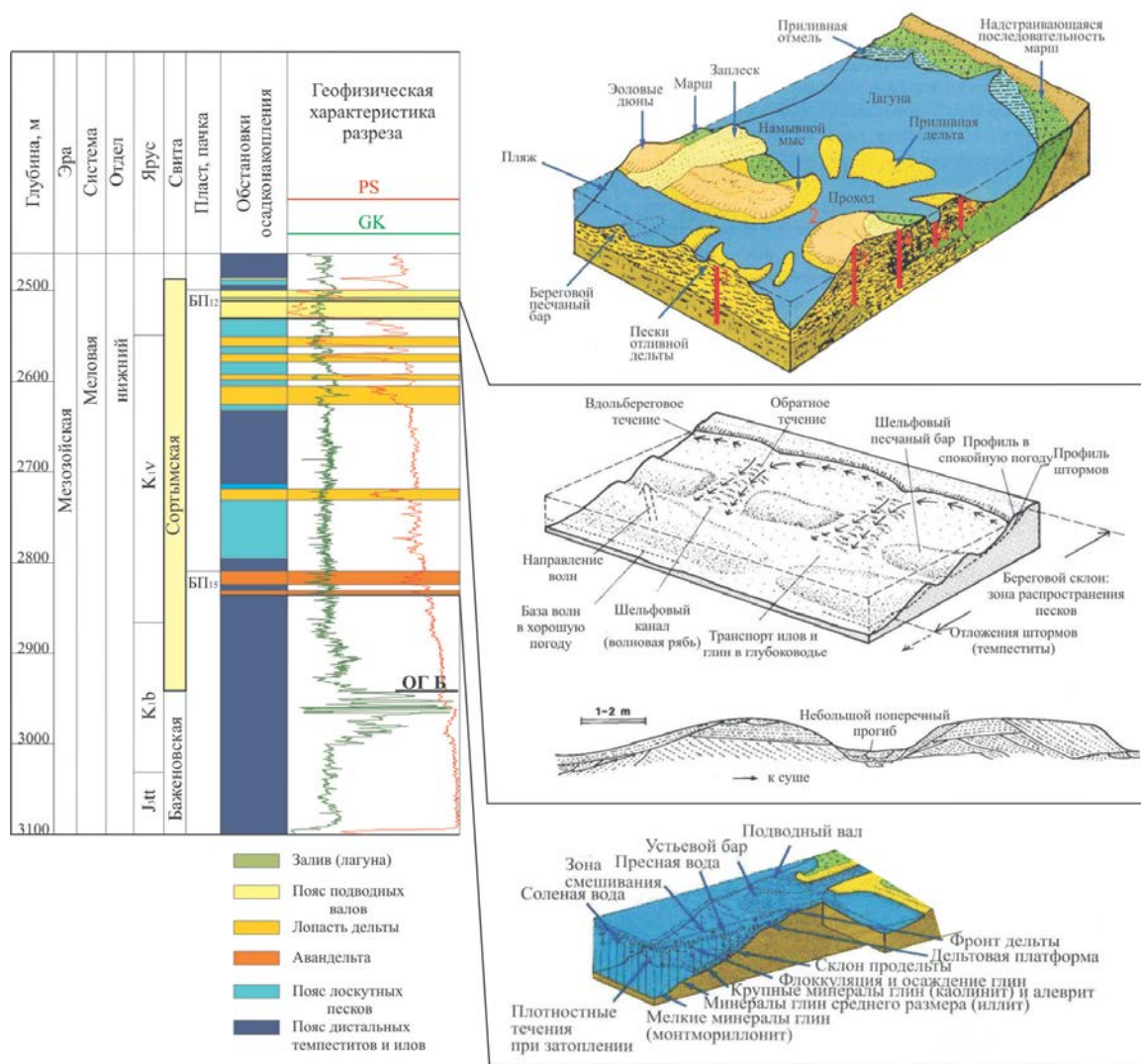


Рисунок 1 – Сводный разрез сортымской свиты Еты-Пуровского месторождения, дополненный седиментационными моделями [3, 5]

Анализ вертикальных последовательностей сортымской свиты показал, что формирование свиты начинается с обстановок глубоководного шельфа, в котором присутствуют «инородные» песчаники авандельты (пласт БП₁₅), затем они сменяются фациями открытого мелководного и закрытого мелководного шельфа. Завершают разрез трансгрессивные отложения глубоководного шельфа, представленные чеускинской пачкой.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Белозеров В. Б. Роль седиментационных моделей в электрофациальном анализе терригенных отложений // Известия Томского политехнического университета. 2011. Т. 319. № 1. С. 116-123.
2. Бородкин В. Н., Курчиков А. Р. Геологическое строение и перспективы нефтегазоносности ачимовской толщи севера Западной Сибири. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2010. 286 с.
3. Геология для нефтяников / под ред. Н. А. Малышева и А. М. Никишина. – М.- Ижевск: ИКИ, 2008. 360 с.
4. Шишлов С. Б. Структурно-генетический анализ осадочных формаций. – СПб.: С.-Петербург. горн. ин-т, 2010. 276 с.
5. Einsele G. Sedimentary basins: Evolution, facies and sediment budget. Springer, 2000. 792 p.

МОДЕЛЬ ФОРМИРОВАНИЯ СОРТЫМСКОЙ СВИТЫ ЮЖНОЙ ЧАСТИ НАДЫМ-ПУРСКОЙ НЕФТЕГАЗОНОСНОЙ ОБЛАСТИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Хасанова К. А.

Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

На территории Западной Сибири существует большое количество неструктурных ловушек, с которыми связаны трудноизвлекаемые залежи углеводородов. Терригенные коллекторы нефтяных месторождений Западной Сибири характеризуются крайней фациальной неоднородностью. Последовательное изучение условий формирования и построение моделей природных песчаных тел позволит выявить расположение и ориентацию резервуаров с наиболее высокими фильтрационно-емкостными свойствами, а следовательно, повысить уровень разработки залежей углеводородов.

Построение модели производилось на основании данных Вынгайхинского и Еты-Пуровского месторождений расположенных в юго-западной части Пурпейского нефтегазоносного района Надым-Пурской нефтегазоносной области Западно-Сибирского осадочного бассейна. Сортымская свита относится к неоккомскому комплексу нижнего мела и согласно залегает на региональной баженовской свите.

Исследование основано на детальном описании керна (более 1100 м) и данных геофизических исследований скважин. Фациальная принадлежность описанного керна определена в рамках структурно-генетического анализа [5]. Проведена интерпретация геофизических исследований скважин, на основании которой выделены генерализованные формы каротажных кривых самопроизвольной поляризации (ПС) и гамма-каротажа (ГК), соответствующие выявленным обстановкам осадконакопления [3]. Выполнен анализ сейсмических данных, который существенно дополнил модель.

По описанию керна выделено 15 структурно-генетических типов слоев, которые в полной мере содержатся в разрезе сортымской свиты на изучаемой территории. Они разделены на три группы: алевро-пелиты, алтерниты и псефито-псаммиты. В составе свиты выделено три комплекса отложений (X, Y, Z).

Породы глубоководного шельфа представлены алевро-аргиллитами пояса илов (слой XА), чередованиями аргиллитов, алевролитов и тонкозернистых песчаников пояса дистальных темпеститов (XB-I на регрессивной фазе и XB-II на трансгрессивной). В этой глубоководной зоне присутствуют песчаные отложения, которые обычно для нее не характерны, считается, что эти песчаники формировались авандельтой (слой YС-V), которая выдвигалась в глубоководье за счет большой энергии сноса и процессов изостазии [4].

Через пояс лоскутных песков, который представлен линзовидно-полосчатым чередованием алевролитов, аргиллитов и песчаников (YB-I на регрессивной фазе и YB-II на трансгрессивной) осуществляется переход от низкодинамичных обстановок глубоководья к мелководным высокодинамичным. В зоне открытого мелководного шельфа, под действием волнового режима и приливно-отливной деятельности, формировались пляж (слой YС-II) и подводные валы (YС-III, YС-IV), последние представляют собой мощные аккумулятивные формы песчаников с хорошей сортировкой материала и косою разнонаправленной слоистостью. В понижениях между валами возникали зоны с низкой динамикой, где осаждались алевро-пелитовые частицы и формировали слой YB-III. С востока флювиальными потоками происходил сильный снос материала, который поступал в приемный бассейн, и в результате формировалась лопасть дельты (слой YС-I), сложенная мощной толщей песчаников до крупнозернистых с косо-волнистой слоистостью и обилием растительных остатков [1].

При наступлении трансгрессии вдольбереговой бар сдвигался в сторону суши, при этом он изолировал часть пляжа, формируя залив (лагуну). Песчаные частицы приносились прибоем, в результате происходило накопление тылового слона бара (слой YС-III). За баром формировалось подвижное мелководье, в области которого осуществлялась дифференциация песчаного, алевролитового и пелитового материала (ZB-I на регрессивной фазе и слой ZB-II на трансгрессивной). Ближе к берегу на малоподвижном мелководье осаждались пелитовые частицы, формировавшие слой

ZA-I. Большое количество углефицированных остатков наземных растений и корней концентрируется в слое ZA-I. При повышении уровня моря обстановки «перемещались» в сторону континента (рисунок 1).

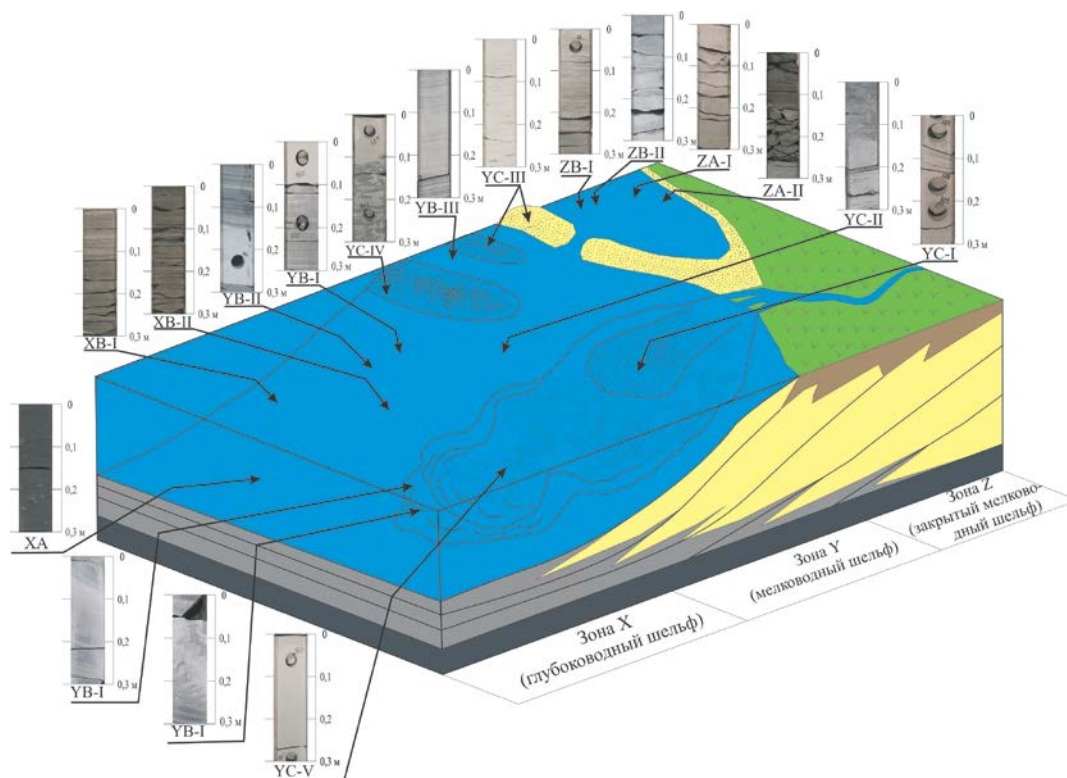


Рисунок 1 – Модель формирования сортымской свиты южной части Надым-Пурской нефтегазоносной области

Модель формирования сортымской свиты отражает условия осадконакопления и дает характеристику обстановкам, в которых происходило формирование коллекторов. Наилучшими коллекторскими свойствами обладают песчаники, сформированные в зоне открытого мелководного шельфа: это отложения лопасти дельты (YC-I), подводных валов (YC-III и YC-IV). Песчаники пляжа (YC-II) являются неколлектором поскольку насыщены остатками морской фауны и поэтому сильноизвестковистые (согласно методике [5]). В зоне глубоководного шельфа коллектором являются песчаники авандельты (YC-V), они слагают мощные нефтяные пласты ачимовской толщи. В зоне мелководного шельфа тоже происходит аккумуляция коллектора, здесь баровые тела (YC-III) образуют протяженные (километры) линзы небольшой ширины мощностью в десятки метров, глинизированные со стороны лагуны [2].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Алексеев В. П. Атлас фаций юрских терригенных отложений (угленосные толщи Северной Евразии). – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2007. 209 с.
2. Барабошкин Е. Ю. Практическая седиментология (терригенные коллектора). – Томск: Томский политехнический университет, 2007. 154 с.
3. Белозеров В. Б. Роль седиментационных моделей в электрофациальном анализе терригенных отложений // Известия Томского политехнического университета. 2011. Т. 319. № 1. С. 116-123.
4. Обстановки осадконакопления и фации / Под ред. Х. Г. Рединга; пер. с англ. – М.: Мир, 1990. Т. 1. 352 с.
5. Шишлов С. Б. Структурно-генетический анализ осадочных формаций. – СПб.: С.-Петербург. горн. ин-т, 2010. 276 с.

АНАЛИЗ БОКСИТОНОСНЫХ ЛАТЕРИТОВ НА ПРИМЕРЕ АРЧИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Герасимова Е. К.¹, Королькова Т. В.¹, Носова Н. С.¹, Сичковский И. Т.²

¹ЗАО «Нефтеком

²ООО «ГАЗПРОМНЕФТЬ-Восток»

Вещество латеритных кор выветривания признается источником формирования континентальных бокситов всех генетических типов. Латериты и бокситы связаны с определенными геолого-геоморфологическими этапами развития. Представления о них формировались на протяжении почти столетия под влиянием работ видных зарубежных и российских геологов. Вместе с тем в изучении латеритных бокситов долгое время сохранялся и продолжает поныне существовать пробел, целый ряд положений остается дискуссионным [1].

Арчинско-Урманская зона нефтегазонакопления относится к объектам со сложным тектоническим строением. К основным ее структурам относятся инверсионные антиклинории, возникшие на месте сланцевых геосинклинальных прогибов. Зоны антиклинальных поднятий и небольшие срединные массивы в период замыкания геосинклинального режима были задавлены и на их месте образовались межгорные прогибы и внутренние впадины орогенного типа. В конечную стадию геосинклинального цикла тектогенеза закладывались краевые прогибы.

Перед формированием молодой платформы эта территория пережила этап дейтероорогенного (переходного) развития, с которым связано возникновение унаследованно-наложенных впадин, горстовых поднятий и рифтов.

В мезозое Западно-Сибирский бассейн вступил в плитную стадию развития, когда шло медленное прогибание дна бассейна, сопровождавшееся накоплением терригенных осадков.

В результате денудации пород фундамента происходило выравнивание рельефа, латеритный материал перемещался на более низкие уровни, образуя, в зависимости от фациальных условий осадконакопления, либо плащевидные покровы, либо различного рода сравнительно небольшие изолированные залежи – долинные, котловинные, карстовые, террасовые, - либо рассеивался в пространстве, образуя механические примеси в составе различного рода терригенных отложений [1].

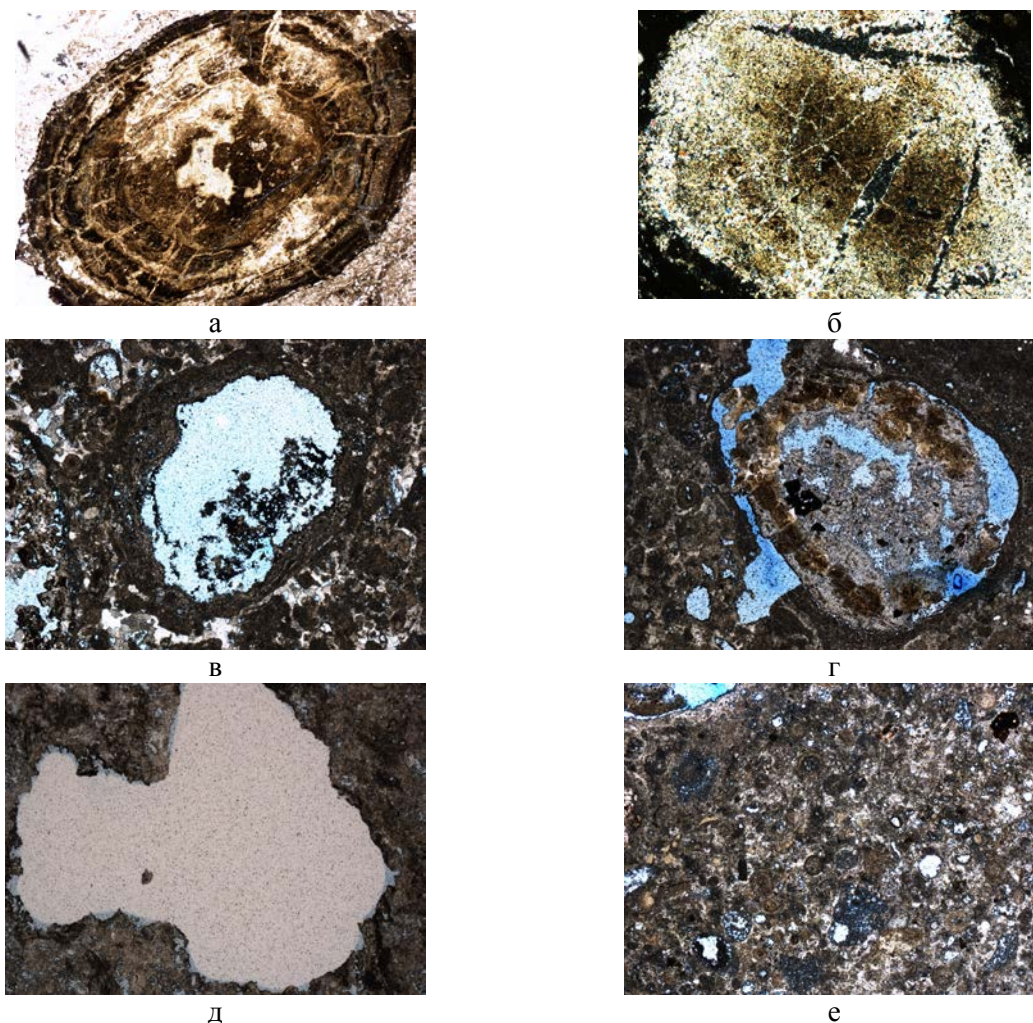
В итоге породы коры выветривания, вскрытые скважиной 1111 Арчинского месторождения по классификации Б. В. Шибистова (2002) [1] могут быть отнесены к латеритам и бокситам нижнего уровня, в составе которых преобладают галька, гравий, обломки, бобовины и оолиты железистых пород и глинистый материал. Роль бокситового материала незначительна. Общим для латеритов нижнего уровня является мобилизация железа и деградация, рассеивание и уничтожение бокситового материала.

На основании данных о миграционной способности компонентов бокситов сущность механизма выветривания понимается как энергетическое разложение алюмосиликатов и интенсивный вынос калия, натрия, кальция, магния и силиция в условиях нейтральной и слабокислой среды. Стойкие компоненты (свободный глинозем, окись железа и двуокись титана) накапливаются в виде остаточного продукта [1].

Скважиной 1111 Арчинского месторождения вскрыты бокситосодержащие породы коры выветривания в интервале бурения 3269,12-3287,00 м.

По результатам микроскопического описания вмещающая оолиты порода представлена глинистым изотропным сидеритизированным материалом, составляющим до 45 %. Оолиты занимают 55% на породу и представлены агрегатами размерами от 0,1 до 0,15 и местами до 5 мм. Крупные оолиты размером до 5 мм овальной, округлой формы, иногда с неровными волнистыми ограничениями, концентрически-зонального строения, буроватые, состоящие из гидроокислов железа, гематита и карбонатного материала - кальцита, в составе некоторых отмечается изотропный глинистый минерал (рисунок 1, а), также с разнонаправленными трещинами, заполненными каолинитом и галлуазитом (рисунок 1, б). В верхних слоях коры

выветривания часто наблюдаются отрицательные оолиты, которые образовались в результате выщелачивания и растворения ранее образованных агрегатов (рисунок 1, в, г, д). Мелкие оолиты овальной, правильной округлой формы, выполнены изотропным глинистым материалом, иногда окаймленные присыпками сидерита (рисунок 1, е).



На фото а – оолит концентрически-зонального строения, б – оолит с разноориентированными трещинами, в – практически полностью выщелоченный оолит, от которого осталась лишь внешняя каемка, г – частично выщелоченный оолит, д – нацело выщелоченный оолит, е – мелкие оолиты, среди которых также встречаются и выщелоченные. Вид б – при скрещенных николях, вид а, в, г, д, е – в проходящем свете, увеличение 40х

Рисунок 1 – Строение оолитов железистых пород из коры выветривания

Таким образом, в результате изучения разреза скважины 1111 Арчинского месторождения были выявлены бокситоносные латериты, представленные пятью видами оолитов: «отрицательные» оолиты, а также с различной степенью выщелачивания, мелкие оолиты, оолиты с разнонаправленными трещинами и концентрически-зональные оолиты.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Шибистов Б. В. Закономерности формирования и размещения континентальных бокситов: автореф. дис. ... д-ра геол.-минерал. наук. Томск, 2002. 31 с.

СОСТАВ И ГЕНЕЗИС БАЖЕНОВСКОГО ГОРИЗОНТА МАЛОКЛЮЧЕВОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (ЗАПАДНАЯ СИБИРЬ)

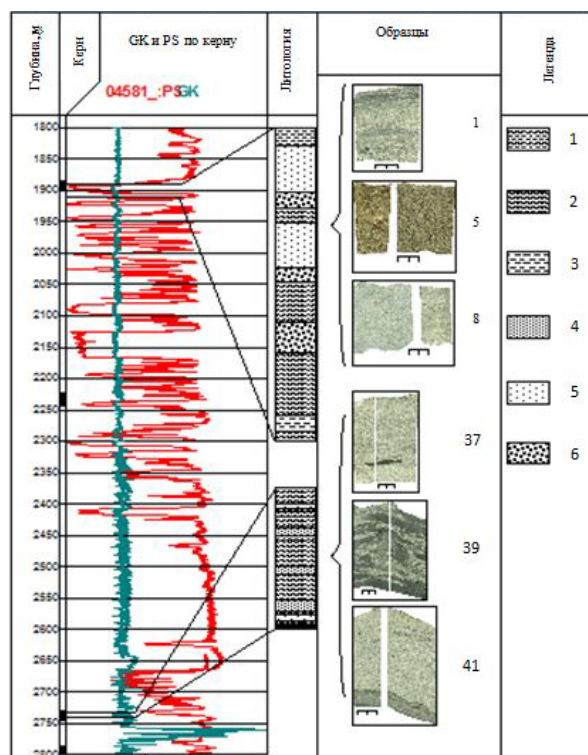
Аверьянова Е. А., Красноперова А. А.
ФГБОУ ВПО «Уральский государственный горный университет»

Для изучения осадочных пород используется множество методов, из которых наиболее важным является изучение керна. Объектом исследования явилась одна из скважин *** Малоключевого месторождения, расположенного на территории Ханты-Мансийского автономного округа (ХМАО). Скважина пробурена на западном крыле Восточно-Кечимовского поднятия [1]. Колонка скважины представлена на рисунке 1.

Гранулометрические типы:

- 1 – аргиллит; 2 – мелкозернистый алевролит;
3 – крупнозернистый алевролит;
4 – тонкозернистый песчаник;
5 – мелкозернистый песчаник;
6 – среднезернистый песчаник

Рисунок 1 – Геолого-геофизический разрез скважины *** (× – граница ачимовской пачки и баженовской свиты; + – граница баженовской и георгиевской свит)



Цель исследований заключается в изучении литологического состава пород, установлении условий формирования и закономерностей распространения песчаных пород-коллекторов. При проведении фациального анализа применяется комплексный подход, включающий детальное исследование кернового материала, а также методики, основанные на анализе геофизических данных (ГИС).

При изучении керна особое внимание уделяется изучению седиментационных признаков, возникающих одновременно с образованием осадка. К ним относятся первичная слоистость и различные ее нарушения (деформации, вызванные деятельностью животных и растений), диагенетические преобразования. Одновременно с детальным исследованием керна выполнена его привязка к каротажным диаграммам.

Объектами исследования являются баженовская свита и пласты ачимовской и георгиевской свит. Отложения данных горизонтов, вскрытых в интервалах (2736-2742) и (2783-2804) м, представлены аргиллитами от серых до буровато-черных, алевролитами светло-серыми, серыми, темно-серыми до черных, за счет сильного обогащения углито-растительным детритом, а также песчаными пластами, отличающимися друг от друга по толщине и выдержанности по площади.

Характеристика образцов. В скважине керном охарактеризовано 76 м осадочных пород (см. рисунок 1). В данной статье рассмотрены ачимовский, баженовский и георгиевский

горизонты. В целом отложения представлены нижеописанными образцами (цифры соответствуют номерам образцов; размерность указана в шкале ф):

Образец № 37. От мелкозернистого песчаника до крупнозернистого алевролита. Неясно выраженное переслаивание. Сортировка хорошая. Представленный образец взят из ачимовской пачки. Он характеризует ее отложения в целом. Также наблюдается достаточно крупная линзочка аргиллита (3,5-4,0 см) невыявленного генезиса.

Образец № 9. Тонкозернистый песчаник с неокатанными линзами алевролитов (внутренняя слоистость). АРБ (аномальный разрез баженовской свиты). «Пуддинговая» текстура.

Образец № 41. Тонкозернистый песчаник. Течениевая текстура (пульсирующий поток).

Образец № 51. Мелкозернистый песчаник с частыми линзами, единичными слоями и прослоями аргиллитов. Четкое переслаивание. «Пуддинговая» текстура.

Образец № 56. Тонкозернистый песчаник. Слоистость волнистая. Слабое переслаивание. Течениевая текстура

Образец № 57. Сложное чередование трех типов пород (баженовская свита): чистый «баженит», хорошо сортированный песчаник и узловато-текстурный АРБ.

Образец № 60. Представитель георгиевской свиты. Тонкозернистый песчаник. Наблюдается потоковость.

В целом отложения характеризуются частой сменой пород с разным гранулометрическим составом (песчаников, алевролитов, аргиллитов), что свидетельствует о постоянной смене гидродинамической активности среды. В алевроаргиллитовых породах сформировалась мелкая пологоволнистая слоистость, характерная для обстановок с неактивной волновой деятельностью. Следы жизнедеятельности морских донных животных указывают на относительно низкую гидродинамику, хорошую аэрацию и близость береговой линии. Можно сделать вывод, что осадконакопление происходило в условиях лагун, частично отделенных от открытого моря вдольбереговыми барами.

В соответствии с характеристикой стандартных фаций [2] рассмотрены обстановки осадконакопления пород. Так, переслаивание мелких алевролитов и тонкозернистых песчаников свидетельствует об условиях постоянного действия волн активной гидродинамической среды. Такие условия могут создаваться в приливно-отливных зонах. Чередование мелкозернистых песчаников и крупнозернистых алевролитов говорит о малоподвижном мелководье. Аргиллиты образовывались в спокойной обстановке изолированной лагуны шельфа, где нет влияния штормов и течений. Песчаники являются результатом наличия баров и отчасти подводной зоны дельты.

Известно, что распределение фаций по площади отражает морфологию рельефа поверхности осадконакопления древнего бассейна. При этом области устойчивого накопления морских осадков, как правило, являются зонами прогибаний; области суши – зонами относительных поднятий. Таким образом, анализ фаций дает качественное представление о распределении областей тектонического поднятия и прогиба для данного времени.

В этом плане изученные отложения представляют определенный интерес для оценки «аномального» разреза баженовской свиты. Будучи «зажатым» четко выделяющейся ачимовской пачкой (обр.37 на рис.) и георгиевской свитой (обр. 60 на рисунке 1), общая мощность АРБ в изученной скважине составляет 65 м. Это практически в три раза превышает значения, типичные для неосложненного разреза (25-27 м). Подобное увеличение, отмеченное и рядом других исследователей [1], несомненно имеет генетическую природу и связано с различным эпигенетическим уплотнением конкретных типов пород (песчаники – аргиллиты).

Проведенная работа дает необходимый материал для оценки изменения состава и генезиса баженовской свиты Малоключевого месторождения, а также для частичного изучения ачимовской пачки и георгиевской свиты.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Атлас «Геологическое строение и нефтегазоносность неокотского комплекса Ханты-Мансийского автономного округа – Югры». – Тюмень: ГП НАЦ РН им. В. И. Шпилемана, 2007. 191 с.
2. Строение и корреляция отложений тюменской свиты Шаимского нефтегазоносного района (Западная Сибирь). – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2009. 227 с.

ХАРАКТЕРИСТИКА КОНТАКТА ОСАДОЧНОГО ЧЕХЛА С ФУНДАМЕНТОМ (ПРИУРАЛЬСКАЯ НЕФТЕГАЗОНОСНАЯ ОБЛАСТЬ, ЗАПАДНАЯ СИБИРЬ)

Аверьянова Е. А.

ФГБОУ ВПО «Уральский государственный горный университет»

В представленной работе рассмотрен контакт осадочного чехла с фундаментом в мини-инварианте на примере конкретного образца (шеркалинская свита). С точки нефтегазоносности шеркалинская свита очень значима, в частности на Талинском месторождении, где в ее состав входят коллекторы Ю₁₀ и Ю₁₁. Главная черта нижнеюрских природных резервуаров шеркалинской свиты – их приуроченность к базальным частям платформенного чехла. Рассматриваемые резервуары сформированы после длительного межформационного перерыва в осадконакоплении, сопровождавшегося интенсивными процессами эрозии и денудации. Породы шеркалинской свиты разнофациальны в силу различного генезиса: руслового, озерного или прибрежно-морского. В Красноленинском нефтегазоносном районе обнаружены отложения, которые заполняют глубокие эрозионные ложбины или тектонические прогибы в подстилающих породах фундамента и образуют мощные тела [2].

Нами рассматриваются отложения, вскрытые скважиной *** Березовского лицензионного участка Хангокуртско-Тугровской площади. На рисунке 1 показан фрагмент колонки, отражающий исследуемую геологическую ситуацию.

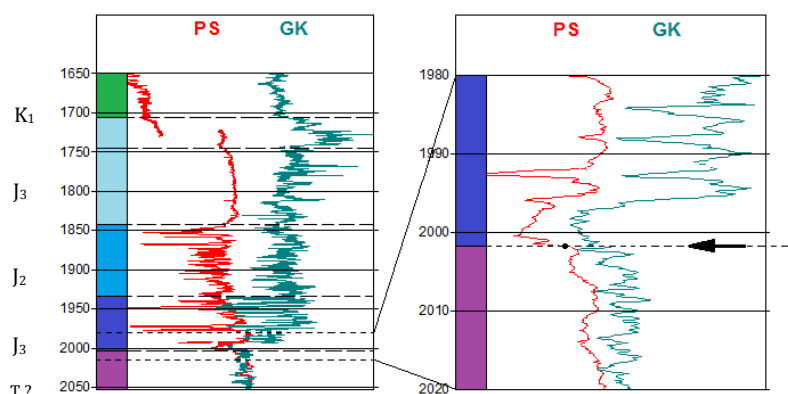


Рисунок 1 – Фрагмент колонки скважины *** (стрелкой справа указано место отбора образца)

На рисунке 2 показано сканированное изображение образца, отобранного из непосредственного контакта шеркалинской свиты и фундамента. Описание образца выполнено снизу вверх по шести выделенным интервалам, обозначенным цифрами.

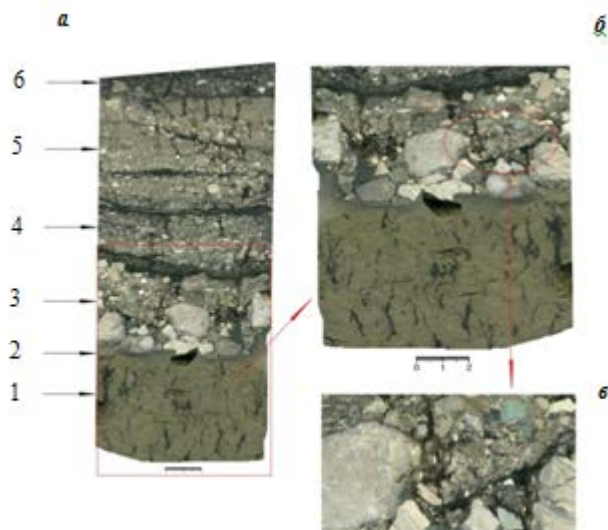
Интервал 1 соответствует фундаменту, предположительно триасового возраста. Последнее предположение основано на широком распространении подобных отложений в грабенах восточного склона Урала (Челябинский, Бултанаш-Елкинский, Серовский, Северо-Сосьвинский). Порода представлена алевритом с неотчетливо комковатой текстурой, пронизанной корневыми остатками [1]. Ее отнесение к фундаменту обосновывается характером кривых ГИС (геофизические исследования скважин), зафиксированных на рисунке 1. Явный перерыв в седиментации с выводом территории осадконакопления в субэральные условия и фиксирует корневая система кустарниковой растительности.

Интервал 2 соответствует непосредственному контакту, подвергнутому незначительной дезинтеграции и, соответственно, склейке. Выше склейки расположены крупные (до 2 см) обломки, неокатанные и плохо сортированные. Важным аспектом является субвертикальное положение обломков. Это свидетельствует об их мгновенном седиментогенезе (с геологической точки зрения

это наносекунды). Впадины, образовавшиеся между зернами, впоследствии были заполнены породами осадочного чехла (правая часть непосредственного контакта).

Интервал 3 относится уже собственно к осадочному чехлу. Он представлен толщей переслаивания плохоотсортированных разномерных гравелитистых песчаников, алевролитов и глин с прослоями углей. Рассматриваемый интервал в свой состав включает гравелиты и песчаники. По разновеликим обломкам и их неокатанности (встречается небольшое количество окатанных зерен малых размеров, что говорит об их более значительном перемещении) можно сделать вывод о достаточно коротком перерыве в осадконакоплении.

Интервал заканчивается переслаиванием («запечатыванием») глинисто-углистым материалом терригенных пород. Перекрывая угловатые обломки, глинисто-углистый слой не деформирует их.



а – общий вид; б, в – увеличенные фрагменты

Рисунок 2 – Образец с непосредственного контакта осадочного чехла с фундаментом (место отбора см. на рисунке 1)

Интервал 4 характеризуется существенным уменьшением размерности частиц (до алевропесчаника). Размеры зерен, в сравнении с предыдущим слоем, значительно уменьшились, а характер окатанности заметно не изменился.

Завершается осадконакопление на данном этапе вновь глинисто-углистым переслаиванием, имеющим более четкие очертания в отличие от нижележащего. По всему интервалу прослеживается «этажная» корневая система.

Интервал 5 также представлен алевропесчаником. Состав слоя почти не отличается от интервала 4. Немного снижается количество гравийного материала и увеличивается – алевролитового. Увеличивается количество окатанных зерен. По всему интервалу встречаются следы органики, что свидетельствует о частичном заболачивании. На данном этапе осадконакопления это более выражено. В средней и верхней частях слоя находятся пустоты, образовавшиеся в результате отмирания корневых систем. Наблюдается их частичное заполнение песком и реже алевролитом. Перерыв седиментации более длительный.

Интервал 6 представлен в нижней части алевропесчаником с рассеянной органикой. Окатанность зерен средняя, встречаются угловатые обломки. Размеры зерен до 1,00 см. Верхние 0,50-1,50 см – уголь.

В целом можно сделать общий вывод о русловом генезисе основной части отложений. Выделенные интервалы являются подобием русловой «этажности», описанной во многих седиментационных работах. В своем мини-инварианте они соответствуют коллекторам Ю₁₀ и/или Ю₁₁. В верхней части заболачивания (интервал 6) они в свою очередь соответствуют мини-инварианту тогурской (радомской) пачки.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Состав и генезис отложений тюменской свиты Шаимского нефтегазоносного района (Западная Сибирь). – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2007. 209 с.
2. Стратиграфия и палеогеография мезозойско-кайнозойского осадочного чехла Шаимского нефтегазоносного района (Западная Сибирь). – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2010. 257 с.

К ВОПРОСУ ОБ УСЛОВИЯХ ОБРАЗОВАНИЯ АЧИМОВСКОЙ ТОЛЩИ (СЕВЕРО-ВОСТОК ЗАПАДНОЙ СИБИРИ)

Круглов С. Д.

ФГБОУ ВПО «Уральский государственный горный университет»

Ачимовская толща располагается в основании неокомских отложений Западной Сибири, широко распространена в центральных и северных районах мегапровинции, имеет первичное косослоистое строение, образуя протяженные геологические тела субмеридионального простирания, последовательно выклинивающиеся к западу [3].

В вопросе об условиях формирования ачимовских отложений на сегодняшний день нет единого мнения. Большинство исследователей [2, 4, 5] склоняется к ее глубоководному (турбидитному) генезису. Тем не менее, применительно к данному объекту использование этой концепции имеет ряд недостатков и противоречий, в связи с чем имеют право на существование и другие взгляды по проблеме формирования ачимовских отложений.

Например, в пользу турбидитной концепции [2, 4, 5] свидетельствуют следующие доказательства:

1) широкое развитие текстур оползания и смятия: рулеты, микросбросы, микротрещины;

2) отсутствие каких-либо индикаторов волновой переработки осадков: волновой ряби, темпеститов;

3) в сравнительно мощных песчаных пластах отмечаются равномерно рассеянные неокатанные остроугольные обломки глин;

4) отсутствие текстур биотурбации, крайне редко встречаются и остатки ископаемых организмов.

Как следствие из вышесказанного, был сделан вывод о наличии необходимых для образования турбидита уклонах седиментационных поверхностей, по которым перемещались нелитифицированные осадки, эрозии подстилающих образований на путях транспортирования песчаного материала и наличие и высоких скоростях седиментации.

В то же время относительно турбидитного генезиса ачимовских отложений учеными высказываются и определенные сомнения [1], основанные на следующих аргументах:

5) недостаточная глубина осадконакопления (от первых десятков метров до 500 метров по разным оценкам) Западно-Сибирского бассейна в неокоме [1]. Необходимы глубины для образования турбидита 1200 м и глубже, соответствующие второму уровню лавинной седиментации (по А. П. Лисицину);


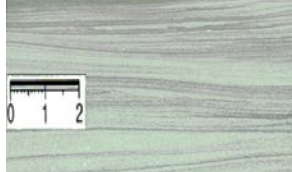


6) отсутствие градационной сортировки, которая является основным атрибутом турбидитного генезиса;

7) перенос без изменений знаний о современных отложениях на древние осадки (униформизм), подход исключаящий эволюцию геологической системы [6].

Аргументы противников турбидитной концепции являются довольно вескими. Возможно, присутствует не совсем верное истолкование результатов исследования отложений, принятых по ошибке за классический турбидит. Требуется дополнительное изучение объекта, в первую очередь, каменного материала.

Основным носителем информации об условиях седиментации является керн. При изучении образцов керна из ачимовской песчано-алевритовой линзы (АЧ₂) Ен-Яхинской параметрической скважины (СГ-7), были сопоставлены два подхода в изучении нижнемеловых отложений. Обратимся к таблице 1: в первом столбце представлен порядок слоев согласно турбидитной концепции, основывающейся на классической текстурной последовательности А. Боумы. В четвертом столбце – прибрежно-мелководная концепция, являющаяся альтернативным взглядом на происхождение ачимовских отложений, в которой исследователи [1] их относят к обстановкам мелководно-бассейновым и подводной части дельты.

Таблица 1 – Сопоставление концепций генезиса ачимовских отложений

Элементы турбидитового цикла (по А. Боуме)	Керн	Литологическое описание	Обстановки осадконакопления, прибрежно-мелководная концепция
T _d		Алевролит мелкозернистый темно-серый. В верхней части образца наблюдается текстура взмучивания, в нижней части – линзовидно-волнистая и полого-волнистая.	Фация глинисто-алевритовых осадков приливо-отливной зоны (ватты).
T _c		Сочетание светло-серого тонкозернистого песчаника с хорошей сортировкой зерен, с темно-серым алевролитом , текстура полого-косослоистая, слои разные по толщине, полого наклонены в разные стороны, местами слабо изогнутые.	Фация песчано-алевритовых осадков активного мелководья.
T _b		Светло-серый (с зеленоватым оттенком) песчаный алевролит , сортировка хорошая, текстура массивная	Фация песчано-алевритовых осадков открытой части бассейна
T _a		« Пудинговый » песчаник алевритистый тонко-мелкозернистый. В песчанике «плавают» большое количество субгоризонтально ориентированных обломков алевритовой размерности	Фация гравийно-песчаных «пудинговых» осадков оснований конусов выноса рек.

В нашей работе не просто был отражен существующий вопрос об условиях формирования ачимовских отложений, на который еще не дан однозначный ответ. Нам думается, что данная научная проблема гораздо глубже: это связано с тем, что современное научное сообщество, зачастую готово априори впитать идеи, вовсе не возведенные в абсолют, но, тем не менее, уже общепринятые. В связи с этим хотелось бы привести фразу В. Т. Фролова: «Геолог не должен терять критический взгляд на свои и чужие построения и слепо поддаваться мнению большинства. Он на все в области своей компетенции должен вырабатывать собственное ответственное мнение» [6].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

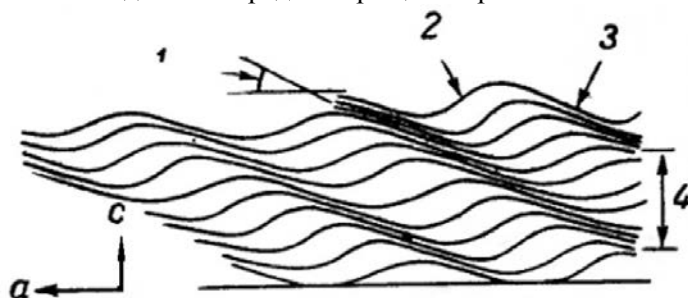
1. Еремеев Н. В., Еремеев В. В. Литология, фации и коллекторские свойства верхнеберриасских- нижневаланжинских отложений севера Западной Сибири и прогноз коллекторов нефти и газа // Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отд. Геол. 2010. Т. 85. Вып. 3. С. 29-44.
2. Ершов С. В., Зверев К. В., Казаненков В. А., Карогодин Ю. Н. Седиментация в раннемеловом бассейне Западной Сибири и ее влияние на нефтегазоносность // Геология и геофизика. 2001. Т. 42. № 11-12. С. 1908-1917.
3. Каламкаргов Л. В. Нефтегазоносные провинции и области России и сопредельных стран. – М.: ФГУП Изд-во «Нефть и газ», РГУ нефти и газа им. И. М. Губкина, 2003. 560 с.
4. Курчиков А. Р., Бородкин В. Н., Храмова А. В. Условия формирования и атлас текстур пород ачимовского клиноформного комплекса севера Западной Сибири. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2010. 130 с.
5. Нежданов А. А. Геология и нефтегазоносность ачимовской толщи Западной Сибири. – М.: Академия геологических наук, 2000. 247 с.
6. Фролов В. Т. Наука геология: философский анализ. – М.: Изд-во МГУ, 2004. 128 с.

ВОСХОДЯЩИЕ ЗНАКИ РЯБИ

Липянина А. В.

Научный руководитель Алексеев В. П., д-р геол.-минерал. наук, профессор
ФГБОУ ВПО «Уральский государственный горный университет»

Специфической разновидностью диагональной слоистости, связанной со знаками ряби, являются текстуры восходящих знаков ряби (англ. – climbing-ripple cross-lamination, ripple-drift cross-lamination (рисунок 1). Они образуются в основном благодаря непрерывному выпадению материала на дно, покрытое знаками ряби, причем происходит наложение друг на друга очередных знаков ряби с такой же самой или ступенчато изменяющейся, кверху последовательностью геометрических параметров. Такие текстуры известны с середины прошлого столетия, но на них довольно редко обращают пристальное внимание [2].



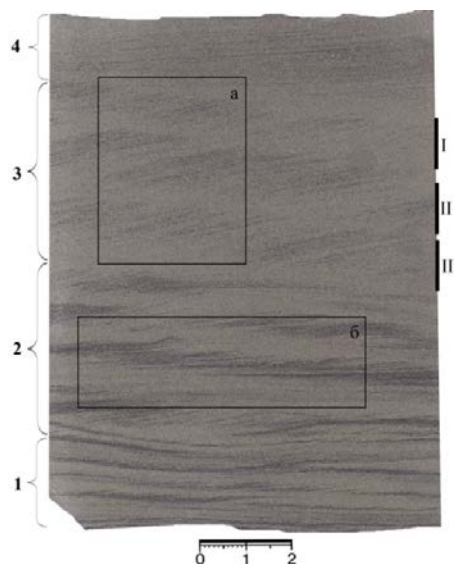
1 – угол взбегания; 2 – сброс, обращенный в сторону течения; 3 – откос, обращенный против течения; 4 – серия; а – направление седиментации; с – наращивание осадков

Рисунок 1 – Восходящие знаки ряби, фрагмент крупной серии [2]

Данная работа основана на описании образца, представленного на рисунке 2. Для него можно выделить 4 интервала, которые соответствуют смене типов слоистости. Очевидно, что они характеризуют отдельные седиментационные этапы в общем формировании отложений. Их описание проведем снизу вверх, в соответствии с последовательностью накопления осадков.

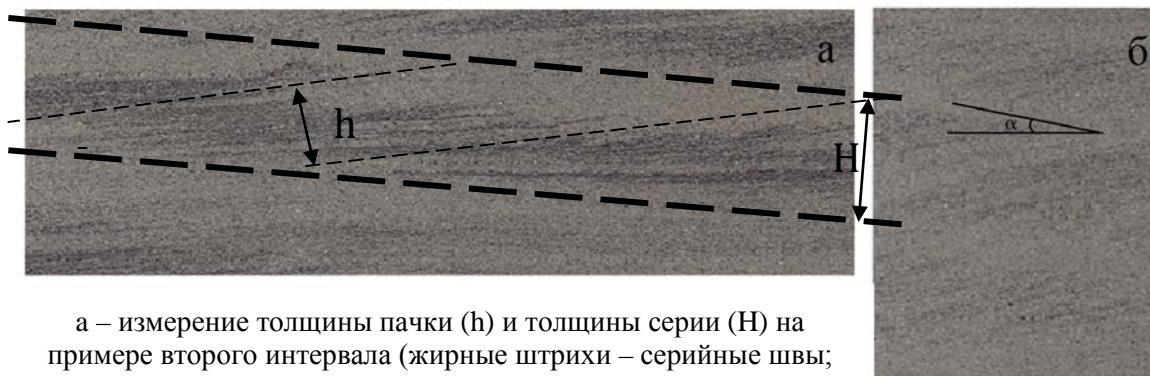
В первом интервале с достаточно хорошей сортировкой материала чередуются тонкозернистый песчаник и крупнозернистый алевролит. Толщина интервала 18-21 мм, слоистость волнистая. Четыре серии с толщиной по 5 мм сложены очень тонкими слойками в доли миллиметра, максимальная толщина не превышает 1,5 мм.

Второй интервал представлен такими же типами пород, но слоистость сменяется на косоволнистую, общая толщина интервала 25-30 мм. Три серии по 1 см с направленностью течения – справа налево. В этом же направлении в каждой серии намечается по три пачки слойков. Генетическая толщина пачек составляет около 1 см (измерения представлены на рисунке 2, фрагмент а).



1-4 – интервалы; I-III – серии с восходящей рябью

Рисунок 2 – Образец керна (скв. 301 Северо-Покачевского месторождения, глубина 2696 м)



а – измерение толщины пачки (h) и толщины серии (H) на примере второго интервала (жирные штрихи – серийные швы; тонкие штрихи – границы пачек); б – восходящие знаки ряби в третьем интервале: α – угол взбегания

Рисунок 3 – Фрагменты образца (положение см. на рисунке 2)

На рисунке 3, б представлен фрагмент третьего интервала, иллюстрирующий «классические» знаки восходящей ряби. Текстура восходящих знаков ряби всегда имеет форму сложных серий, в нашем образце можно выделить три таких серии, которые разделены квазиэрозионными (градационными) поверхностями (см. рисунок 2). Диагональные слойки в сериях наклонены в сторону течения, образуя склоны знаков ряби в том же направлении, а граничные поверхности серий наклонены в сторону против течения.

Угол, образуемый граничной поверхностью с первичной горизонтальной поверхностью, называется углом взбегания и имеет значение 10° (измерения представлены на рисунке 3, б)

Последний четвертый интервал, представлен тонкими слойками тонкозернистого песчаника и алевролита. Толщина серии 1,5-2 мм, слоистость слабо косоволнистая.

После проведения детальных исследований и макроописания можно сделать вывод о том, что рассматриваемые отложения однозначно аккумуляровались в водной обстановке, в зоне приливно-отливных отмелей. Интервал три, с собственно восходящей рябью, формировался в пляжевых условиях намывной косы (пересыпи). При детальном исследовании образца можно обратить внимание на то, что в третьем интервале наблюдается закономерность, заключающаяся в постоянном количестве слойков в сериях. В каждой серии слойков, одна из которых показана на рисунке 3,а, насчитывается по 20-30 слойков, в некоторых сериях из-за размывов их количество сокращается до 15-20. Можно приблизительно считать, что слойков в сериях порядка 25-30. Основываясь на этом и принимая время формирования пары слойков за сутки, можно полагать, что каждая серия слойков формировалась примерно в течение месяца. О постоянстве скорости осадконакопления свидетельствует примерно одинаковое значение толщины пачек и толщины серии $H=h$ (см. рисунок 3,а). Перечисленное свидетельствует о весьма высокой скорости осадконакопления, примерно соответствующей современным значениям и достигающей 10000 Б (м/млн лет = мм/тыс лет) [1].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Алексеев В. П. Литологические этюды. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2006. 149 с.
2. Градзинский Р., Костецкая А., Радомский А., Унруг Р. Седиментология. – М.: Недра, 1980. 640 с.

РЕВЕРСНЫЕ РАЗЛОМЫ СЕВЕРНЫХ РАЙОНОВ ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ ПЛИТЫ

Липянина А. В.

Научный руководитель Алексеев В. П., д-р геол.-минерал. наук, профессор
ФГБОУ ВПО «Уральский государственный горный университет»

Одними из наименее изученных нефтегазоносных территорий России являются северные районы бассейна Западной Сибири, где наиболее перспективна Гыданская область. Освоение углеводородного потенциала здесь происходило замедленными темпами и ограниченными объемами геологоразведочных работ, поэтому накоплен сравнительно небольшой объем информации о геологическом строении и нефтегазоносности недр этой области [4]. Возникает необходимость дальнейшего усиленного изучения северных районов Западной Сибири. При проведении межскважинной корреляции возникает много невязок, причиной которых может быть наличие в строении толщ реверсного разлома.

Реверсный тип разлома определяется разнонаправленными движениями блоков по разные стороны от сместителя (ниже и выше нейтральной поверхности). Если выше нейтральной поверхности разлом классифицируется как прямой сброс, то ниже этой поверхности он трансформируется в прямой взброс. При этом по одну сторону плоскости сместителя пласты смещаются навстречу друг другу, а по другую сторону - расходятся. «По одну сторону плоскости реверсного разлома без нарушения последовательности залегания пластов и отсутствия перерывов осадконакопления происходит сокращение мощности за счет встречного движения блоков, пластического выдавливания и уплотнения пород. По другую сторону плоскости разлома за счет растяжения происходит нагнетание и разуплотнение пород» [1]. Разница в мощностях по разные стороны реверсного разлома становятся значительной. Тем самым наблюдается инверсия направленности развития отложений (рисунок 1).

Обратим внимание на то, что, смена знака происходит на уровне ачимовской толщи, что значительно усложняет ее строение. Отложения этой толщи представляют большой поисковый интерес и требуют детального изучения строения и условий формирования. Необходима детальная корреляция пластов (рисунок 2).

Одними из основных вопросов, возникающих в ходе изучения строения ачимовской толщи, являются причины возникновения разницы в мощностях толщи и наличие меняющегося аномально высокого пластового давления (АВПД). Последнее возникает в залежи нефти (газа) внутри пласта, когда оно, с поправкой на Ризб (высота залежи), превосходит условное гидростатическое давление для гипсометрической отметки точки пласта, в которой производится измерение. Наличие массивной системы АВПД в ачимовской толще предполагается на основе геолого-промысловых данных и материалов сейсморазведки методом общей глубинной точки

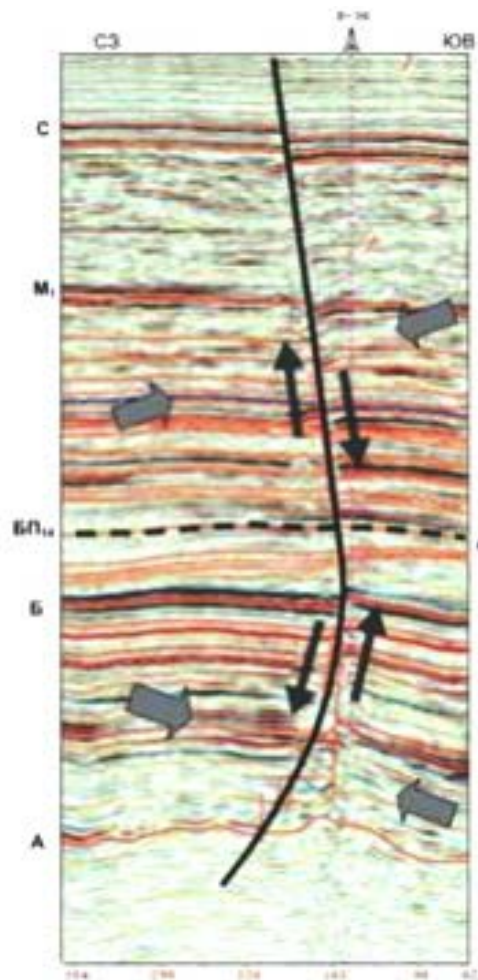
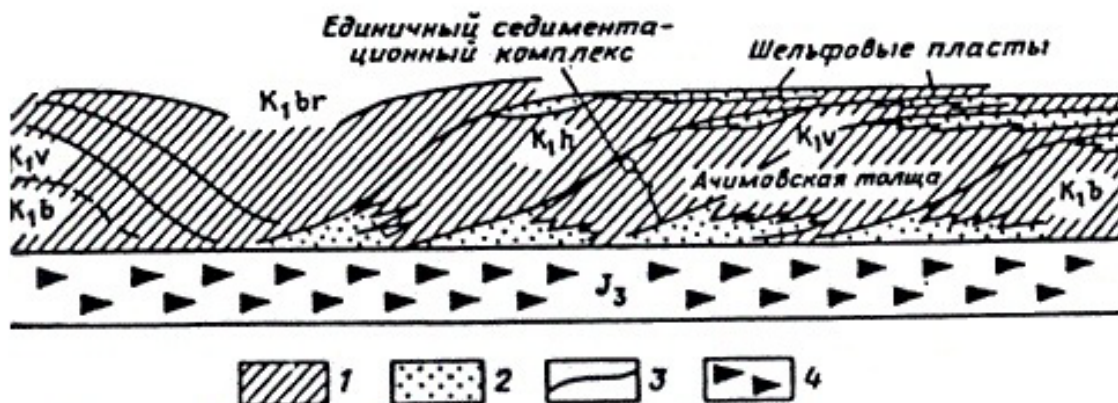


Рисунок 1 – Принципиальная модель формирования реверсного разлома [1]

[2]. Оно может возникать вследствие действия разных факторов или их совокупности. Влияние на изменение давлений могут оказать и тектонические подвижки в толще. Если это так, то справедливо говорить о присутствии в ее строении реверсных разломов. В результате их образования меняется мощность пластов, а значит и меняется давление. С одной стороны от сместителя оно уменьшается, а по другую сторону увеличивается при сжатии и уплотнении пород.



1 – глины; 2 – песчаник; 3 – преимущественно битуминозные глины

Рисунок 2 – Принципиальная схема строения неокомских отложений Западной Сибири [3]

Можно уверенно полагать, что ачимовская толща севера Западной Сибири (п-ова Гыдан) «скользит» во времени, являясь при этом литологически однородной. Это явно подтверждает закон Головкинского-Вальтера, который гласит, что возрастное скольжение отдельных петрографических горизонтов — типов осадков (фаций) и их границ — это явление, обусловленное смещением береговой линии. Если учитывать то, что реверсный разлом может быть связан со сменой кинематики движений по простиранию нарушений во времени (в процессе геологического развития) в результате трансформации левосторонних сдвигов в правосторонние (и наоборот), то можно предположить, что реверсный разлом является диахронным, то есть тоже поддается временному скольжению. Значит, справедливо говорить о наличии в строении ачимовской толщи реверсного разлома, который может является причиной гетерохронности ачимовской толщи.

Изучение влияния реверсных разломов на результаты межскважинной корреляции позволяет понять причину многих существующих невязок. Установление точек вертикальной инверсии дает возможность более точно коррелировать отложения в зонах их существенной изменчивости.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гогоненков Г. Н., Тимурзиев А. И. Сдвиговые деформации в чехле Западно-Сибирской плиты и их роль при разведке и разработке месторождений нефти и газа // Геология и геофизика. 2010. Т. 51. № 3. С. 384-400.
2. Мельникова М. В. Строение отложений осадочного чехла полуострова Гыдан и оценка перспектив его нефтегазоносности: автореф. дис... канд. геол.-минерал. наук. Тюмень, 2013. 16 с.
3. Нежданов А. А., Пономарев В. А., Туренков Н. А., Горбунов С. А. Геология и нефтегазоносность ачимовской толщи Западной Сибири. – М.: Изд-во АГН, 2000. 247 с.
4. Скоробогатов В. А., Строганов Л. В. Гыдан: геологическое строение, ресурсы углеводородов, будущее... – М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2006. 261 с.

ПРИМЕНЕНИЕ БИОФАЦИАЛЬНОГО АНАЛИЗА НА ПРИМЕРЕ ПОРОД БАЖЕНОВСКОЙ СВИТЫ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Логунов Е. В.

ФГБОУ ВПО «Уральский государственный горный университет»

Биофациальный анализ является составной частью фациального анализа, наряду с литофациальным анализом и анализом общегеологических данных. Суть его заключается в том, что по находящимся в породе окаменелостям изучаются отдельные организмы, образ жизни и условия их обитания и проводятся палеогеографические реконструкции.

В настоящее время наиболее интересным и активно изучаемым геологическим объектом является баженовская свита Западной Сибири. Она привлекает внимание геологов-нефтяников своим огромным нефтегазовым потенциалом и рассматривается как стратегический объект для восполнения ресурсной базы нефтяной отрасли России. Распространенная на площади примерно 1 млн км² свита имеет устойчивую мощность в среднем 30 м (20 м в нормальных разрезах, до 100 м в аномальных разрезах), богата органическим веществом (в среднем 5% C_{орг}) и считается одновременно нефтематеринской и коллектором нефти [1]. Свита входит в состав баженовского горизонта, отличительной чертой которого является битуминозность пород.

По результатам исследователей, отложения баженовской свиты имеют карбонатно-глинисто-кремнистый состав. Характерной особенностью является наличие пирита, содержание которого составляет, в среднем, 6-8%, может достигать 15-30%.

В породах свиты присутствуют морские фоссилии, среди которых преобладают пелагические организмы: фитопланктон (диноцисты, прازیнофиты, кокколиты), зоопланктон (радиолярии), нектон (головоногие моллюски – аммониты, теутиды – палеокальмары, белемниты и рыбы). Бентос представлен, в основном, лишь двумя родами двустворчатых моллюсков: бухиями и иноцерамами, являющимися бентосными животными (рисунок 1).

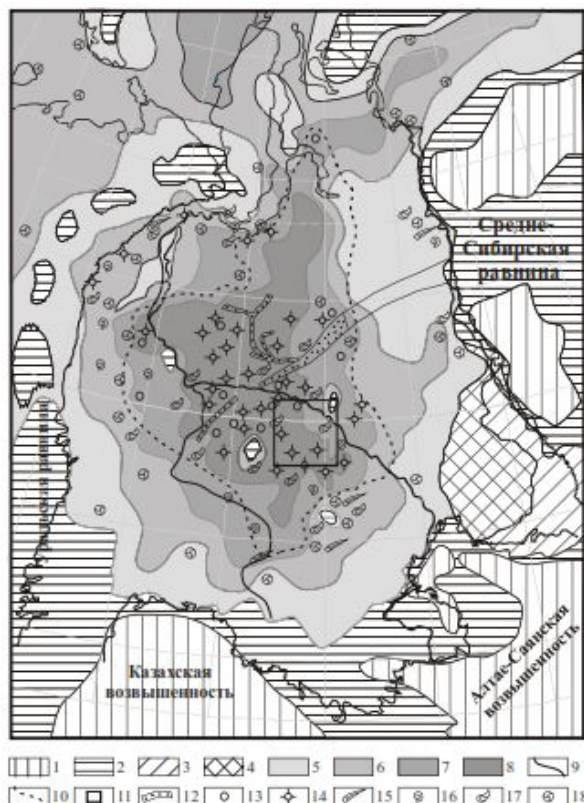


Рисунок 1 – Скопление раковин двустворчатых моллюсков *Buchia* в породах баженовской свиты (а) и остатки радиолярий и кокколитофорид в шлифе (б)

Преобладание планктонных и нектонных организмов в составе пород баженовской свиты наряду с наличием пирита свидетельствует о неблагоприятных условиях для обитания бентосных организмов на дне баженовского моря в титон-берриасское (волжское) время. Это может быть связано с обеднением придонных вод кислородом вследствие их застоя или наличия подводных оползней (турбидитных течений).

Находки радиолярий приурочены к центральной наиболее глубоководной части баженовского моря, головоногие моллюски и белемниты предпочитали краевые мелководные

части бассейна, а скопления двустворок (бухий и иноцерамов) века отмечены в основном на северо-востоке бассейна, т. е. в районе поступления морских вод (рисунок 2).



Палеогеографические обстановки: 1 – плато, нагорья, горные области (> 600 м); 2 – области денудации (холмистое плато) (200- 600 м); 3 – аллювиально-озерно- болотная равнина (до 200 м); 4 – марши, лагуны; 5 – верхняя сублитораль; 6 – средняя сублитораль; 7 – нижняя сублитораль; 8 – псевдобатияль. Границы: 9 – Западной Сибири; 10 – битуминозных отложений; 11 – район исследований; 12 – аномальные разрезы. Органические остатки: 13 – кокколитофориды; 14 – радиолярии; 15 – белемниты; 16 – аммониты; 17 – двустворчатые моллюски; 18 – фораминиферы

Рисунок 2 – Палеогеографическая карта Западной Сибири в поздневолжское время [2]

По данным работы [1], баженовский горизонт в Западной Сибири сформировался в уникальном относительно глубоководном морском бассейне волжского (титонского) века с единичными небольшими островами в южной и юго-восточной частях акватории. Море имело полузамкнутый характер и подводный порог на выходе его в открытый арктический бассейн. Благодаря вертикальным движениям на месте этого порога в придонном слое глубоководной впадины периодически возникали благоприятные для консервации органического вещества аноксидные условия. Стабильность описанной ситуации в течение почти 8 млн лет способствовала устойчивому функционированию пелагической эвтрофной экосистемы, что привело к обогащению осадков органическим веществом.

Таким образом, биофациальный анализ позволяет по облику ископаемых остатков с определенной степенью достоверности определить многие из перечисленных условий обитания, а значит и палеогеографические условия на определенный период времени. Биофациальный анализ баженовской свиты Западной Сибири подтверждает, что ранее на месте Западно-Сибирской плиты было море. Поступление воды арктического бассейна периодически прерывалось, что подтверждают находки раковин двустворчатых, брюхоногих и головоногих моллюсков. А богатство баженовской свиты органическим веществом, особенно в центральной части объясняется существовавшими условиями периодически возникавшей аноксии придонных вод Центральной впадины.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Захаров В. А. Условия формирования волжско-берриасской высокоуглеродистой баженовской свиты Западной Сибири по данным палеоэкологии // Эволюция биосферы и биоразнообразия. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2006. С. 552-568.
2. О генезисе карбонатов в составе баженовской свиты центральных и юго-восточных районов Западно-Сибирской плиты / Е. А. Предтеченская, Л. А. Кроль, Ф. Г. Гулари [и др.] // Литосфера, 2006. № 4. С. 131-148.

ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ ГИС ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ПРОДУКТИВНЫХ ПЛАСТОВ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИХ ПАРАМЕТРОВ

Моисеев Д. В.

ФГБОУ ВПО «Уральский государственный горный университет»

В последние годы в России отмечается значительный рост специальных исследований скважин, обусловленный необходимостью освоения сложных месторождений, где использование традиционных методов исследований, в том числе геофизических, не всегда решает поставленные задачи [3].

Преимущества современных методов исследований скважин перед традиционными сегодня бесспорны – они позволяют с большей достоверностью оценивать ключевые петрофизические параметры, оптимально планировать разработку и осуществлять ее контроль. Остановимся подробно на некоторых из них.

1. Гамма-гамма плотностной каротаж (ГГК-п). Как известно, плотностной каротаж представляет собой один из самых достоверных методов ГИС для определения пористости, а также он используется для определения пористости при заданном значении флюида и скелета породы, идентификации литологии в комбинации с другими методами пористости и подсчета газонасыщенности в комбинации с нейтронным методом [3].

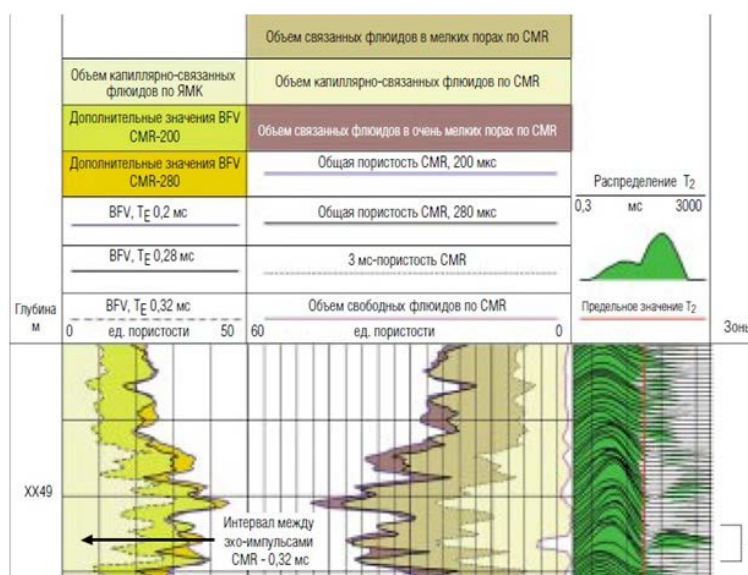
2. Кислородно-углеродный каротаж (С-О). Применяется в обсаженных скважинах для исследования неперфорированных интервалов, при любом типе промывочной жидкости для оценки текущей и остаточной нефтенасыщенности и литологического расчленения разреза.

3. Ядерно-магнитный каротаж (ЯМК). Позволяет уточнить фильтрационно-емкостные свойства (ФЕС): общую и эффективную пористости и проницаемость пласта и характер насыщения породы.

Гамма-гамма плотностной каротаж незаменим при определении фильтрационно-емкостных свойств. Расчет пористости по данным ГГКп на данный момент является базовым для многих месторождений. Основное отличие от стандартного расчета пористости через объемную плотность состоит в использовании процедуры деконволюции, которая проводится с целью повышения достоверности оценки фильтрационно-емкостных свойств (ФЕС) маломощных и тонкослоистых коллекторов. Применение деконволюционной технологии позволяет проводить адекватную оценку пористости и эффективной толщины коллекторов мощностью до 0,2-0,3 м.

Рисунок 1 – Диаграмма ЯМК [4]

Ядерно-магнитный каротаж – универсальный метод, позволяющий определить сразу несколько параметров пласта, такие как пористость, проницаемость и характер насыщения. Кроме того, он позволяет оценить фильтрационно-емкостные свойства пласта. В скважинах, где не проводится отбор керна, в качестве «второстепенных» контрольных данных используют остаточную водонасыщенность, оцененную по результатам ЯМК. Так, в зонах, близких к предельному нефтенасыщению,



наблюдается совпадение текущей водонасыщенности K_v по данным электрметрии и K_v по ЯМК. Таким образом, результаты определения сохраненной водонасыщенности по данным керна и оценка остаточной водонасыщенности по данным ЯМК позволяют верифицировать текущую электрическую модель нефтеводонасыщенности коллекторов [2]. На рисунке 1 мы видим выделение нефтенасыщенных пластов при помощи метода ЯМК.

Кислородно-углеродный каротаж (импульсный спектрометрический нейтронный гамма-каротаж) отлично подходит для определения нефтенасыщенности. Этот метод основан на измерении энергетического и временного распределения плотности потока гамма-излучения, возникающего в результате нейтронных реакций, с целью определения элементного состава горных пород и пространственно-временных характеристик регистрируемого излучения. Измеряемыми величинами являются скорости счёта в энергетических и временных окнах. Расчётными величинами являются скорости счёта в энергетических окнах, соответствующих энергиям гамма-квантов неупругого рассеяния и радиационного захвата тепловых нейтронов для основных породообразующих элементов (С, О, Н, Са, Si, Fe, Cl и др.). На рисунке 2 можно увидеть оценку насыщения пласта при помощи С/О каротажа в сравнении с показаниями других методов.

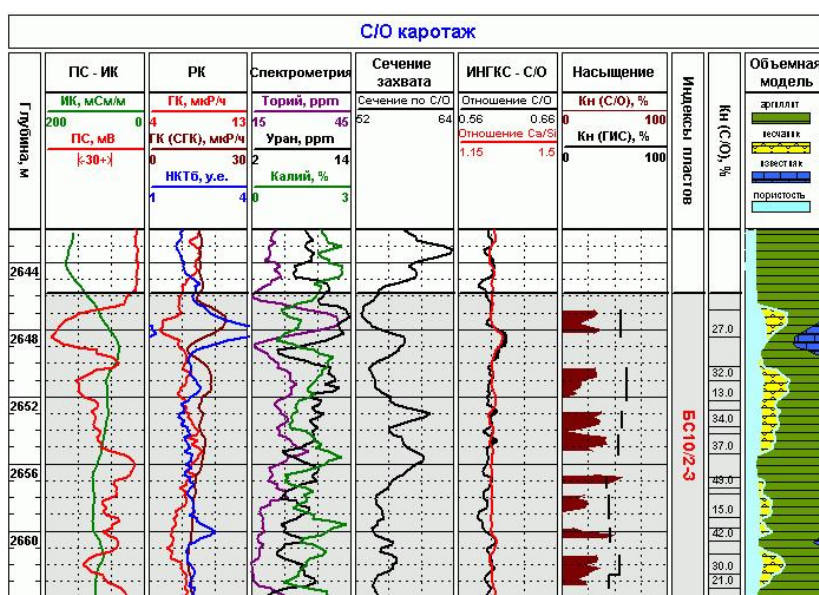


Рисунок 2 – Диаграмма С/О каротажа [4]

В настоящей работе представлены некоторые современные методы ГИС и их особенности. В связи с тем, что запасы легкоизвлекаемой нефти стремительно уменьшаются, сейчас возникает необходимость в новых, более сложных, точных и продуманных методах. Все они, в той или иной мере, успешно справляются с поставленными перед ними задачами, но наибольшую продуктивность, тем не менее, обеспечит комплекс ГИС, включающий в себя как новые, так и традиционные методы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Алексеев А. Д. Опыт и перспективы применения современных комплексов ГИС и ГДИС на месторождениях салымской группы // Инженерная практика, 2011. № 11-12. С. 58-61.
2. Аллен Д., Крэри С. Использование ядерно-магнитного резонанса при исследованиях скважин // Нефтегазовое обозрение, 2001. С. 4-26.
3. Черных И. А. Опыт применения новых методов ГИС при бурении эксплуатационных скважин на месторождениях ООО «ЛУКОЙЛ-ПЕРМЬ» // Инженерная практика, 2011. № 11-12. С. 62-75.
4. Материалы Пермского инженерно-технического центра «Геофизика». Новые методы ГИС: БК-С, НИП, САС, ВАК-Д, СГК, С/О-каротаж, СИНГК-С1, МАК-СК, СГДТ-С, ЭМДСТ-С. Пермь, 2011.

РОЛЬ РАЗРЫВНОЙ ТЕКТониКИ В ФОРМИРОВАНИИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ УГЛЕВОДОРОДОВ (УВ). МИГРАЦИЯ УВ (НА ПРИМЕРЕ СТЕПНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ)

Мусатов А. Ю.

Научный руководитель Алексеев В. П., д-р геол.-минерал. наук, профессор
ФГБОУ ВПО «Уральский государственный горный университет»

Малоамплитудные тектонические нарушения, как правило, являются экранами и препятствуют миграции УВ по пласту-коллектору. Данное свойство сбросов формируется не в результате амплитудного смещения пород, за счет чего достигается контактирование пород-коллекторов и непроницаемых горных пород, а вследствие экранирования в результате вторичного ухудшения фильтрационных свойств, вплоть до полной их потери в окрестности плоскости сместителя нарушения (ПСН). Ширина зоны развития данных процессов достигает десятков - первых сотен метров. Так же в результате интенсивного трения при смещении в породах самой плоскости нарушения происходят вещественные, структурные и текстурные изменения органоминеральных веществ (метаморфизм пород, рост минералогической плотности, кристаллизация минеральных форм, растворение под давлением и т. д.), которые с каждым новым смещением по разлому создают и укрепляют барьерные свойства ПСН, тектонической составляющей экранирующей способности дизъюнктивного нарушения [1].

Вследствие вышеописанных процессов сброс является барьером для латерального перемещения углеводородов по коллектору сквозь него, но при этом может быть проводником для вертикальной миграции флюидов по зоне дробления пород (ЗДП), которая формируется в опущенном крыле тектонического сброса при пологих углах наклона ПСН.

Таким образом, в результате анализа геологического строения исследуемого месторождения, можно заключить, что в отличие от поперечных малоамплитудных субвертикальных сбросов, являющихся экраном, как для латеральной, так и для вертикальной миграции, сбросы меридионального простирания имеют более сложный характер экранирования ПСН и проводимости по ЗДП. Сложность геологического строения месторождения предопределила особенности формирования залежей УВ. Залежи нефти в девонских отложениях в сложившихся геологических условиях формируются в ловушках структурно-тектонического типа [1].

Миграция углеводородов происходит по верхней плоскости сброса по зоне дробления пород и при наличии пластов-коллекторов флюиды поступают в ловушку. Степень заполнения ловушки в данном случае определяется наивысшей точкой сечения пласта верхней линией ограничения ЗДП или точкой оттока. В пределах рассматриваемого месторождения данным образом происходит заполнение УВ всех ловушек каменноугольных (месторождения борта впадины) и девонских (Степное) отложений опущенного в сторону Прикаспийской впадины блока. Проводниками для мигрирующих УВ являются ЗДП региональных субмеридиональных сбросов, имеющих азимут падения ПСН в сторону депрессионной части впадины.

На первом этапе депрессионная и платформенная части впадины в девонское и каменноугольное время испытывали устойчивое погружение, обеспечивая компенсированное осадконакоплением прогибание бортовой части и полноту стратиграфических подразделений палеозойских отложений. К началу верхнекаменноугольного периода нефтегазоматеринские отложения девона и нижней части раннего карбона находились в погруженных частях западного борта Прикаспийской впадины в условиях главной зоны нефтеобразования (ГЗН) (интервал глубин 1800-3000 м, градации катагенеза МК₁–МК₂). Нефтегазовые залежи формировались как в зоне генерации, так и на путях миграции УВ. В составе последних значительную долю составляли газообразные УВ, что способствовало высокой подвижности нефти и ее продвижению в пределы платформенного склона. Нефть на пути латеральной миграции из материнских проницаемых пород зоны генерации при достижении ЗДП сбросов проникала по нарушениям в вышезалегающие отложения, заполняя последовательно все ловушки в примыкающих к сбросу пластах-коллекторах в левобережной и правобережной частях западного борта [2].

На Степном месторождении мигрирующие по верхней плоскости ЗДП УВ при встрече с пластами-коллекторами последовательно заполняли все имеющиеся в наличии приразломные ловушки. Условием для поступления в ловушки нефти было приуроченность миграционных потоков к многочисленным путям миграции УВ со стороны впадины по гипсометрически наивысшим протяженным участкам структурного плана девонских отложений.

На втором этапе материнские породы оказались в условиях главной зоны газообразования (ГЗГ) (интервал глубин 3000–4300 м, градации катагенеза МК³₁–МК⁵₁) и зоны метанообразования (интервал глубин 4300–5300 м, градации МК⁵₁–АК³₂ и более), в которых идут активные процессы генерации и эмиграции углеводородных газов (УВГ).

В зоне генерации объем осадочных пород, вошедших в ГЗГ, в несколько раз превышает объем пород, ранее пребывавших в ГЗН. При этом породы пребывали в ГЗГ более длительное геологическое время после завершения процессов нефтегазообразования. Отсюда масштабное миграционное смещение сплошного проникновения УВГ от глубинно-катагенетических генерационных зон внутренних частей впадины к ее борту и вверх по разрезу осадочных пород, а также по породам терригенного девона в пределы платформенного склона. В результате влияния газового потока в разрезе бортовой части впадины и ее платформенного продолжения сформировались на данном этапе развития нефтегазоносного бассейна три основные зоны: газовая (Г), переходная от газовой к нефтяной (П) и нефтяная (Н). В газовом поле в составе природного газа присутствует глубинный сероводород, а также гелий и водород с их неспособностью к длительному сохранению в составе свободного (0,03 мол %) и растворенного в воде (0,02 мол %) газа, указывающие на их современное происхождение [2] (рисунок 1).

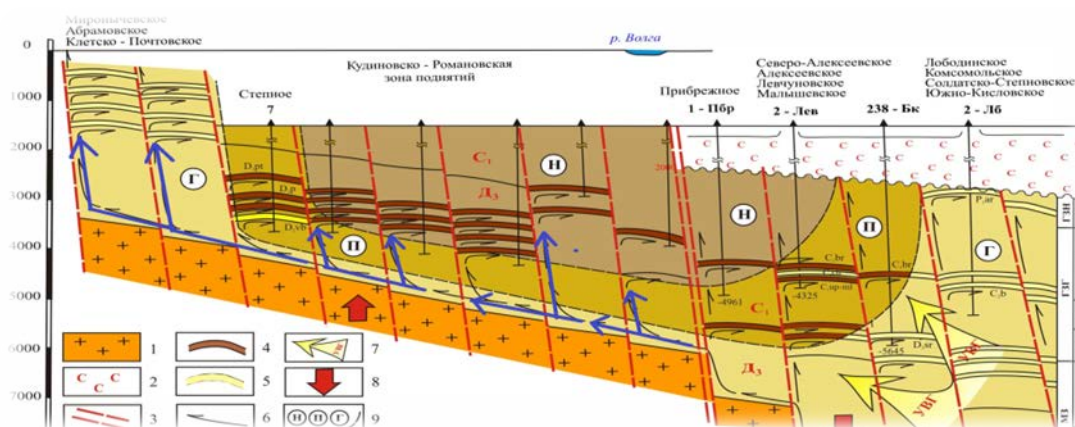


Рисунок 1 – Генерационно-аккумуляционная система западного борта Прикаспийской впадины [2]

Заключение. Таким образом, в результате проведенных исследований установлено следующее. Блоковое строение земной коры определяет особенности распределения резервуаров нефти и газа, а разломы разграничивающие блоки, и связанные с ними зоны трещиноватости являются путями миграции УВ. В свою очередь, разломы могут являться экранами и препятствовать перемещению УВ по пласту-коллектору. Тектонические нарушения могут также способствовать разрушению залежи нефти путем раскрытия ловушек, в результате чего нефть будет мигрировать в другую ловушку или на поверхность.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Айзенштадт Г. Е.-А. Нефтегазоносность и разломная тектоника Прикаспийской впадины // Геология нефти и газа, 1998. № 11. С. 24-32.
2. Сианисян С. Э., Бочкарев В. А., Сианисян Э. С. Перспективы нефтегазоносности западного борта Прикаспийской впадины на основе концепции двухэтапного формирования залежей углеводородов и обоснование целесообразности ведения геологоразведочных работ // Геология, география и глобальная энергия, 2012. № 1. С. 85-92.

ТИПИЗАЦИЯ И ХАРАКТЕРИСТИКА ОРГАНОГЕННЫХ ПОСТРОЕК С ЦЕЛЬЮ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ИХ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ (ТИМАНО-ПЕЧОРСКАЯ НЕФТЕГАЗОНОСНАЯ ПРОВИНЦИЯ)

Паньшин А. Н.

ФГБОУ ВПО «Уральский государственный горный университет»

При выявлении закономерностей распространения рифов и прогнозировании их наличия на тех или иных участках с целью поисков залежей нефти и газа как в самих рифовых телах, так и в структурах их облекания важное значение имеет выбор модели бассейна седиментации, в котором происходило формирование рифов.

В палеобассейне доманикового времени на территории Тимано-Печорского НГП существовали различные области осадконакопления: прибрежно-морских приливно-отливных мелководных условий; предрифовых мелководно-морских условий; рифообразования; межрифового осадконакопления и зарифовые с депрессионным и нормальным осадконакоплением.

При исследовании палеотектонического анализа, сопоставлении карт изопахит, а именно: позднефранские впадины южной и центральной части ТПП, которая заполнена терригенными осадками, и верхнефранского карбонатного комплекса южной и центральной части ТПП, было выявлено что, к началу доманикового времени на рассматриваемой территории не было единой впадины, а существовали две крупные впадины или системы впадин.

Одна из систем впадин располагалась на западе в районе Восточно-Тиманского мегавала, вторая – на востоке, в пределах Печоро-Кожвинского мегавала и Мичаю-Пашнинского вала. На западе рассматриваемой территории в позднефранское время существовала обширная впадина, заполненная песчано-глинистыми осадками. Существовали благоприятные условия для зарождения и роста рифов.

В центральной части Тимано-Печорской провинции в позднефранское время, как показывает палеотектонический анализ, существовали грабенообразные впадины субмеридионального простирания, разделенные разломами. Нижние части впадин заполнялись преимущественно глинисто-мергелистыми осадками. Осадконакопление последовательно смещалось с запада на восток.

Карта изопахит верхнефранских отложений показывает зоны развития органогенных построек (рифов). Верхне-Лыжской и Лузской площадях и на Омра-Сойвинской ступени толщина верхнефранских карбонатных образований возрастает от сводов поднятий к склонам, окаймляя склоны палеоподнятий [1].

Толщина верхнефранских (сирачойская + ухтинская свиты) рифовых тел здесь достигает 400 м.

На Талыйюской, Восточно-Сотчемьюской и Сотчемьюской площадях полосовидное разрастание толщины верхнефранских карбонатных отложений приурочено к прибортовой части ветласянь-бельгобской впадины и тяготеет к разлому. Приуроченность к зоне разломов создавала тектоническую мобильность и возможность быстрого роста рифовых тел.

При сопоставлении карт-схем распределения $C_{орг}$ (%) и средней γ -активности в породах доманиковых отложений, были выявлены основные рифовые зоны Тимано-Печорской НГП, которые, в свою очередь, были выделены при исследовании палеотектонического анализа - в южной части Печоро-Кожвинского мегавала и севера Верхне-Печорской впадины выделяется органогенная постройка; вдоль западного крыла Ижма-Печорской впадины с огибанием южной части Ижемской ступени, далее протягивается на северо-восток пересекая Денисовскую и Хорейверскую впадины, и уходит в воды Печорского моря, формировались линейные рифы (барьерные рифы); в районе Хорейверской впадины в прибортовых зонах выявлены биостромы.

В отложениях доманикового горизонта можно выделить по концентрации Сор_г рифогенные образования, которые характеризуются низкими показателями водородного индекса (HI - 100–150 мг УВ/г $C_{орг}$), содержание $C_{орг}$ не превышает 0,5 %, что является отражением активной жизнедеятельности.

Литологическая характеристика пород и их насыщенность органическим веществом и УВ хорошо коррелируется с γ -активностью пород. Карта-схема распространения средней γ -активности пород доманикового возраста четко оконтуривает депрессионные впадины.

Исходя из большого выбора зон, в которых были благоприятные условия для рифообразования, выделяются перспективные районы для поисков залежей углеводородов.

Поисковые работы по перспективным районам, которые были выявлены при помощи палетектонического анализа и карт-схем распределения Сорг и средней γ -активности в первую очередь следует вести на участках положительных аномалий V_{zzz} , на примере Вуктыльской площади.

Ясно выраженной общей положительной аномалией V_{zzz} характеризуются рифовые зоны, приуроченные к восточному борту среднефаменской и западному борту джебольской впадин. Центральная часть Вуктыльской площади сближены, здесь зоны развития средне- и верхнефаменских рифов, а над ними предполагается структура облекания в ядре которой располагается мощная толща карбонатных пород с высокой плотностью [2].

С помощью гравиразведки выделяются рифы за счёт положительной аномалии параметра V_{zzz} , тем самым доказывая, что в центре Верхнепечорской впадине присутствуют рифовые постройки.

В северной части Тимано-Печорского бассейна на Центрально-Хорейверском поднятии установлены биогермные массивы. Формирование массивов началось в позднефранское время. В разрезе массивов установлена нижняя толща массивных вторичных доломитов и известняков, характерными для биогермных образований. Основные биогермообразователи в массивах являются сине-зелёные водоросли и багряные водоросли, строматопороидеи и кораллы.

Это можно проиллюстрировать на примере скважины 50 (интервал глубин 3429-3437 м., Шлиф, увел. 14, без анализатора) Хорейверской впадины шлифа (рисунок 1) фаменского яруса взятого из работы [3]. Здесь чётко определяется седиментационный тип органогенной постройки.

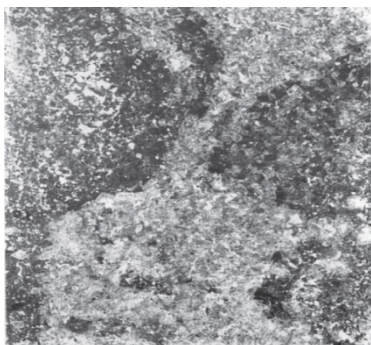


Рисунок 1 – Шлиф Хорейверской впадины, скв. 50, увел. 14 [3]

Средне-крупнозернистые агрегаты и отдельные ромбоэдры доломита, развитые по биогермному водорослевому известняку, образующему мелкие органогенные постройки столбчатой формы. Видно неравномерное распределение доломита в породе. Основная масса его находится между постройками и, вероятно, развивалась по более пористому заполнителю. Крупные участки ступкообразного пелитоморфного кальцита, образованные колониями сине-зеленых водорослей (темные), замещены отдельными ромбоэдрами и небольшими агрегатами ромбоэдров доломита.

Порода по классификации является баундстоуну со ступковым заполнением по седиментационной классификации известняков. Баундстоуны со ступковым заполнением, как правило, не обладают пористостью, а каверны представлены фенестрами в ступковой массе, которые нередко полностью залечиваются уже на стадии диагенеза.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Енцов И. И. Верхнефранские рифы центральной и южной частей Тимано-Печорской провинции и перспективы их нефтегазоносности // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. – М.: ВНИГНИ, 2013. № 6. С. 10-13.
2. Енцов И. И. Верхнефаменские рифы центральной и южной частей Тимано-Печорской провинции и перспективы их нефтегазоносности // Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело», 2013. № 1. С.81-92. URL: <http://www.ogbus.ru>
3. Атлас структурных компонентов карбонатных пород / Н. К. Фортунатова, О. А. Карцева, А. В. Баранова [и др.]. – М.: ВНИГНИ, 2005. 440 с.

НЕКОТОРЫЕ ПОНЯТИЯ СИНЕРГЕТИКИ В НЕФТЕГАЗОВОЙ ЛИТОЛОГИИ

Плугина А. В., Черенева К. Р.

Научный руководитель Алексеев В. П., д-р геол.-минерал. наук, профессор
ФГБОУ ВПО «Уральский государственный горный университет»

Настоящее время характеризуется сменой парадигмы научного мышления. Эта смена связана с изучением и внедрением во все сферы понятия нелинейных процессов, то есть явлений, конечный результат которых непредсказуем. Они описываются синергетикой – суммирующим эффектом взаимодействия факторов или систем в условиях нелинейного взаимодействия и широкого проявления процессов самоорганизации. Главная задача синергетики состоит в поиске собственных функций нелинейной среды, то есть устойчивых способов организации процессов, к которым эволюционируют все состояния объектов изучения со временем. Поэтому ее можно рассматривать как системный анализ «сегодня» [3]. Синергетическое мировидение представляет собой комплексность представлений об объекте и процессах, включая их трансляцию на разные уровни организации геологических тел. В данном контексте осадочные горные породы являются хорошим и важным материалом для исследований, так как их отложения занимают большую часть земной коры и в них содержится большинство полезных ископаемых [1]. Укажем, что еще в 80-е годы XX века, когда синергетические представления только начинали формироваться, Конторович А. Э. уже предложил рассматривать нефтегазоносный бассейн как саморазвивающуюся открытую систему с присущей ей нелинейностью протекающих процессов, для которых характерна самоорганизация [4].

Под самоорганизацией понимается процесс упорядочения в открытой системе, за счет согласованного взаимодействия множества составляющих ее элементов. Согласно теории систем ссамоорганизованной критичностью (СОК), которая появилась ровно четверть века назад, «многие составные системы естественным образом эволюционируют к критическому состоянию, в котором малое событие вызывает ценную реакцию, которая может повлиять на любое число элементов системы» [2]. Символично СОК рассматривалась на примере кучи песка, так как песок – один из основных объектов литологии. При подаче их сверху, в начале песчинки остаются там, где они упали. Потом громоздятся друг на друга, образуя кучу песчинок. Время от времени, когда склон становится крутым, песчинки соскальзывают, образуя небольшую лавину. В некоторый момент времени куча достигает критического состояния, и образуется катастрофическая лавина. Здесь мы наблюдаем, как малые события вызывают тот же механизм, что и крупные.

Примером того, что теория систем с самоорганизованной критичностью может быть распространена на нефтегазовую литологию, служит фациальный закон Головкинского - Вальтера. Он сводится к тому, чтовозрастное скольжение отдельных петрографических горизонтов — типов осадков (фаций) и их границ - это явление, обусловленное движением береговой линии. В разрезе осадочных толщ друг над другом отлагаются осадки, образующиеся рядом на поверхности литосферы или на дне бассейна седиментации. Поэтому при трансгрессии или регрессии моря горизонтальные зоны осадков (фаций) переходят в разрезах осадочных толщ в вертикальные. В результате осадки одной и той же фации в направлении суша – море не являются строго одновозрастными. Смена одних осадков другими на поверхности литосферы, в бассейне седиментации и в разрезах может происходить не только постепенно, но и внезапно. По сути вышесказанное соответствует принципам СОК при продвижении песка по литорали.

В результате самоорганизации возникают новые режимы, называемые аттракторами. Аттракторы – это относительно устойчивые структуры, на которые неизбежно выходят процессы эволюции в открытых нелинейных системах. Наиболее известен аттрактор в трехмерном фазовом пространстве (Лоренца) с разбегающимися по нему в разные стороны фазовыми кривыми, обладающий определенной структурой в конкретных пределах

(напоминающей крылья бабочки). Основная суть аттрактора Лоренца заключается в существенной зависимости протекания процесса от изменения внешних условий. Это подводит к понятию о неразрывном единстве процессов и систем в своих центробежных и центростремительных траекториях.

Примерами аттракторов в нефтегазовой литологии могут служить циклы разных порядков, соответствующие общему 4-му рангу в иерархии геологических тел (3-й порядок – слои; 5-й – формации). Так, в Шаимском нефтегазоносном районе Западной Сибири, посредством использования фациально-циклического анализа в его классическом варианте в наиболее полном разрезе тюменской свиты, выделено четыре литоцикла II порядка (ЛЦ-II), пронумерованные сверху вниз от ЛЦ-1 до ЛЦ-4. Их мощности (толщины) составляют 25-40 м, что полностью соответствует средним мощностям ЛЦ-II, характерным для всех раннемезозойских угленосных формаций [1].

Малоизученной характеристикой является стремление самоорганизующихся систем к определенному конечному результату, который подводит нас к понятию эквифинальности. Эквифинальность – это свойство динамической системы приходить различными путями из различных начальных состояний в одно и то же финальное, независимо от случайных изменений среды.

Рассмотрим эквифинальность в нефтегазовой литологии. К примеру, в мезозойских отложениях Западно-Сибирской плиты часто наблюдается несомненное и удивительное сходство разных стратиграфических интервалов. С нашей точки зрения, оно обеспечивается именно эквифинальностью процессов, предтечи которых реализовывались в существенно разных условиях. Так, почти идентичные породы, сформировавшиеся на рубеже отражающих горизонтов (ОГ) М, М₁, Г [1]. В то же время горизонту М предшествовали неокомские клиноформные комплексы с широким развитием дельт. Горизонт М₁ запечатывает отложения викуловской свиты, имеющей преимущественно мелководно-бассейновый генезис. Наконец, для верхней части покурской свиты, которая фиксируется ОГГ, присущ сложный прибрежно-континентальный комплекс.

В дополнение к изложенному выше предположим, что как и в примере с кучей песка, нефть, накапливается в пустотах осадочных толщ и со временем может достигнуть критического, то есть конечного состояния, что и является квазиэквифинальностью.

По нашему мнению, все перечисленное важно для нефтегазовой литологии и требует изучения. В ближайшем будущем рассмотренные положения будут обширно использоваться в геологии, в том числе и в геологии нефти и газа, что прозорливо подмечено А. Э. Конторовичем еще четверть века назад (см. выше; [4]).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Алексеев В. П. Нелинейно-литологические эссе: науч. издание. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2013. 250 с.
2. Бак Пер. Как работает природа: Теория самоорганизованной критичности: пер. с англ. – М.: УРСС, 2013. 276 с.
3. Князева Е. Н., Курдюмов С. П. Синергетика: Нелинейность времени и ландшафты коэволюции. – М.: КомКнига, 2007. 272 с.
4. Конторович А. Э. Нефтегазоносный бассейн как саморазвивающаяся система. – М.: Недра, 1988. С. 121-138.

НЕЛИНЕЙНО-ЛИНЕЙНЫЕ ПРОЦЕССЫ В СИСТЕМЕ ВОДА-ПОРОДА: ПОРЯДОК ИЗ ХАОСА В ПРОЦЕССЕ САМООРГАНИЗАЦИИ В НЕФТЕГАЗОВОЙ ГЕОЛОГИИ

Фетисова П. А.

Научный руководитель Алексеев В. П., д-р геол.-минерал. наук, профессор
ФГБОУ ВПО «Уральский государственный горный университет»

Из хаоса возникает порядок. Казалось бы, что это нереально, но И. Р. Пригожин доказывает в своих трудах возможность возникновения порядка и организации из беспорядка и хаоса в результате процесса самоорганизации [2]. Хорошо известно, что все процессы разделяются на линейные и нелинейные. Произошла смена парадигм, когда линейная модификация сменилась на систему понятий, учитывающих индивидуальные особенности изучаемых объектов и процессов, это было названо нелинейной наукой, которая занимается открытыми системами с обратной связью, то есть процессами с особой организацией. В соответствии с этой сменой, мы попробовали рассмотреть проблемы, относящиеся к системам, характеризующиеся высокой степенью самоорганизации.

Одно из самых главных свойств нелинейных систем – способность к самоорганизации. Она не всегда явная и может быть скрытой. Геологические системы по определению самоорганизующиеся и диссипативные. При их формировании происходит рассеивание энергии, так как они являются открытыми, динамическими, состоят из большого числа компонентов (элементы, атомы, минералы, породы), развиваются в нелинейной области, далекой от равновесия. Одним из ярких представлений прогрессивной самоорганизации является система вода-порода, которая тоже может рассматриваться с перечисленных позиций [4].

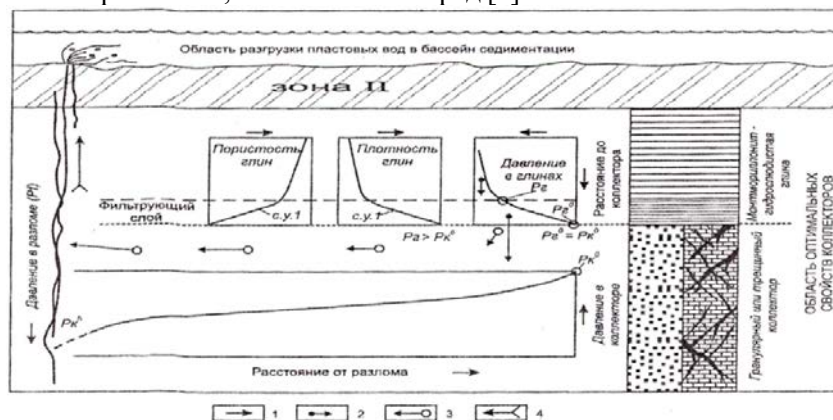
Порода квазистатична, так как из любого образца каждую секунду какой-то атом исчезает, а какой-то на него «садится». Вода – динамична, она флюид, то есть она постоянно течет, а в геологическом плане вода не находится в состоянии покоя. Вода связана с породой, и находится с ней во взаимодействии. Именно здесь мы видим, что динамика бесконечна, но в какой-то промежуток времени, который в идеале стремится к нулю, мы определяем некоторое гидростатическое равновесие [1]. Вода всегда неравновесна с одними минералами, которые она растворяет, но одновременно она равновесна с другими, которые она формирует. Противоречивый равновесно-неравновесный характер системы вода-порода определяет наличие в ней многих фундаментальных свойств. К примеру, кальцит формируется в области, далёкой от равновесия с горными породами, изначально образовавшими Землю. Это образование изучено во многих работах, в том числе [1].

В качестве примера рассмотрим разлом, описанный Н. А. Минским (рисунок 1), отражающий процесс миграции флюидов. Он показывает, как при падении проницаемости глин, они образуют флюидоупор. При этом движение подземных вод вдоль зоны разлома идёт с уменьшением давления, в результате чего происходит их дегазация. Кальцит выпадает из равновесной системы, в связи с удалением CO_2 , и запечатывает пространства разломов. Гидродинамические и гидрохимические обстановки становятся закрытыми, следовательно система переходит к равновесию. Таким образом, делается вывод о том, что реакции между твердой фазой пород и поровыми растворами находятся в равновесии [1].

Неравновесие в рассматриваемой системе определяет формирование различных вторичных минералов в строгой последовательности. При этом соотношение химических элементов во вновь формируемых минералах сильно отличается, что служит причиной резкой дифференциации химических элементов в водном растворе, нарушает характер равновесия и служит основой глобальной эволюции [3].

Система вода-порода по комплексу признаков, свойств и процессов формирует абиогенную диссипативную прогрессивно самоорганизующуюся структуру, которая возникла на самой ранней стадии развития Земли в момент появления свободной воды. Способность этой системы к прогрессивной самоорганизации определяет её как одну из фундаментальных и базовых в развитии

неорганической материи на предбиотическом этапе эволюционного становления диссипативных структур. Именно из этой системы возникло множество других, унаследовавших многие из её свойств. Сформированные в результате эволюционного развития этой системы вторичные гидрогенно-минеральные комплексы, приумножаясь, постепенно захватывали геологическое пространство, новые этажи литосферы, формировали новые геохимические среды, которые, в свою очередь, определяли образование новых минеральных фаз, влияющих на характер среды. И этот процесс геологически бесконечен. В этом суть самоорганизации в минеральном царстве, включающем зарождение, рост и пространственно-временное распространение новых структурных форм, минеральных образований, геохимических сред [4].



1 – вектор скорости движения воды в глине, 2 – вектор скорости нисходящего движения воды в глине, 3 – вектор скорости движения воды в коллекторе, 4 – вектор скорости движения воды в зоне разлома (вне масштаба)

Рисунок 1 – Схема нисходящей миграции воды в коллектор из глин [1]. Миграция вызвана появлением относительного вакуума в коллекторе по отношению к глинам, находящимся в области оптимальных коллекторов. Глины испытывают ступенчатое уплотнение (с. у. 1), которое со временем перемещается к подошве зоны II

Выводы. Нам удалось установить, что неравновесность – не источник гибели, не состояние деструкции, а, напротив, основание для становления упорядоченности, причина структурогенеза и эволюции системы в целом. Неравновесность – движущая силы эволюции, которая приводит в конечном итоге к изменению необратимых потоков энергии (и вещества), возникающих при стремлении к равновесию эволюционирующих открытых систем. С рассматриваемых позиций неравновесно-равновесный характер системы вода-порода выступает главным фактором эволюции минерального вещества, многообразных процессов его самоорганизации и саморазвития.

Исследование равновесия подземных вод нефтегазоносных бассейнов с горными породами – важная проблема, решение которой обеспечит переход нефтегазовой геологии на новый этап развития.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Минский Н. А. Литофизическая зональность осадочного чехла платформ и её влияние на распределение месторождений нефти, газа и гидротермальных руд. – М.: ГЕОС, 2007. 149 с.
2. Пригожин И., Стенгерс И. Порядок из хаоса. Новый диалог человека с природой. – М.: Прогресс, 1986. 431 с.
3. Шварцев С. Л. Равновесие подземных вод нефтегазовых бассейнов с вмещающими горными породами как фундаментальная проблема гидрогеологии // Томский филиал Института нефтегазовой геологии и геофизики СО РАН, Томск. 2003.
4. Шварцев С. Л. Основные процессы и механизмы эволюционного развития системы вода-порода // Гидрогеология и инженерная геология. Известия Томского политехнического университета. 2007. Т. 311. № 1. С. 103-113.

КОЛЛЕКТОРСКИЕ СВОЙСТВА ПОРОД ПЛАСТА ПК₁ В ГЫДАНСКОЙ ПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ СКВАЖИНЕ № 130

Маркова Е. Б.

ОАО «Научно-производственный Центр по сверхглубокому бурению
и комплексному изучению недр Земли»

Гыданская параметрическая скважина, находящаяся в Уральском Федеральном округе, на территории Тазовского района Ямало-Ненецкого автономного округа Тюменской области № 130 начата бурением в 2013 г. В тектоническом отношении скважина расположена на севере Западно-Сибирской плиты в пределах восточной части Ямало-Гыданской синеклизы.

Рассматриваемая Гыданская газонефтеносная область (ГНО) изучена слабо в сравнении с окружающими ее территориями. Гыданская ГНО – самая северная и труднодоступная область суши Западно-Сибирской мегапровинции. Хотя на территории Гыданского полуострова пробурено свыше 150 скважин, большинство из них достигли только неокома, а методы проведенных исследований недостаточно информативны. Это и послужило причиной накопления сравнительно небольшого объема геолого-геофизической информации о строении и газонефтеносности исследуемой территории.

На севере Западной Сибири выделяется 7 нефтегазоносных комплексов: *палеозойский, нижне-среднеюрский, верхнеюрский, ачимовский, неокомский, апт-альб-сеноманский и надсеноманский*. Характерная для Западной Сибири газсалинская пачка кузнецовской свиты на Гыданском полуострове не выделяется; разрез свиты представлен только глинистыми отложениями, образующие региональный флюидоупор.

Что касается верхов апт-альб-сеноманского комплекса, на месторождениях Гыданской ГНО выявлены залежи в группах пластов ПК, коллекторами являются песчаники и алевролиты. На **Гыданской** и **Антипаютинской** площадях выявлены газовые залежи в пласте ПК₁. По данным фондовых материалов, эффективная газонасыщенная толщина ($h_{эф}$) на Антипаютинском месторождении составляет 10,6-29,6 м, среднее значение открытой пористости (φ_{cp}) – 30,3%, коэффициент газонасыщенности (K_r) – 68,2 %. На **Геофизическом** месторождении залежь пласта ПК₁ является самой крупной по запасам газа, $h_{эф}$ – от 22,8 до 32,4 м, φ_{cp} – 29,7%, K_r – 67,7%. На **Минховском** месторождении $h_{эф}$ пластов группы ПК – от 2,8 до 10,8 м, φ_{cp} – 24,3-24,5%, K_r – 50-57 %. На **Тотаяхинской** площади $h_{эф}$ – от 9,2 до 26,0 м, φ_{cp} – 33,6%, K_r – 78,2 %. В пластах группы ПК на **Саламановском (Утреннем)** месторождении $h_{эф}$ – от 1,8 до 9,0 м, φ_{cp} – 20-27%, K_r – 65-70%.

В разрезе Гыданской-130 параметрической скважины выделены пласты группы ПК (ПК₁₋₈) в интервале глубин от 827,0 до 1356 м. Пласт ПК₁ вскрыт в интервале 827,0 – 923,5 м, и из верхней его части отобран керн в интервале 824,4 – 844,74 м. Исследуемый горизонт литологически неоднороден по разрезу скважины. Пласт представлен песчано-алевритовыми породами. В верхней части залегают алевролиты глинистые, с включениями слюды, сульфидов и углефицированного растительного детрита. Алевролиты вниз по разрезу сменяются алевропесчаниками глинистыми тонко-, мелкозернистыми, с включениями углефицированного детрита, в одном из образцов отмечаются включения янтаря. Наблюдаются ходы илоедов разной направленности, с преобладающей длиной 4-7 мм и толщиной до 1,5 мм. Алевропесчаники подстилаются слабосцементированными песчаниками и песками. По пласту с разной интенсивностью встречаются подчиненные прослои аргиллитов. Слоистость косая срезанная, волнистая. Породы полевошпат-кварцевого олигомиктового состава с цементом глинистого и карбонатно-глинистого состава контактово-порового типа. Зерна обломочного материала угловато-окатанной и угловатой формы. Пористость алевропесчаников, измеренная по керну на станции ГТИ, изменяется от 11,5 до 39,3%. В лаборатории ОАО «КамНИИКИГС» определены значения пористости и проницаемости для шести образцов пласта (таблица 1), которые использованы для идентификации петрофизических классов коллекторов.

В настоящее время набирает популярность метод выделения коллекторов на основе концепции гидравлических единиц потока¹, выражающейся в комплексном параметре *FZI* (Flow zone indicator), который рассчитывается по формуле: $FZI = 0,0314 \cdot \frac{1-\varphi}{\varphi} \cdot \sqrt{\frac{k}{\varphi}}$, где 0,0314 – коэффициент для промышленной системы единиц (мД), φ – пористость, k – проницаемость (мД). Петрофизические классы коллекторов (*HU* от 1 до 10) определяем по графику на основе выделения гидравлических единиц потока.

Таблица 1 – Пористость и проницаемость пород пласта ПК₁

Глубина, м	Литология	φ , %; k , 10^{-3} мкм ²	$\frac{FZI}{HU}$
827,1	Аргиллит серый, тонкослоистый, слабой крепости, тонкопористый	$\frac{22,7}{1,09}$	$\frac{0,23}{3}$
827,8	Песчаник полевошпат-кварцевый олигомиктовый серый, мз, зерна слабоокатанные, плохотсортированные, массивный, цемент глинистый порового типа, слабой крепости, пористый.	$\frac{35,4}{316}$	$\frac{1,71}{6}$
828,5	Алевропесчаник полевошпат-кварцевый олигомиктовый серый, кмз, зерна слабоокатанные, средней отсортированности, массивный, цемент карбонатно-глинистый контактово-порового типа, слабой крепости, пористый.	$\frac{34,1}{245}$	$\frac{1,63}{6}$
829,7	Алевролит песчанистый полевошпат-кварцевый олигомиктовый серый, кз, зерна слабоокатанные, средней отсортированности, массивный, цемент карбонатно-глинистый контактово-порового типа, слабой крепости, пористый.	$\frac{33,3}{122}$	$\frac{1,20}{5}$
830,4	Алевролит песчанистый полевошпат-кварцевый олигомиктовый серый, мкз, зерна слабоокатанные, средней отсортированности, массивный, цемент карбонатно-глинистый контактово-порового типа, слабой крепости, пористый.	$\frac{36,6}{63,2}$	$\frac{0,71}{5}$
831,5	Алевролит сидеритизированный темно-серый с коричневатым оттенком, мз, слоистость косо-волнистая, коррозионный карбонатный цемент замещения, крепкий, неравномерно тонкопористый, ходы илоедов.	$\frac{5,30}{0,0019}$	$\frac{0,11}{1}$

Гидравлическая единица коллектора позволяет выделить классы пород с близкой характеристикой порового пространства. Существует ограниченное число типов коллектора, которые характеризуются уникальным средним значением *FZI* конкретно для исследуемого объекта. Чтобы определить число таких типов коллекторов и границы *FZI* для каждого из них, важно иметь гораздо большее количество значений параметров пористости и проницаемости. Выделение классов коллекторов неотъемлемо связано с изучением структуры и строения порового пространства пород, зависящего от условий осадкообразования и диагенеза, а значит необходимо проводить литолого-фациальный анализ, который позволит определить обстановку седиментации, и оценивать масштаб постседиментационных процессов, влияющих на структуру порового пространства пород.

Анализ выявленных залежей на территории Гыданской НГО в разрезе апт-альб-сеноманского НГК показывает, что крупные по запасам газа залежи приурочены к сеноманскому подкомплексу, преимущественно к пласту ПК₁. Литологическая неоднородность пласта выражена во внешних (фация: осадок+условия) и внутренних (строение пустотного пространства пород, обусловленное постседиментационными изменениями) его свойствах. Например, в образце с глубины 831,5 м заметное ухудшение коллекторских свойств связано с карбонатизацией пород. Проведенные исследования указывают на то, что для изучения литолого-фациальной неоднородности отложений недостаточно только данных, полученных путем интерпретации материалов ГИС и лабораторных анализов пород. Важно применять комплексный подход в обработке исходного массива информации, позволяющий детально прогнозировать участки с высокими коллекторскими свойствами в разрезе и по площади.

¹ Кошовкин И. Н., Белозеров В. Б. Отображение неоднородностей терригенных коллекторов при построении геологических моделей нефтяных месторождений // Известия Томского политехнического университета. 2007. Т. 310. № 2. С. 26-32.

ЛИТОЛОГО-ФАЦИАЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОТЛОЖЕНИЙ АБАЛАКСКОЙ И ТЮМЕНСКОЙ СВИТ ПРИОБСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Вохминцева А. В.

Научный руководитель Алексеев В. П., д-р геол.-минерал. наук, профессор
ФГБОУ ВПО «Уральский государственный горный университет»

Важной частью всех палеогеографических реконструкций для терригенных отложений является анализ гранулометрического состава пород, т.к. особенности распределения частиц по размерам являются индикаторами динамики среды седиментации. Отсюда С. И. Романовским сформулирована основная задача гранулометрии в седиментологии: «по набору эмпирических характеристик (в частности, оценок параметров распределения гранулометрического состава) восстановить обстановку или условия осадконакопления» [3].

Объектом представленной работы являются породы абалакской и тюменской свит, отобранные из скв. 602 Приобского месторождения.

Цель данной работы – определение генезиса и установление гранулометрического и петрографического состава пород Приобского месторождения.

В рамках данной цели поставлены следующие задачи: ознакомление с месторождением; макроскопическое описание образца керна; микроскопическое исследование в шлифе; интерпретация результатов.

Из скважины 602 Приобского месторождения было исследовано 2 образца керна с разных глубин.

Отложения абалакской и тюменской свит представлены тонкозернистыми песчаниками.

– Образец № 1 (рисунок 1) Интервал отбора: 2791-2803 м (0,7 м от конца интервала). Песчаник полимиктовый тонкозернистый с гидрослюдисто-глинистым цементом, слабобитуминизированный. Песчаник сложен, главным образом, зернами размером 0,04-0,07 мм. Сортировка средняя. Обломочная часть занимает 75 % от общей части. Состав обломочной части полимиктовый. Главными компонентами являются: кварц 60 %, слюда 4 %, ПШ 30%, битум 5%, акцессорные минералы 1 %. Встречаются редкие зерна пирита. Цемент глинистый, гидрослюдистый, распространен неравномерно.

– Образец № 2 (рисунок 2). Интервал отбора: 2803- 2815 м (1,15 м от конца интервала). Песчаник полимиктовый тонкозернистый с глинисто-карбонатным цементом. Песчаник сложен зернами размером в среднем 0,04-0,08 мм. Сортировка средняя. Обломочная часть занимает 60 % от общей части и имеет следующий состав (%): кварц – 50, ПШ – 35, слюда – 5, обломки пород – 7, битум – 3. Цемент (40 %) глинисто-карбонатный.



Рисунок 1 – Образец № 1



Рисунок 2 – Образец № 2

В шлифах определялся минералого-петрографический состав песчаников, устанавливались содержание и состав цементирующего материала, взаимоотношения между зёрнами и цементом [2]. По шлифам было подсчитано 314 зерен (шлиф № 1) и 340 зерен (шлиф № 2). На рисунках 3 и 4 представлены фотографии шлифов в параллельных и скрещенных николях.

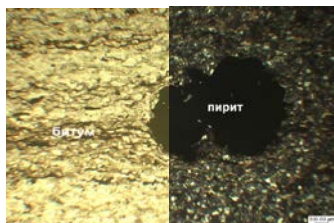


Рисунок 3 – Шлиф № 1

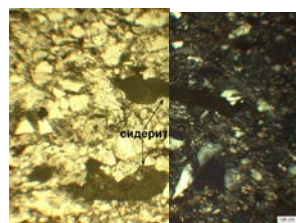


Рисунок 4– Шлиф № 2

По классификации В. Н. Шванова (1987) изучаемые породы по составу относятся к аркозам и граувваковым аркозам.

Определение гранулометрических параметров изучаемых пород использовалось для построения гистограмм и кумулятивных кривых, которые представлены на рисунке 5, а также для уточнения фациальных условий формирования отложений месторождения.

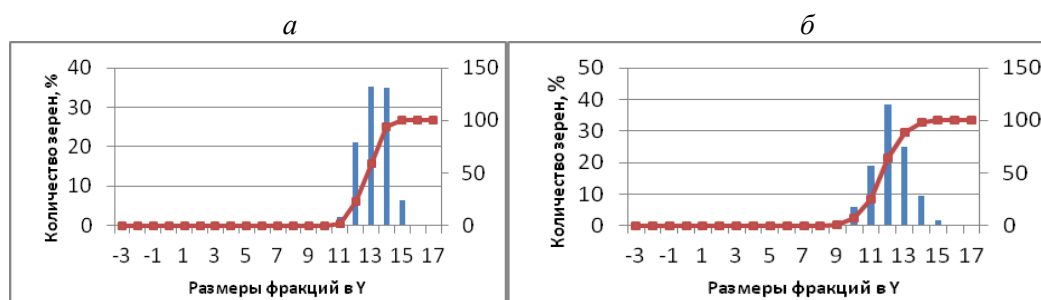


Рисунок 5 – Гистограммы распределения зерен по фракциям и кумулятивные кривые шлифа 1 (а) и шлифа 2 (б)

После проведения детальных исследований подтвержден вывод об условиях накопления отложений, сделанный при макроописании. Данные песчаники относятся к континентальной группе, озерной подгруппе, фации алеврито-песчаных осадков открытого подвижного мелководья [1].

Полученным данным как минимум не противоречат и данные гранулометрических исследований. Отложения абалакской и тюменской свит представлены тонкозернистыми песчаниками.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Алексеев В. П. Литолого-фациальный анализ: учебно-методическое пособие к практическим занятиям и самостоятельной работе по дисциплине «Литология». – Екатеринбург: Изд-во УГГА, 2002. 147 с.
2. Алексеев В. П., Носова Н. С. Методы исследования осадочных пород: методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Формационный анализ». – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2013. 66 с.
3. Романовский С. И. Седиментологические основы литологии. – Л.: Недра, 1977. 408 с.

РАЗРАБОТКА ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ЭКСКУРСИОННОГО МАРШРУТА ПО ГУМШЕВСКОМУ МЕСТОРОЖДЕНИЮ И СОЗДАНИЕ МИНЕРАЛЬНОГО КАДАСТРА

Федоров С. А.

Научный руководитель Шагалов Е. С., канд. геол.-минерал. наук, доцент
ФГБОУ ВПО «Уральский государственный горный университет»

Гумшевское месторождение медных руд – одно из старейших на Урале. Его история прослеживается ещё с бронзового века, периодически возобновляется в раннем железном веке, а с середины II в. до н. э. здесь велась разработка богатой за счёт вторичного обогащения и мощной (до 30-35 м) зоны окисления медно-сульфидных руд. Рудник был основан в 1709 году на базе Гумшевского месторождения, открытого в 1702 году уральскими рудознатцами Сергеем Бабиным и Кузьмой Сулеевым [2]. Месторождение расположено в 1 км к северу от г. Полевского Свердловской области.

Геологическое строение месторождения определяет контакт мрамора с диоритом. В меридиональном направлении здесь простирается широкая полоса мрамора. Месторождение имеет первичное сульфидное оруденение в скарновых зонах, развитых на большом протяжении вдоль западного и восточного контактов узкого меридионального интрузива кварцевых диоритов, который прорывает вдоль осевой плоскости брахиантиклинальной складки нижнедевонские известняки. Интрузив кварцевых диоритов падает к востоку под углом 65-85°. Сопровождается многочисленными апофизами и жильной серией, представленными, в основном, диоритовыми порфиритами. Залежь окисленных руд, представленная вторичными минералами меди в глинах, образовавшимися в результате выщелачивания и выветривания первичных руд, диоритов, известняков. Глины рыхлые, пластичные, охристые, красно-лиловые, красно-бурые и беловатые, пропитанные медью. Они лежат прямо под тонким слоем чернозёма и заполняют карстовую полость. Россыпи малахита встречались здесь, начиная с верхних горизонтов. Но особенно богаты ими были нижние части залежи, расположенные близ мраморного «плотика», подстилающего залежь, и на самой мраморной поверхности [1].

Для популяризации краеведения был составлен геологический маршрут к практически единственному сохранившемуся и доступному месту – капитальной шахте. Протяженность этого маршрута составляет 2 км. Начальная точка находится на остановке Малышева: доехать до нее можно на автотранспорте по шоссе Екатеринбург-Полевской (южная часть города) до этой остановки, либо на автобусе № 145 до АВ Полевского и затем на маршруте № 12, № 106 доехать до данной остановки. От остановки «Малышева» двигаемся по дороге на предприятие ОАО «Гидромедь». После пересечения железной дороги через 60 м слева находится перерытая, поросшая дорога. По ней нужно пройти около 100 м – и вы на территории отработавшей капитальной шахты. На аэроснимке маршрут показан черным цветом (рисунок 1).

Рисунок 1 – Маршрут на Гумшевское месторождение

Было выделено 3 точки наблюдения на данной территории. Первая точка наблюдения (координаты: $56^{\circ}27'55.02''C$ и $60^{\circ}11'33.03''B$) находится прямо напротив развалин (в 20 метрах от них), практически рядом с дорогой, уходящей к разрушенным административным корпусам. Там, в сохранившихся небольших отвалах, можно найти следующие минералы: пирит, кальцит, халькопирит, магнетит, гранат андрадит-гроссулярового ряда, клинохлор, борнит, изредка блеклые руды, актинолит, эпидот, клиноцоизит и др. Среди пород можно найти: диорит, скарн гранатовый и эпидотовый, мрамор, жильный кварц, амфиболиты и др. Вторая точка наблюдения (координаты: $56^{\circ}27'53,87''C$ и



60°11'31,64"В) находится непосредственно возле развалин административного корпуса капитальной шахты, рядом с грунтовой дорогой, уходящей на «Уралгидромедь». Здесь в отвалах можно встретить, по большей части, гранатовые и гранат - эпидотовые скарны и сопутствующие этим породам минералы. Третья точка наблюдения находится за развалинами зданий (координаты: 56°28'02.25"С и 60°11'32.97"В). По сохранившейся асфальтированной дороге нужно пройти возле полуразрушенных строений по дороге, о которой говорилось на 1 точке наблюдения, и через метров 250 можно увидеть шурфы, глубиной 1,5-2 метра, с отсыпанным рядом из них грунта. В них можно найти следующие минералы: малахит, хризоколла, гетит, медь самородная, куприт, халцедон, азурит, лепидокрокит, кальцит, доломит, редко сфалерит.

Для минералов, вызывавших затруднение в определении по внешним признакам, были проведены рентгеноструктурный и микрозондовый анализы. Последний проводился в основном для минералов, являвшихся тонкозернистыми массами. Рентгеноструктурному анализу подверглись 4 минерала. По результатам анализа были составлены 3 сравнительные расчетные рентгенограммы (1 минерал был аморфным, поэтому невозможно было сделать расчеты по его рентгенограмме), по которым были определены следующие минералы: малахит, хризоколла, гетит.

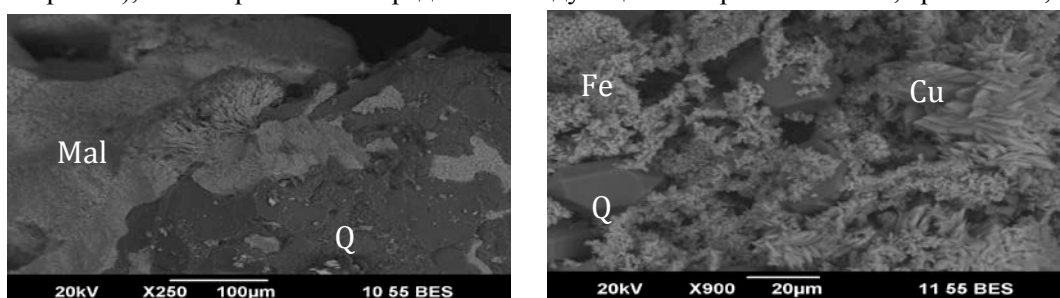


Рисунок 2 – Изображение минералов коры выветривания в обратно рассеянных электронах

По результатам микрозондового анализа можно сказать, что среди малого количества исследуемых образцов в микроскопическом виде мы наблюдаем достаточно большое количество минералов: кварц, малахит, самородная медь, хризоколла, куприт, пирит, сфалерит, гетит, минералы группы серпентина, кальцит, доломит, Mn минералы, калиевые полевые шпаты, олигоклаз, серицит и др. Примером может служить рисунок 2: на снимке слева мы наблюдаем корочку из игольчатых кристаллов малахита (Mal) на кварце (Q), а на правом – кристаллы новообразованного кварца (Q), покрытые корочками мелких кристаллов окислов меди (Cu) и гидроокислов железа (Fe). Тем самым мы увидели, как выглядят образцы минералов в макроскопическом и микроскопическом виде. По рентгеноструктурному и рентгеноспектральному микроанализу мы различили тонкозернистые агрегаты малахита и хризоколлы (в некоторой степени схожи макроскопически), определили порошковидный гетит, где подозрение падало сначала на ярозит (пока нами не найден на месторождении).

Проделав данную работу по изучению минералогии Гумешевского рудника, было начато составление кадастра минералов этого классического медно-скарнового месторождения. Среди отобранных образцов нами установлено 23 минеральных вида, а по изученным некоторым историческим данным мы насчитали порядка 50 минеральных видов, и этот список с изучением литературы по данному месторождению увеличивается.

На Гумешевском месторождении даже на сегодняшний день можно немало интересных минералов. Зона окисления же этого месторождения дает нам большое количество вторичных минералов, часть которых мы изучили. Это место до сих пор остается интересным для геологов и любителей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Поисквые признаки и прогнозная оценка месторождений на Урале / Г. Н. Вертушков, Т. Ю., Веретенникова В. Н. Авдонин [и др.]. — Свердловск: Свердловский горный институт, 1974.
2. Гумешевский рудник. URL: http://ru.wikipedia.org/wiki/Гумешевский_рудник (дата обращения: 2.03.2014).

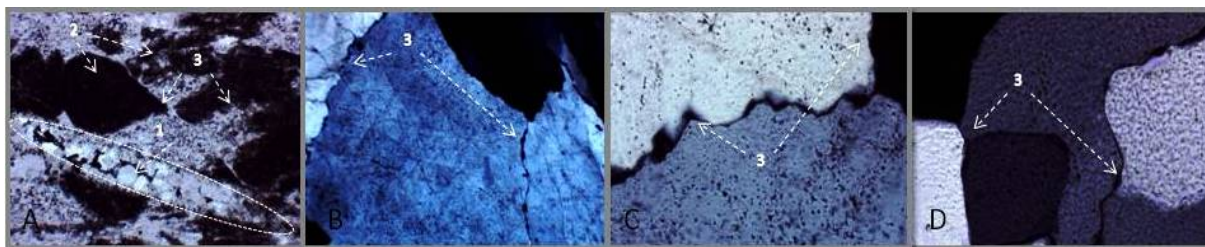
ИССЛЕДОВАНИЕ СТЕПЕНИ ИЗМЕНЕНИЯ КВАРЦИТОВ МЕТОДАМИ ПЕТРОГРАФИИ И РЕНТГЕНОВСКОЙ ДИФРАКЦИИ

Разва О. С.

Научный руководитель Коровкин М. В., д-р физ.-мат. наук, профессор
ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет»

С каждым годом для научно-технического прогресса увеличивается нехватка чистого кварцевого сырья. Оценка качества и перспектив в дешевом, но относительно высококачественном кварцевом сырье. Наиболее перспективными источниками чистого кварцевого сырья в Сибири, являются кварциты Антоновской группы месторождений (Сопка-248 и Белокаменка) в Кемеровской области [1, 2], месторождение суперкварцитов Бурал-Сарьдаг (Республика Бурятия), не уступающие по своему качеству гранулированному кварцу например, из Малокутулахского месторождения (Иркутская область) [3].

В связи с этим возникает ряд задач включающие в себя степень изменения кварца к их чистоте, и какими методами это определить. Нами была исследована петрографическая, минералогическая характеристика пород, а также был проведен рентгеноструктурный анализ кварцитов месторождений.



- A – месторождение Сопка-248, микрокварцит (увеличение 50, без анализатора);
B – месторождение Белокаменка микрокварцит (увеличение 50, с анализатора);
C – суперкварцит месторождения Бурал-Сарьдаг (увеличение 110, без анализатора);
D – гранулированный кварц Малокутулахского месторождения (увеличение 110, без анализатора); 1 – микротрещины залечивания вторичным кварцем;
2 – первичные (реликтовые) зерна кварца; 3 – границы кварца и их перекристаллизации

Рисунок 1 – Микрофотографии образцов

Кварциты Антоновской группы месторождений («Сопка-248» и Белокаменка) представляют собой мелкокристаллические кварциты с секущими прожилками кварца. Структура породы равномерно- и неравномерно-зернистая, зубчатая и мозаичная значительно более крупнозернистый гранобластовый (от сотен долей до первых мм). Мощность жилков от тонких нитевидных до нескольких сантиметров. Ориентировка жилков кварца беспорядочная, иногда субпараллельная согласно ориентировке тонкозернистого кварца. Зерна кварца имеют вытянутую или изометричную форму, окатанные или угловатые. Цемент пород железистый, кремнистый, поровый и пленочный. Некоторые зерна кварца подверглись регенерации, в виде микростилолитовых швов, параллельных, разноориентированных, перистых или пересеченных образований (рисунок 1, А, В).

Суперкварциты месторождения Бурал-Сарьдаг сложены более крупными зернами с удлиненными порфиридовидными включениями, субпараллельная ориентировка которых свидетельствует об их формировании (перекристаллизации) в условиях длительного динамического стресса. Встречаются регенерированные обломки кварца. Порода полностью состоит из кварца, с редким включением серицита и карбонатных минералов. Цемент заполнения пор представлен обломками кварца, глинистыми частицами, серицитом, и карбонатами. Слабоизмененные кварциты представляют собой изначально химически чистую

хемогенно-осадочную толщу. Местами заметно повторное нарастание (регенерация) зерен кварца, что распознается по тонкой пленке серовато-бурого цвета, которая окружает зерна. На периферии зерен кварц второй генерации чист и прозрачен (рисунок 1, С).

Гранулированный кварц Малокутулахского месторождения был подвергнут процессам растворения вследствие прохождения по межзерновым границам минералообразующих растворов. Вследствие воздействия на кварцевые жилы механических деформаций образовались малоугловые и большеугловые деформации, границы между зернами являются прямыми и имеют тройные точки переходов (динамическая перекристаллизация). В основном полигональная структурированная структура кварца с извилистыми границами зерен (рисунок 1, D).

Нами сделано предположение, что оценку степени преобразования кремнистой толщи возможно провести путём определения индекса кристалличности K_i методом рентгеновской дифракции [1, 2], который впервые был предложен в работах *Murata & Norman* [4]. Измерения проводились на дифрактометре X[»]Pert PRO. Значения интенсивности пика при $2\theta = 67,77^\circ$ использовались в предложенной *Murata & Norman* формуле: $K_{ci} = 10 F a/b$, где F – коэффициент масштабирования, принятый нами за 1 (рисунок 2).

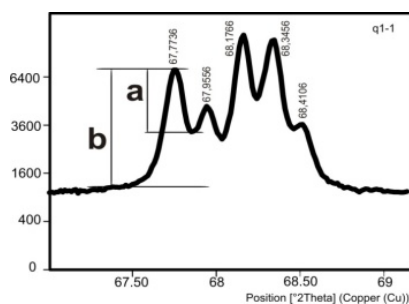


Рисунок 2 – Квинтиплетный пик в области $67^\circ \dots 69^\circ$ на рентгеновской дифрактограмме, используемый для расчёта индекса кристалличности кварцитов по методу *Murata & Norman*

Мелкокристаллические кварциты месторождения «Сопка-248», характеризуются расчётными значениями индекса кристалличности 2.88. С глубиной, а также от центральных участков рудного тела к периферии кварциты изменяют значения до 5.38...6.67. Расчётные значения индекса кристалличности в пределах 4.65...6.7 соответствуют высокочистым кварцитам месторождения «Белокаменка». Суперкварциты месторождения Бурал-Сарьдаг характеризуются высокими значениями индекса кристалличности 7.1...7.8. Образцы гранулированного кварца Малокутулахского месторождения отличаются наиболее высокими значениями индекса кристалличности ($K_{ci} = 8.4 \dots 8.7$).

Наши исследования опираются на классический петрографический метод и метод рентгеновской дифракции, с помощью которых попытались интерпретировать сложный процесс преобразования кварцевого сырья путём определения значения индекса кристалличности. По результатам эксперимента, гранулированный кварц имеет самые высокие значения индекса кристалличности, что предположительно можно связать с динамической перекристаллизацией.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Korovkin M. V., Ananjeva L. G., Nebera T. S., Razva O. S. Crystallinity Index Identification of Quarzites by X-ray Diffraction Method // Crystallogenes and Mineralogy : Abstracts of the III International Conference, Novosibirsk, 27 September-1 October 2013. – Novosibirsk: Publishing House of SB RAS, 2013. Pp. 176-177.
2. Разва О. С., Коровкин М. В., Ананьева Л. Г., Небера Т. С. Определение индекса кристалличности кварцитов методом рентгеновской дифракции // Фундаментальные и прикладные науки сегодня, Москва, 19-20 декабря 2013. – 2013. № 2. С. 18-20.
3. Немчинова Н. В., Клец В. Э. К вопросу о рациональном использовании кварцевых месторождений Восточной Сибири // Фундаментальные исследования. 2004. № 5. С. 48.
4. Murata K. J., Norman II M. B. An index of crystallinity for quartz // American Journal of Science. 1976. V. 276. P. 1120-1130.

ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЙ ПРИПОВЕРХНОСТНЫХ УГЛЕВОДОРОДНЫХ ФЛЮИДОВ В ПРЕДЕЛАХ НЕФТЕГАЗОНОСНЫХ ПРОВИНЦИЙ

Паняк С. Г., Шинкаренко И. В.
ФГБОУ ВПО «Уральский государственный горный университет»

Изучение закономерностей распределения глубинных газовых эманаций углеводородов проводилось на потенциально перспективных участках нефтегазоносных провинций Западной Сибири и Поволжья. Пробы газов отбирались на отдельных компактных участках по специальной методике с последующим газохроматографическим разделением в лаборатории г. Элктон (США). Точность измерений выражена в нанограммах, количество соединений достигало максимума. Определялись не только основные компоненты природных газов, но и их производные. Среди них алканы, изоалканы, циклические, ароматические и полициклические соединения, а также побочные продукты – алкены, альдегиды, биогенные соединения и другие. Общее количество определяемых соединений достигает 82. Проверка показала высокую чувствительность и достоверность аналитических данных. Глубинные флюиды фиксируются специальными сорбентами, способными ограничивать влияния поверхностных факторов. Применяемые специальные методики позволяют производить отбраковку загрязненных грунтовыми примесями проб.

Геохимически исследовано несколько участков, расположенных в пределах потенциально нефтегазоносных площадей. На них ранее, как правило, была пробурена минимум одна продуктивная скважина, геохимический фон которой используется как основной признак перспективности окружающих площадей.

Изучение законов распределения углеводородов показало, что фактически на всех участках эмпирические распределения аппроксимируются логнормальным законом. Модальные значения в таком случае смещены влево в сторону низких содержаний. Подобные распределения могут рассматриваться как признак рассеивания, диссипации химического соединения, а не его концентрации¹. Этому закону подчиняются распределения микросистем в таких природных макросистемах, в которых процессы протекают в соответствии со вторым началом термодинамики (статистической термодинамики) и сопровождаются увеличением энтропии. Со временем эти процессы приводят к метастабильным равновесиям, а дисперсия содержаний в таких случаях постепенно снижается, что в свою очередь может рассматриваться как признак угасания их динамики. Наличие высокоэнтропийных систем с низкими (фоновыми) значениями дисперсии могут лежать также в основе отрицательных оценок нефтегазоносности, что, как правило, остерегаются делать исследователи. Однако это обстоятельство должно учитываться заказчиком при определении перспективных участков для последующих буровых работ.

Следует отметить также, что в большинстве случаев кривые распределения фактически всех химических соединений обладают би- и полимодальными распределениями. Нередко отмечалась дискретность содержаний, что однозначно свидетельствует о наличии структурных неоднородностей исследуемых площадей. Это утверждение подтверждается также наличием «ураганных проб», сконцентрированных на отдельных, как правило, линейных участках. Обычно «ураганные пробы», или резко повышенные концентрации, фиксируются для всей совокупности определяемых углеводородов, что может служить лишним подтверждением высокой надежности лабораторных анализов. В случае наличия структурных и геофизических карт фиксируется отчетливая приуроченность «ураганных проб» к разрывным дислокациям коры. К сожалению, количество ураганных проб недостаточно для достоверного определения

¹ Паняк С. Г. Логнормальные распределения параметров природных систем как отражение второго начала термодинамики // ДАН СССР. 1988. Т. 300. № 4. С. 957-960.

законов распределения углеводородов в линейных зонах, на отдельных фрагментах кривых наблюдается отчетливое отклонение от логнормальной модели, что может свидетельствовать о повышенной активности глубинных флюидов, возможной их концентрации, наличии промышленных залежей. В случае подтверждения распределений типа 1- λ , которые представляют собой зеркальное отображение логнормальной кривой, можно было бы говорить об активной концентрации углеводородов в данной структуре. Подобное обстоятельство могло бы служить убедительным свидетельством нарастающего глубинного притока углеводородов, а также перспектив участка.

При необходимости оценки перспектив площади по латерали «ураганные пробы» должны учитываться отдельно, исключены из генеральной выборки. В противном случае затушевывается дисперсия (оценка дисперсии) остальной совокупности, так как в линейных структурах они превышают аналогичные параметры на 2-3 порядка. В этом случае дисперсии содержаний компонентов автоматически переводятся в «фоновый режим» с последующей отрицательной оценкой перспектив.

С учетом того обстоятельства, что промышленные залежи как правило локализуются в ловушках (антиклинальных структурах), перекрытых относительно непроницаемыми породами, такие месторождения зачастую не могут идентифицироваться резко повышенными содержаниями углеводородов. Поэтому при упомянутых геохимических поисках для разбраковки полей используются различные виды математических и статистических анализов (кластерный, дискриминантный, метод главных компонент и др.). В заключение отметим, что максимального успеха такие исследования могут быть достигнуты в случае их комплексирования с предшествующими геолого-геофизическими работами.

ОБРАБОТКА ЭЛЕКТРОПРОФИЛИРОВАНИЯ ВЕЙВЛЕТ-АНАЛИЗОМ НА ПРИМЕРЕ РАБОТ МЕТОДОМ СЭП В НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ

Коробейников А. Ю.

Научный руководитель Редозубов А. А., д-р геол.-минерал. наук, профессор
ФГБОУ ВПО «Уральский государственный горный университет»

Задачи электропрофилеирования заключаются в изучении разреза с крутопадающими границами. В настоящее время при обработке и интерпретации геофизических данных все большее значение приобретает вероятностно-статистический подход. Это связано с характерной особенностью геофизических наблюдений, заключающейся в том, что полученные в отдельных точках данные следует рассматривать как случайные события. Одним из современных способов обработки является вейвлет-анализ [2].

С целью проектирования средств электрохимической защиты от коррозии трубопровода в Новосибирской области были проведены измерения удельного электрического сопротивления грунта установкой Веннера на разносах между электродами 2 и 5 м.

В геологическом отношении район работ сложен несколькими стратиграфическими подразделениями и представлен породами палеозойской, мезозойской и кайнозойской эратема. Иногда границы подразделений осложнены тектоническими нарушениями (рисунок 1).

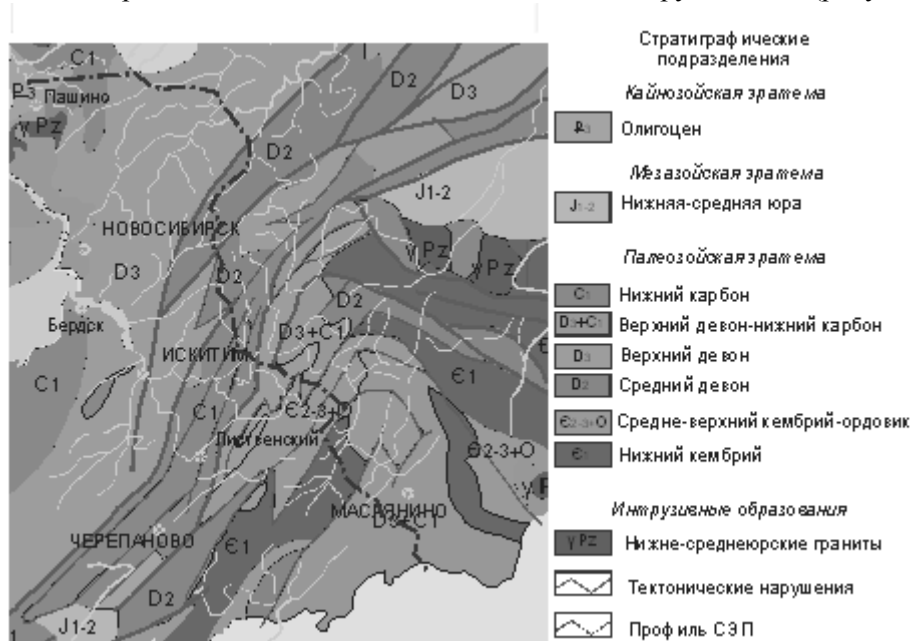
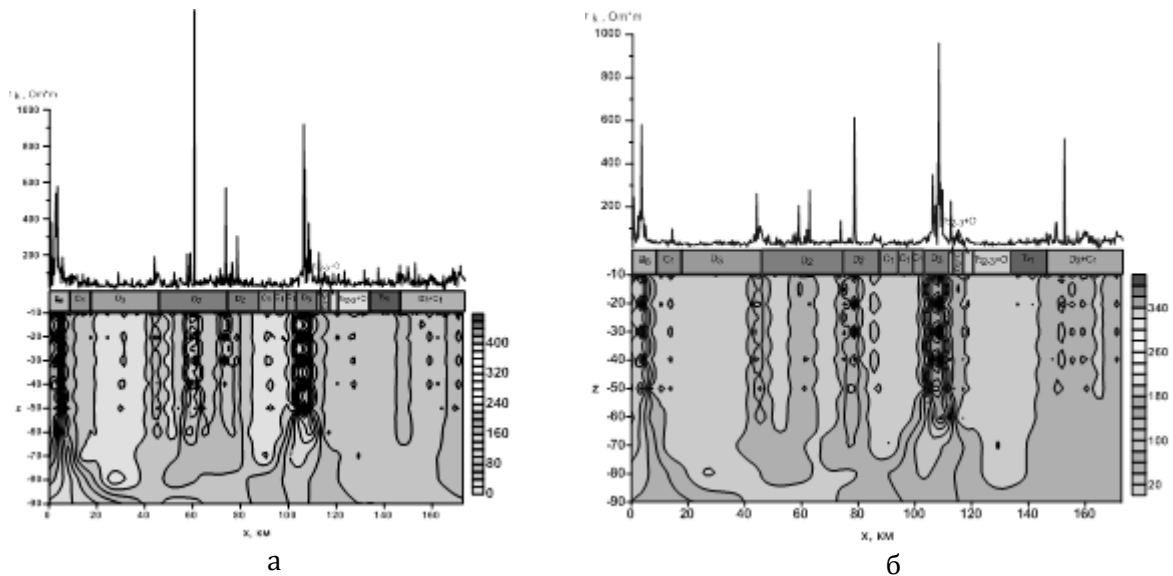


Рисунок 1 – Схематическая геологическая карта района работ по материалам ВСЕГЕИ

Различная история геологического развития отдельных крупных геологических структур территории работ позволяет произвести достаточно четкое геологическое районирование и выделить здесь следующие геологические районы: Колывань-Томская складчатая зона, Горловский прогиб, Салаир [1, 3].

По результатам вейвлет-разложения выполненного в пакете Matlab кажущегося удельного сопротивления измеренного установкой Веннера на разносе 2 м четко выделяется две зоны связанные с «контактом» пород, также данные зоны прослеживаются и по результатам измерений на разносе 5 м (рисунок 2, а, б).



а – СЭП с установкой Веннера на разносах 5 м; б – СЭП с установкой Веннера на разносах 2 м

Рисунок 2 – Результат работ СЭП и вейвлет разложения

По двум тектоническим зонам, выделенным по результатам вейвлет-разложения, можно сделать предположения о границах крупных геологических структур. Кольвань-Томская складчатая зона присутствует в начале профиля и представлена в верхней части разреза породами олигоценевого возраста. Далее с пород нижнего карбона и до второй зоны, выделенной на плане вейвлет-разложения, простирается горловский прогиб, представленный породами верхнего, среднего девона и нижнего карбона. После второй зоны, начиная с пород средне-верхнего кембрий-ордовика, простирается территория Салаира, которая представлена верхним девонем, нижним карбоном, средне-верхним кембрий-ордовиком и нижним кембрием.

Выводы. По результатам вейвлет-анализа кажущегося удельного сопротивления находят отражение крупные геологические структуры. Далее, выделив крупные блоки в рассмотрении можно включить более мелкие, но представляющие интерес в геологическом картировании, блоки, которые также выделяются на планах вейвлет-разложения. Особенно четко на планах отражаются контакты пород и зоны тектонических нарушений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Геология СССР. Том XIV / Под. ред. А. В. Сидоренко. – М: Недра, 1967. 652 с.
2. Никитин А. А. Теоретические основы обработки геофизической информации. – М.: Недра, 1988. 337 с.
3. Белкин А. Д. Геологическое строение Новосибирской области. Полезные ископаемые, породы и минералы [Электронный ресурс]. URL: <http://www.rgo-sib.ru/science/18.htm>.

МОДЕЛИРОВАНИЕ МАГНИТНОГО ПОЛЯ ЗОЛОТОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Хацкевич Б. Д.

Научный руководитель Виноградов В. Б., канд. геол.-минерал. наук, доцент
ФГБОУ ВПО «Уральский государственный горный университет»

Цель работы: оценить разрешающую способность магниторазведки в геологической обстановке в условиях когда электроразведка мало информативна (рисунок 1).

Метод исследований: математическое моделирование, изучение трехслойной модели, отражающей различные уровни эрозийного среза.

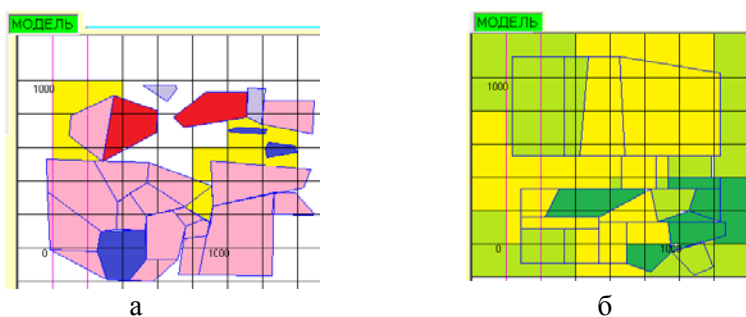
Модель среды состоит из 9 блоков с размерами сечения 400×400 м.

Полный геологический разрез, представлен в центральном блоке (рисунок 2), состоит из нижней свиты преимущественно андезитового состава мощностью 160 м с избыточной магнитной восприимчивостью $2000 \cdot 10^{-5}$ ед. СИ, средней свиты сложенной кислыми вулканитами мощностью 160 м с магнитной восприимчивостью 0 ед. СИ, и верхний слой сложенный осадочными породами мощностью до 40 м с избыточной магнитной восприимчивостью $-1000 \cdot 10^{-5}$ ед. СИ. На территории распространены дайки и штоки андезитов и дацитов, достигающие в поперечнике первых сотен метров. На участке широко проявлены процессы пропилитизации, окварцевания, аргиллизации, сульфидизации, карбонатизации и гематитизации.

Все остальные блоки составлялись с последовательным изменением уровня эрозийного среза, т. е. с уменьшением мощности верхнего слоя. Параметры трехслойной магнитной модели приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Параметры геологической модели

№ Блока	№ Слоя	Глубина до верхней кромки, м	Глубина до нижней кромки, м	Магнитная восприимчивость среды ед. СИ
1	1	0	40	-1000
	2	40	200	0
	3	200	360	2000
2	1	0	20	-1000
	2	20	180	0
	3	180	320	2000
3	1	0	160	0
	2	160	320	2000
4	1	0	80	0
	2	80	160	2000
5	1	0	40	0
	2	40	200	2000
6	1	0	20	0
	2	20	180	2000
7	1	0	160	2000
8	1	0	80	2000
9	1	0	40	2000



а – магнитная модель; б – электрическая модель

Рисунок 1 – Результаты моделирования геофизических данных золоторудных месторождений

Анализ результатов. Диапазон измерений поля модели совпадает с диапазоном измеренного поля. Наименьшее значение поля до -250 нТл соответствуют полному геологическому разрезу, а наибольшие значения поля до 350 нТл соответствуют центральному блоку на западе модели. На плане изодинам можно заметить, что в южной части интенсивность поля плавно возрастает с запада на восток, это отражает уменьшение глубины залегания андезитов (рисунок 3). Поля на юго-западе и северо-востоке модели практически одинаковы, несмотря на разную геологическую обстановку. Эквивалентными по магнитному полю оказались северо-западный блок и центральный блок в восточной части модели. Поле юго-восточного блока оказалось близким к полю центрального блока в северной части. Положительными аномалиями малой интенсивности отмечается центральный блок в южной части.

Штоки андезитов обуславливают положительные аномалии магнитного поля интенсивностью до 300 нТл (рисунок 4). Штоки дацитов обуславливают аномалии до -200 нТл. Метасоматические изменения вблизи интрузивных тел вызывают изменение интенсивности магнитных аномалий, в основном уменьшение.

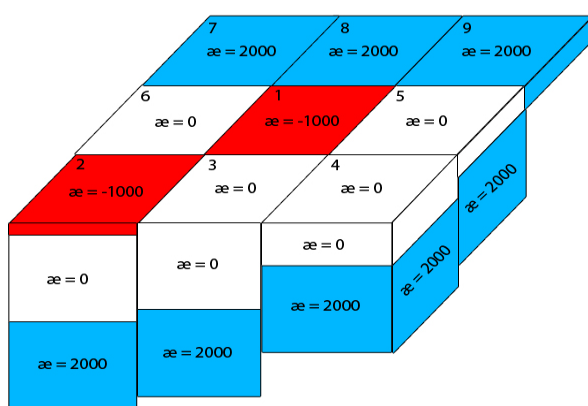


Рисунок 2 – Модель среды

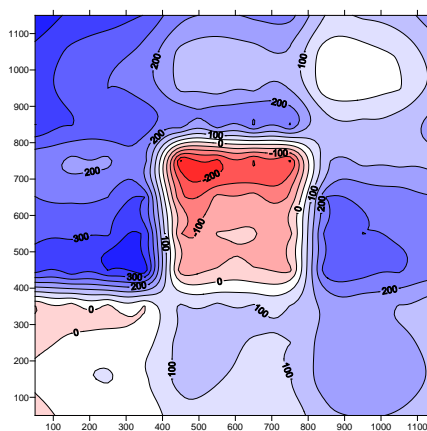


Рисунок 3 – План изодинам

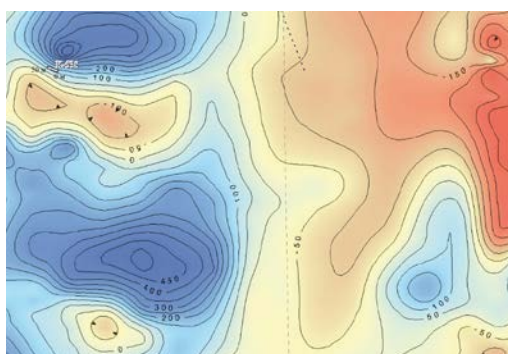


Рисунок 4 – План изодинам измеренного поля

Выводы. Выделено 6 классов магнитных полей для 9 геологических обстановок. Технология выделения зон метасоматитов методом распознавания в модификации естественного расслоения предложена в статье¹.

¹ Богомолов А. В. Комплексная интерпретация геофизических полей золоторудных месторождений Тындинского района // Международная научно-практическая конференция «Уральская горная школа – регионам», 23-24 апреля 2012 г. – Екатеринбург: УГГУ. 2012. С. 177-178.

ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ДЛЯ ВОДОСНАБЖЕНИЯ МИКРОРАЙОНА «ИСТОКСКИЙ» В ОКРЕСТНОСТЯХ ЕКАТЕРИНБУРГА

Прокошев Д. Е.

Научный руководитель Кузин А. В., канд. геол.-минерал. наук, доцент
ФГБОУ ВПО «Уральский государственный горный университет»

Цель работы: исследование геоэлектрического строения восточного склона возвышенности для выявления в толще палеозойских пород тектонических зон, потенциально водоносных. Размер участка 1200x800 м. Западная часть участка покрыта смешанным лесом, есть места вырубок, два субширотных ложка, покрытых кустарниковой растительностью, заболоченные поляны в северной части. Общий уклон местности – на восток. Распространены вулканогенные породы (андезитовые порфиристы, сланцы по ним), круто наклонённые на восток. Мощность элювиальных кор выветривания, по данным ранее проведённых ВЭЗ и бурению, составляют 20-40 м.

Методика и результаты работ. В качестве ведущего применён метод срединного градиента (МСГ). Он позволил получить план значений кажущегося удельного электрического сопротивления по сети 100x40 м на всей площади исследований, что даёт возможность предположительно выделять низкоомные зоны тектонических водоносных нарушений. Размер питающей линии 720 м, что обеспечивает глубину оценки удельного электрического сопротивления (УЭС) порядка 50-70 м, то есть, на глубинах, превышающих мощность рыхлых. Установлено изменение значений УЭС от 200 до 3000 Ом·м. Предположительно выявлено несколько тектонических нарушений субширотной и субмеридиональной ориентировок.

В пределах предполагаемых тектонических зон проведены вертикальные электрические зондирования (ВЭЗ), позволяющие оценить мощность рыхлых, дресвяно-щебенистых пород и степень физического выветривания коренных, что важно для проектирования проходки скважин. Мощность глинистых рыхлых изменяется, по данным ВЭЗ, от 12 до 38 м. В последнем случае проходка скважин затруднена, и на таких участках они не запроектированы, а бурение их предполагается в пределах тех же нарушений, где мощность рыхлых не столь большая.

Для определения литологического типа выявленной по данным МСГ высокоомной зоны субмеридионального простирания проведены работы методами магниторазведки и радиометрии на одном из профилей (рисунок 1). По характеру физических полей сделано заключение о субвулканической природе этого геологического тела, дислокации его отдельных частей, вместе с вмещающими породами, по системе субширотных нарушений.

Интерпретация кривых ВЭЗ (рисунок 2) показывает, что часто в нижней части слоя элювиальных суглинков значения УЭС ниже, чем в верхней. Это обусловлено неоднородностью глинистых кор выветривания палеозойских пород: в верхней части коры присутствуют глинистые минералы и вторичные минералы кварца, а в нижней – щебень коренных и вязкие обводнённые электропроводные глины. Проходка последних бурением затруднена, при обустройстве скважин они должны быть обсажены.

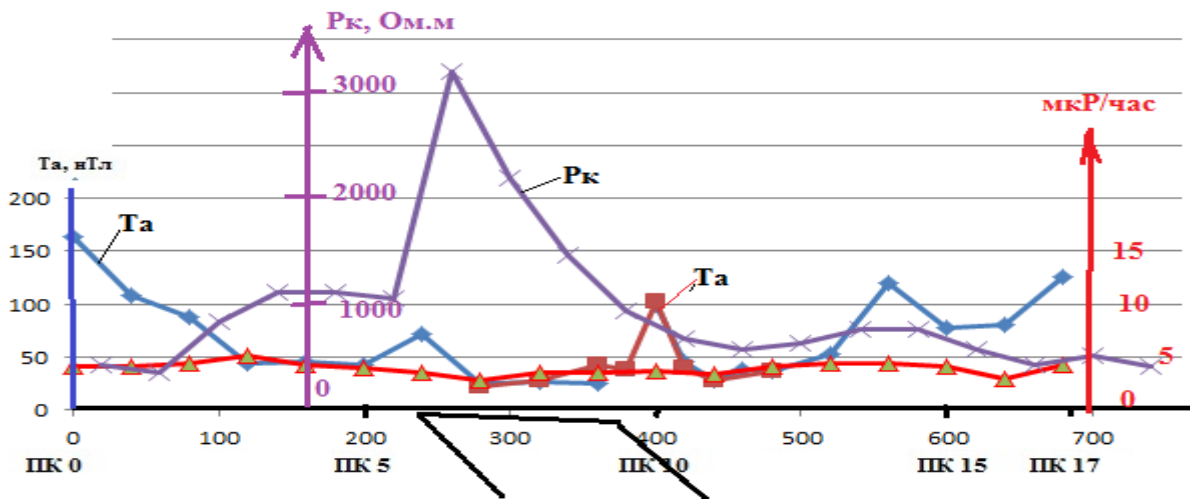


Рисунок 1 – Графики значений кажущегося удельного электрического сопротивления (P_k), аномального магнитного поля (T_a) и гамма-активности по профилю б: указано положение высокоомного пласта, предположительно субвулканического тела андезитов среди туфов среднего состава и хлорит-серпичитовых сланцев.

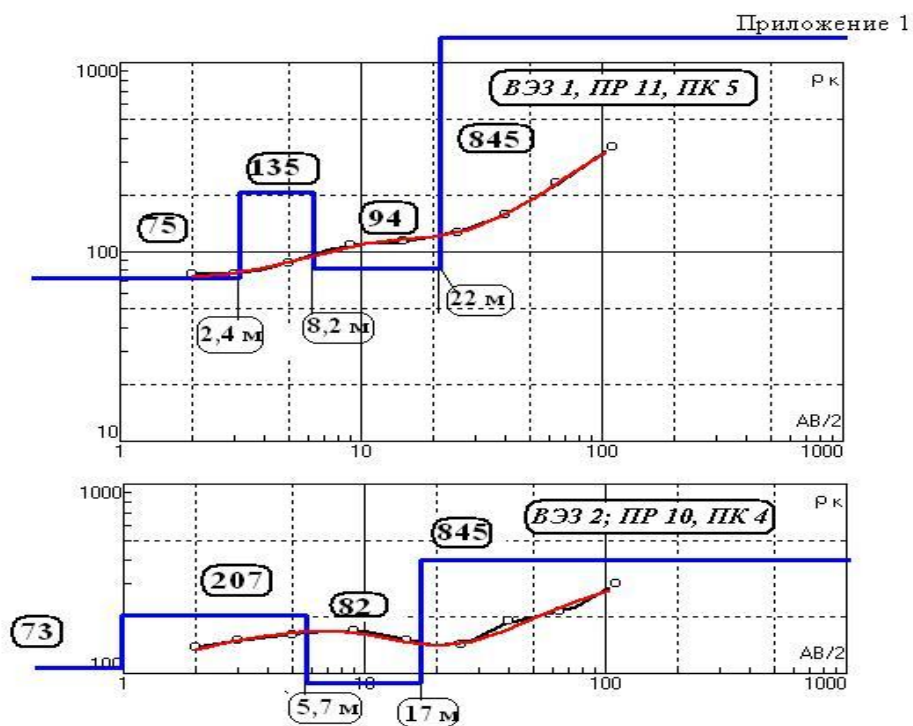


Рисунок 2 – Пример интерпретации кривых ВЭЗ

Таким образом, в результате проведения площадных и профильных геофизических работ на участке изысканий выявлено несколько тектонических нарушений субширотной и субмеридиональной ориентировки общей протяжённостью 2 км. В их пределах в настоящее время пройдено 14 гидрогеологических скважин с дебитом от 2 до 7 л/с, что в сумме обеспечивает дебит порядка 4 тыс. куб. м в сутки.

МЕТОДИКА И РЕЗУЛЬТАТЫ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ РАБОТ НА ФЛЮОРИТОВОМ РУДОПРОЯВЛЕНИИ УЛЗИТ (МОНГОЛИЯ)

Зырянова А. В.

Научный руководитель Кузин А. В., канд. геол.-минерал. наук, доцент
ФГБОУ ВПО «Уральский государственный горный университет»

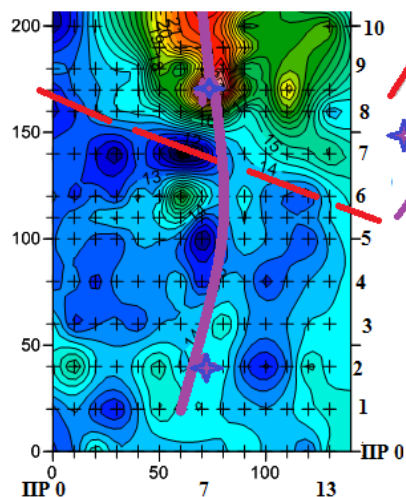
Цель работы: прогнозирование ресурсов флюорита на лицензионном участке Улзит.

Методика геофизических работ. Электроразведка проведена по методу срединного градиента (МСГ). Разнос питающей линии 220 м, что обеспечивает оценку удельного электрического сопротивления в средней части установки на глубине порядка 20-30 м. Длина приёмной линии 10 м. Сеть наблюдений 20x10 м. Аппаратура – станция ЭРП-5, работающая на частоте 4,88 Гц. Радиометрия выполнена по сети 20x10 м радиометром СРП-88. Магнитная съёмка проведена протонным магнитометром «Deepgeotech». Погрешность геофизических съёмок оценивалась путём взятия контрольных наблюдений на точках. Для электроразведки и радиометрии она составила 3 %, для магниторазведки – ± 4 нТл.

Результаты геофизических работ. Профиль радиометрической съёмки вдоль южной стенки карьера позволил увидеть проявление вмещающих пород и жилы флюорита в поле гамма-активности. В целом породы гряды, сформированной риолитами, вторичными кварцитами, гранитами, вмещающей жилу флюорита, проявляются повышенной (22-28 мкР/ч) активностью в полосе шириной порядка 70 м. Флюорит имеет гамма-активность около 20 мкР/ч. Трассирование по данным площадной гамма-съёмки положительной аномалии гамма-активности позволяет предполагать выход жилы флюорита к поверхности земли в 5-10 м западнее эпицентра аномалии (рисунок 1). По характерному смещению изолиний, по линейным участкам снижения интенсивности гамма-поля на участке выделено несколько тектонических нарушений. Значения УЭС, по данным МСГ, на участке невысокие – порядка 20-95 Ом.м. Это можно объяснить трещиноватостью скальных пород и насыщенностью их грунтовыми водами. Такое характерно для многих месторождений Монголии¹. Над жилой флюорита отмечается цепочка самых высоких значений УЭС.

1 – предполагаемое тектоническое нарушение; 2 –
координированные точки; 3 – жила флюорита

Рисунок 1 – Поле гамма-активности (в мкР/ч) в южной части участка Улзит



Магнитное поле на участке съёмки слабоаномальное – отклонение от фона составляет ± 30 нТл. Цепочка положительных аномалий шириной порядка 15-20 м проходит восточнее жилы флюорита в 10-20 м.

Таким образом, по геофизическим данным возможно представить схему геологического строения участка, выделить литологические типы горных пород, границы между ними, тектонические нарушения, предполагаемое положение жилы флюорита.

Выделенное по геофизическим признакам простирание жилы на юг и на север от карьера составляет около 330 м. При ориентировочной средней мощности жилы 4 м, глубине её заложения 50 м, плотности руды 3 т/м³, объём руды составит 66000 м³, прогнозные ресурсы – 198000 т.

¹ Кузин А. В. Примеры проявления месторождений флюорита Монголии в физических полях // Разведка и охрана недр. 2014. № 1. С. 38-41.

СХЕМА ИНТЕРПРЕТАЦИИ ПРИ ИСТОЛКОВАНИИ ДАННЫХ МАГНИТОРАЗВЕДКИ И ЭЛЕКТРОРАЗВЕДКИ НА ЗОЛОТОРУДНОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ В АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ

Богомолов А. В., Варзаков А. П.

Научный руководитель Виноградов В. Б., канд. геол.-минерал. наук, доцент
ФГБОУ ВПО «Уральский государственный горный университет»

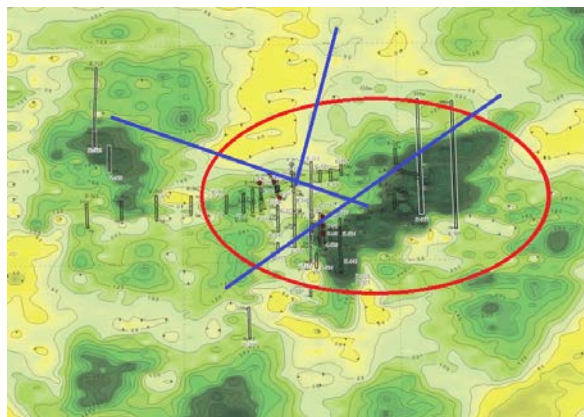
В Амурской области для поисков золота применяется комплекс магниторазведочных и электроразведочных работ. На месторождении золота в Амурской области выполнены площадные геофизические работы методами магниторазведки и электроразведки в вариантах СЭП-ВП, ВЭЗ-ВП.

Площадь работ находится в западной части Умлекано–Огоджинского вулканического пояса, расположенного между Монголо–Охотской складчато–надвиговой областью на севере и Буреинским срединным массивом на юге, фрагментом которого является Гонжинский выступ докембрия. В составе вулканического пояса выделяется Улунгинская раннемеловая вулканотектоническая депрессия, отражающая мезозойскую активизацию и имеющая ведущее значение в металлогении района. В плане структура имеет округлую изометричную форму диаметром 25–28 км и выделяется полем развития вулканогенных пород, расположенном в узле пересечения субширотной Тыгда–Желтунакской и северо–западной зон разломов.

Геологические образования площади принадлежат к трем структурно–вещественным комплексам, которые различаются по возрасту, составу и степени деформированности пород.

Перед комплексом наземных геофизических исследований стояли следующие задачи:

- картирование пород отличающихся между собой по физическим свойствам;
- выявление и прослеживание тектонических нарушений, зон дезинтеграции, дробления и изменённых пород;
- выявление участков распространения сульфидной минерализации (рисунок 1).



Овал – зона метасоматоза; линии – тектонические нарушения.

Рисунок 1 – Карта изолиний ρ_k

При интерпретации полученных геофизических карт, были использованы три программных пакета: Geosoft Oasis Montaj, «МАГНИТНАЯ МОДЕЛЬ-2», обработка данных ВЭЗ-ВП – в программе IPI2Win.

В качестве усовершенствования методики интерпретации, либо в качестве дополнительного модуля к данным программам, предлагается схема интерпретации (рисунок 2).

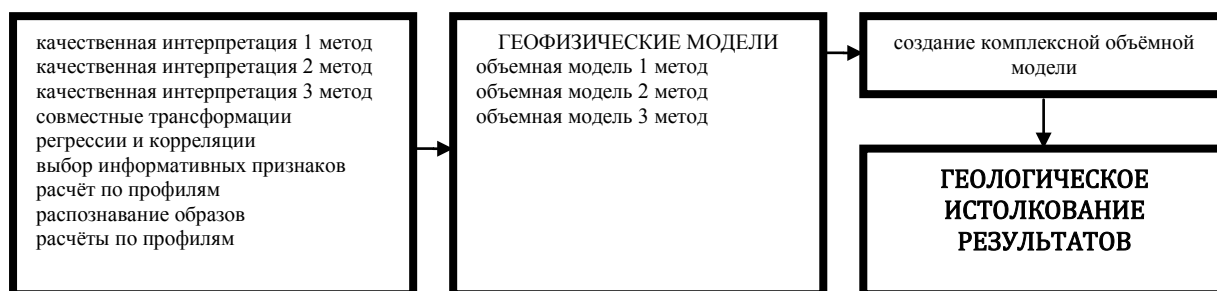


Рисунок 2 – Схема интерпретации комплексных геофизических данных

По результатам магнитных и электрических измерений отмечается пространственная изменчивость электропроводности, поляризуемости и намагниченности, а также выделяются перспективные участки. Физические свойства метасоматитов отличаются резкими колебаниями в широком диапазоне, высокая неоднородность намагниченности и сопротивления характерны для рудовмещающих и рудоконтролирующих комплексов горных пород [1, 2]. Надежно по геофизическим данным понижением интенсивности магнитного поля и уменьшением кажущегося сопротивления выявляются зоны катаклаза, милонитизации, рассланцевания. Каждый вид метасоматического процесса характеризуется присущей ему направленностью изменения ρ , η , J . Названные физические параметры отражают изменения вещественного состава горных пород, гидротермально-метасоматические изменения и т.п., что позволяет решить задачи геологического картирования выделить зоны графитизации, сульфидизации (пирит, пирротин), аргиллизации, окварцевания, пропилитизации, дезинтеграции, контуры рудных зон и др., наметить перспективные участки для дальнейшего изучения [3].

При истолковании геофизических работ на золоторудном месторождении разработана тектоническая схема по комплексу методов (рисунок 3).

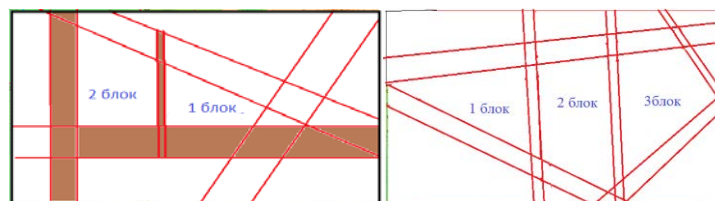


Рисунок 3 – Тектоническая схема по комплексу методов

Применение данной схемы показало, что чаще всего оруденение ассоциируется с пересечением субмеридиональных, субширотных и северо-восточных разломов. Оно находится в области их влияния. По полученным данным тектонические нарушения это ничто иное как зоны измененных пород, которые шириной достигают 300 м.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Богомолов А. В. Комплексная интерпретация геофизических полей золоторудных месторождений Тындинского района // Международная научно-практическая конференция «Уральская горная школа – регионам», 23-24 апреля 2012 г. – г. Екатеринбург: УГГУ. 2012. 177-178 с.
2. Богомолов А. В. Анализ комплексных геофизических данных золото-сульфидно-кварцевых месторождений Тындинского района // Четырнадцатая Уральская молодежная научная школа по геофизике: сб. науч. материалов. – Пермь: ГИ УрО РАН, 2013. 24-28 с.
3. Богомолов А. В., Виноградов В. Б. Совершенствование методики комплексного истолкования данных магниторазведки и электроразведки в Амурской области // Вопросы теории и практики геологической интерпретации гравитационных, магнитных и электрических полей: Материалы 410-й сессии Международного семинара им. Д. Г. Успенского, 27-31 января 2014 г. – Екатеринбург: ИГФ УрО РАН. 2014. 47-49 с.

ОЦЕНКА ВЗАИМНОГО ВЛИЯНИЯ ОБЪЕКТОВ С ВЫСОКОЙ НАМАГНИЧЕННОСТЬЮ МЕТОДОМ ФИЗИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Зиннатуллин Н. О.

Научный руководитель Виноградов В. Б., канд. геол.-минерал. наук, доцент
ФГБОУ ВПО «Уральский государственный горный университет»

При проведении геофизических работ на полиметаллическом месторождении были обнаружены три близко расположенных наклонных пласта, сложенных магнетитом. В скважине были проведены измерения магнитной восприимчивости и горизонтальной и вертикальной компонент магнитного поля (рисунок 1, а). На рисунке 1, а приведена вертикальная карта вертикальной составляющей магнитного поля. Магнитные данные позволили определить направление рудоносных пластов изучаемого месторождения. Так как объекты сильномагнитные возникает задача истолкования магнитных данных с учетом взаимовлияния объектов.

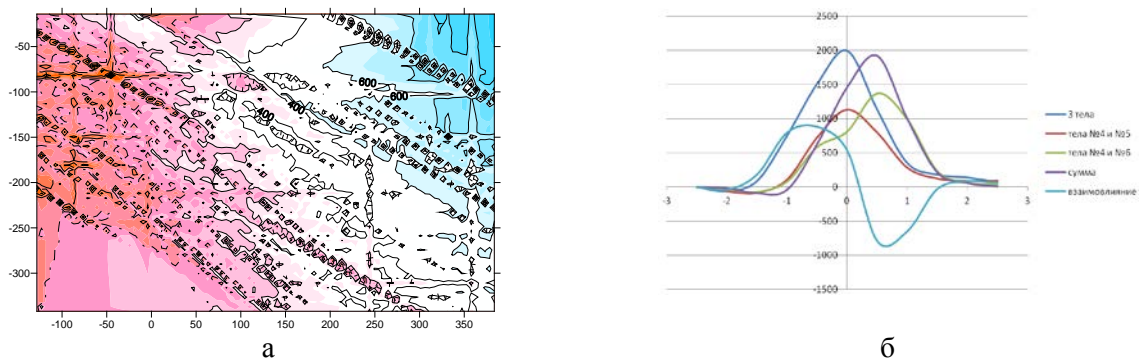


Рисунок 1 – Вертикальные карты магнитной вертикальной составляющих вектора магнитного поля (а) полиметаллического месторождения (оцифровка в 10^{-5} СИ и нТл), график взаимного влияния полей ΔT моделей трех тонких наклонных пластов (б)

Изучение влияния сильномагнитных объектов с помощью физического моделирования интенсивно проводилось в 50-70 гг. XX века. С появлением ЭВМ возобладали математическое моделирование. Позднее, комплексная теория взаимовлияния намагниченных тел разработана Ю. И. Блохом [1]. Решение прямой двумерной обратной задачи магниторазведки основано на представлении объекта совокупностью горизонтальных круговых цилиндров, шаров, эллипсоидов. В данной работе рассмотрен метод решения прямой задачи для тел произвольной формы с учетом размагничивания на основе физического моделирования.

Физическое моделирование взаимного влияния высоко намагниченных объектов различной формы проводилось на площади 5×5 метров. Измерения проводились по сети 0.5×0.5 метров с магнитометром МИНИМАГ с точностью до 1.2 нТл. В качестве изучаемых объектов применялись: металлические листы, трубы, металлические диски и др. Было измерено магнитное поле каждого объекта. Несколько параллельно поставленных стальных листов имитировали наклонные магнетитовые пласты размером $120 \times 60 \times 3$ см. Всего проведено 12 съемок. Измерения проводились по схеме:

- 1) Измерения геомагнитного поля на площадке без объектов (измерения фона).
- 2) Измерения поля с первой группой объектов, находящихся на значительном удалении друг от друга;
- 3) Измерения поля с двумя группами объектов, расстояние между которыми было небольшим;
- 4) Измерения магнитного поля второй группы объектов;

5) Обработка результатов измерений осуществлялась вычетом фоновых значений из измеренных.

Результаты измерений на одном профиле трех наклонных пластов приведены на рисунке 1, б. Увеличение числа объектов влечет к усложнению формы наблюдаемых аномалий.

В ходе эксперимента были получены карты и графики эффекта взаимовлияния для нескольких объектов и групп объектов. Так как физическое моделирование производится достаточно быстро, то результат получают гораздо быстрее, чем с помощью математического моделирования [2]. Были проведены расчеты магнитного поля для случая двух эллипсоидов вращения без учета взаимного влияния и с учетом взаимного влияния.

На рисунке 1, б представлен график взаимного влияния для случая двух близко расположенных пластов и влияния трех наклонных пластов. Из графика видно, что максимум суммарного поля смещен относительно максимума графика трех тел на 1 пикет (0,5 метра) и значение суммарного поля меньше, чем сумма полей трех пластов. Таким образом можно сделать вывод, что при близком расположении трех наклонных вертикальных пластов в данном случае мы наблюдаем эффект взаимного намагничивания, эффект взаимовлияния составил 31%.

На рисунке 2 представлены расчеты магнитного поля для случая двух высокомагнитных эллипсоидов вращения без учета взаимного влияния (а) и с учетом взаимного влияния (б), эффект взаимного влияния составил 21 %.

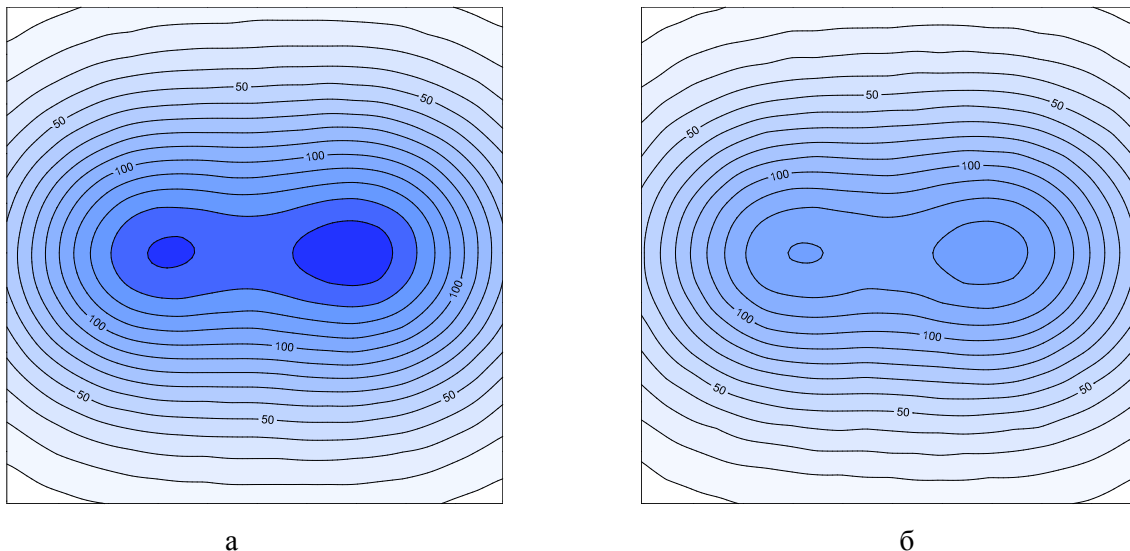


Рисунок 2 – Магнитная модель двух эллипсоидов вращения без учета взаимного влияния (а), с учетом взаимного влияния (б).

На рисунке 3 карты магнитного поля с расставленными по профилям объектами разной формы (а) и карта поля взаимовлияния (б). Над группой близко расположенных тел наблюдаемое поле меньше расчетного на 36 %. Данный факт нельзя не учитывать при геологическом истолковании, иначе возникнет большая ошибка при подсчете запасов железных руд.

Проведённый эксперимент приводит к следующим выводам:

1) Физическое моделирование осуществляется проще и быстрее для большого числа высокомагнитных объектов и объектов сложной формы, чем теоретическое моделирование. Также физическое моделирование позволяет свободно варьировать варианты постановки объектов сложной формы. В исследованиях взаимное влияние двух объектов не редко превышало 20 %.

2) Физическое моделирование наглядно показывает взаимовлияние тел на форму аномалии. При наличии нескольких сближенных тел эффект взаимного влияния может достигать 36 %.

3) Физическое моделирование можно провести для большого числа объектов сложной формы (рисунок 4).

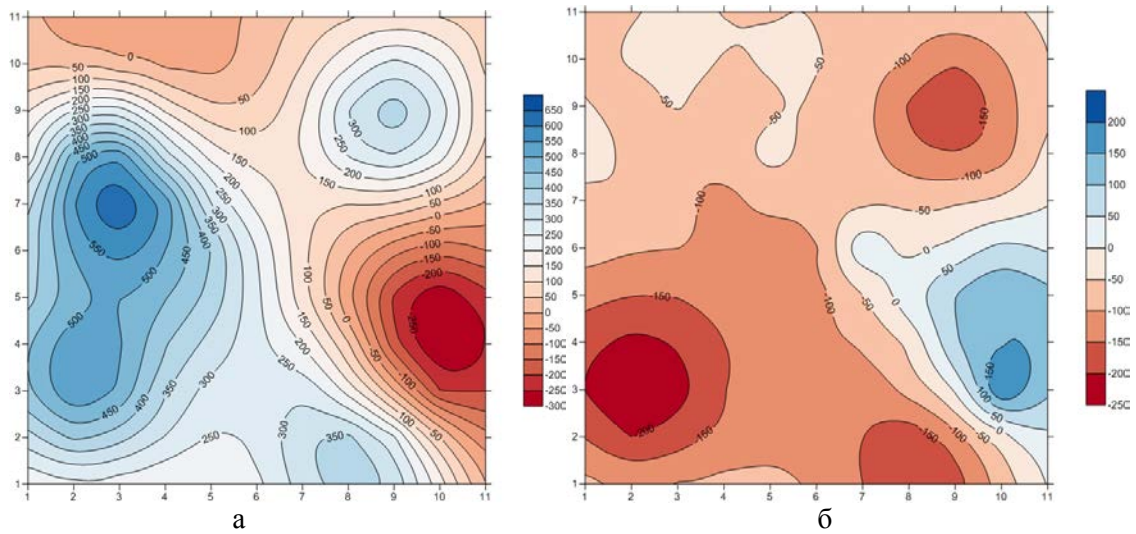


Рисунок 3 – Карта изодинам всех объектов (а), карта взаимовлияния (б).

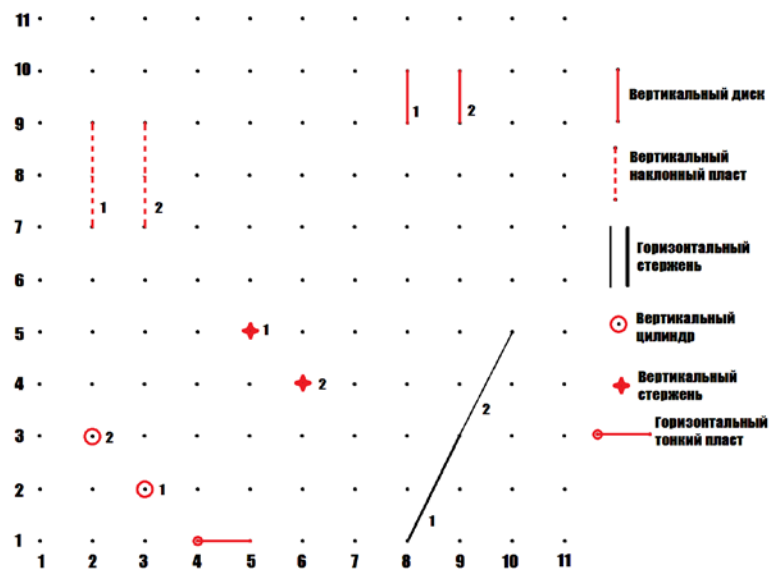


Рисунок 4 – Распределение объектов на исследуемом участке

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Блох Ю. И. Теоретические основы комплексной магниторазведки. – М.: 2012. 160 с.
2. Зиннагуллин Н. О., Варзаков А. П. Оценка взаимного влияния высокомагнитных объектов с помощью физического моделирования // Проблемы геологии и освоения недр. Труды XVIII Международного научного симпозиума имени М. А. Усова. Томск, 2014.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФОКУСИРУЮЩИХ МЕТОДОВ ПРИ ОБРАБОТКЕ СЕЙСМИЧЕСКИХ ДАННЫХ НА ПРИМЕРЕ ГРАНИТНОГО МАССИВА

Курашов И. А.

ФГБОУ ВПО «Уральский государственный горный университет»

Возможности сейсморазведки при построении изображений для исследований, выполненных в условиях разреза представленного кристаллическими породами обсуждаются уже довольно долгое время, в том числе одними из пионеров такого направления исследований, получившего в СССР название рудная сейсморазведка были и сотрудники Свердловского горного института Б. В. Дорофеев и В. Н. Шмаков [1]. В конечном счете сейсморазведка не получила широкого развития при изучении рудных объектов, но, тем не менее, в практике геофизических работ периодически возникают задачи, когда становится целесообразным применение этого казалось бы уже забытого направления сейсмических работ. Чаще всего на основе сейсмических исследований могут решаться различные мелкомасштабные задачи горной геофизики [2]. При этом в объемах, близких к нефтегазопоисковым работам, выполняются, пожалуй, только лишь единичные объекты. Одним из примеров применения площадных сейсморазведочных работ с большой территорией исследования и кратностью перекрытия могут служить материалы полученные в ходе изучения крупного гранитного массива в районе горы Шниберг (Саксония, Германия). Основной задачей сейсморазведки на данном объекте было картирование сети разломов внутри массива до глубины 4-5 км, так как в дальнейшем планируется сооружение на данной территории группы скважин соответствующей глубины в ходе эксперимента по использованию геотермальной энергии. В ходе построения традиционных сейсмических изображений по методу общей средней точки, а также применения миграционных преобразований Кирхгофа до суммирования, не удалось получить удовлетворительных результатов. В качестве одного из путей выхода из данной ситуации было предложено использовать методы [3], позволяющие проводить фокусировку сигнала на путем специального подбора баз излучения и приема сигнала из исходного массива данных в ходе их обработки. В качестве одного из вариантов таких методов была использована технология миграция в объеме первой зоны Френеля [4], данный метод предполагает анализ угла выхода сейсмических волн и усечение кривой суммирования, используемой в ходе миграции Кирхгофа, до узкого участка, соответствующего размеру первой зоны Френеля для текущей точки изображения внутренней среды изучаемого объекта. Подобный подход позволил снизить уровень шума, связанный порожденный миграцией с полной апертурой, и отобразить ряд слабоамплитудных отражений.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что сокращение апертуры миграции и фокусировка сейсмического сигнала могут стать особенно полезными инструментами обработки сейсмических данных при поиске отражающих элементов в ходе изучения массивов кристаллических горных пород.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Шмаков В. Н. Рудная сейсморазведка на Южном Урале (на примере Магнитогорского мегасинклинория): автореф. дис.... канд. геол.-минерал. наук / В. Н. Шмаков; науч. рук. Б. В. Дорофеев; УФАН СССР. – Свердловск, 1965. 27 с.
2. Писецкий В. Б. Опережающий прогноз устойчивости горного массива на основе метода 3D-3C-сейсмолокации в процессе проходки транспортных тоннелей / В. Б. Писецкий, С. В. Власов, А. Э. Зудилин, В. И. Самсонов, В. А. Шинкарьок // Известия вузов. Горный журнал. 2012. № 3. С. 130-138.
3. Козлов Е. А. Модели среды в разведочной. – Тверь: Изд-во ГЕРС, 2006. 480 с.
4. Buske S. Fresnel volume migration of single-component seismic data / S. Buske, S. Gutjahr, C. Sick // Geophysics. 2009. Vol. 74. No. 66. P. WCA47-WCA55.

ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ОБРАБОТКИ СЕЙСМИЧЕСКИХ ДАННЫХ ИНЖЕНЕРНОЙ СЕЙСМОРАЗВЕДКИ В СИСТЕМЕ SEISIMAGER

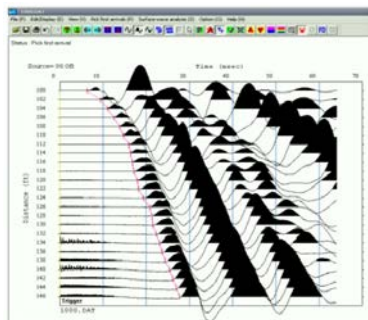
Гуськова В. Д.

Научный руководитель Крылатков С. М., канд. геол.-минерал. наук, доцент
ФГБОУ ВПО «Уральский государственный горный университет»

Целью данной работы является изучение возможностей системы SeisImager и описание основных процедур при обработке материалов инженерной сейсморазведки. Для освоения системы выполнялась обработка экспериментальных сейсмограмм по 1 сейсмическому профилю. Каждая сейсмограмма представляет собой 24-канальную сейсмическую запись с одного пункта возбуждения.




Обработка проводилась с использованием программных продуктов фирм Geogiga Technology Corp. (программа Geogiga) и Geometrics (система SeisImager/2D Refraction Data Analysis Software), и выполнялась в следующей последовательности:

1. Преобразование формата сейсмограмм. Исходные сейсмограммы, могут представляться в виде файлов в различных форматах (SEG-Y, SEG-2(DAT)). Чтобы работать в программах системы SeisImager следует преобразовать сейсмограммы формата SEG-Y в формат SEG-2 с помощью Geogiga. На этом же этапе можно выполнять редактирование, повышение качества прослеживания первых вступлений, контроль геометрии (координат ПВ и ПП) или ее ввод.




2. Пикирование (прослеживание, корреляция) первых вступлений и составление годографов первых вступлений осуществляется с помощью модуля Pickwin.

Рисунок 1 – Пикирование первых вступлений

Пикирование первых вступлений (рисунок 1) можно выполнять вручную или в автоматическом режиме с помощью инструмента . После этого следует соединить годограф, используя инструмент . Далее нужно сохранить данный «picks» файл, открыть следующий SEG2 файл как новый с помощью инструмента  и повторить процедуру пикирования.

Важно, что последующие годографы по профилю включаются в общий набор годографов путем дописывания самого первого файла в формате *.vs. [1]

3. Формирование системы годографов по профилю.

Формирование системы годографов, их редакция выполняется в модуле Plotrefa на основе файла с накопленными по профилю годографами. При редакции возможно передвижение точки годографа, ее удаление, перемещение системы точек на заданный сдвиг по времени с помощью инструмента , так же можно изменять положение годографа. Вид системы годографов после редактирования показан на рисунок 2 [2].

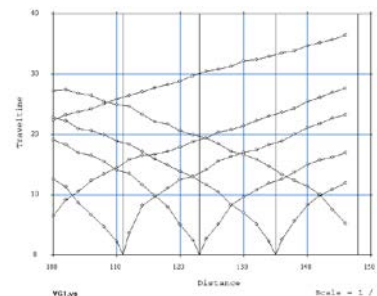


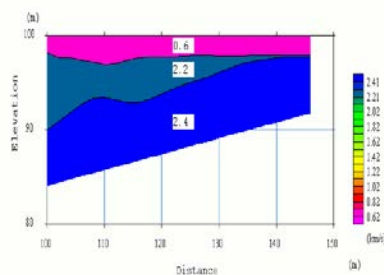
Рисунок 2 – Вид системы годографов


4. Составление начальной скоростной модели

В системе имеется возможность получения скоростной модели с помощью томографической инверсии и по методу временного запаздывания. Метод временного запаздывания использует теорию метода наименьших квадратов применительно к временам запаздывания для обращения времен первых вступлений в скоростной разрез [3]. Для создания модели в меню выбираем пункт «Time-term Inversion», в котором предлагается создание двух- или трехслойной модели интерпретации. Чтобы назначить слои, следует обратить внимание на

изменение наклона годографа и отметить курсором соответствующие точки излома кривой. После того, как все слои будут заданы, можно выполнить операцию инверсии и получить скоростную модель (рисунок 3).

Рисунок 3 – Скоростная модель



Еще одним способом интерпретации является томографическая инверсия, которая основана на многократном трассировании лучей в изменяемой по особым алгоритмам модели среды с целью минимизации погрешности между наблюдаемыми и расчетными временами пробега. Для создания начальной модели выберем в меню пункт «Tomography» → «Generate initial model». В диалоговом окне, требуется выбрать параметры томографии: возможный диапазон изменения скоростей, глубину исследований, число слоев модели и т.д. В томографической инверсии скоростная модель состоит из «блоков» с различной скоростью (рисунок 4, а), но имеется возможность изменить способ изображения, отобразить трассировку лучей. Используя инструмент  можно увидеть различия между расчетными и наблюдаемыми данными. На рисунке 4 показаны различные формы представления результатов томографии.

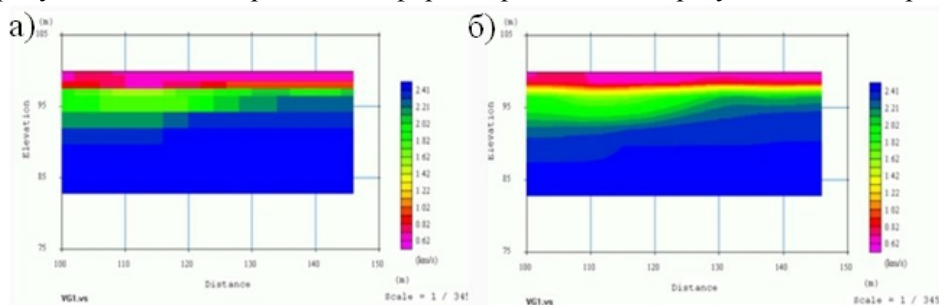


Рисунок 4 – Вид итоговой скоростной модели по профилю в форме блоковой (а) и градиентной (б) моделей

Выполнением данной процедуры завершается обработка данных в системе SeisImager. По результатам выполненной работы можно отметить некоторые преимущества системы:

- простой интерфейс модулей;
- удобная панель инструментов;
- широкие возможности для редактирования годографов и скоростных моделей;
- возможность реализации различных видов интерпретации.

К недостаткам можно отнести следующие моменты:

- система SeisImager работает только с форматом данных SEG-2 и в некоторых случаях необходимо использование дополнительной программы Geogiga для изменения формата сейсмограмм;
- для разных этапов работы используются определенные модули, что так же требует внимания к формату данных;
- вариантами языка интерфейса программ являются только английский и японский языки.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

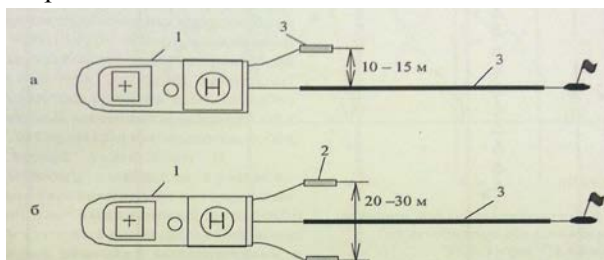
1. SeisImager/2D™ Manual, December, 2006. URL: <http://www.geometrics.com>.
2. SeisImager/2D™ Examples, January 18, 2005. URL: <http://www.geometrics.com>.
3. Шерифф Р., Гелдарт Л. Сейсморазведка. В 2-х томах. Том 1. История, теория и получение данных. – М.: Изд-во «Мир», 1987. 448 с.

ОСОБЕННОСТИ МОРСКИХ СЕЙСМИЧЕСКИХ РАБОТ

Белоусов Д. Е.

ФГБОУ ВПО «Уральский государственный горный университет»

Целью данной работы является изучение и описание ведения морских сейсмических работ. Согласно существующим представлениям о специфике морских сейсморазведочных работ¹, они должны проводиться непрерывно во времени и в процессе движения. Это связано с тем, что безопасность и сохранность заборных устройств – сейсмических кос и источников – может быть обеспечена только при движении судна с достаточно заметной скоростью (не менее 4-5 узлов, или 7-9 км/ч). В противном случае возможно погружение косы на дно и ее обрыв. Сейсмические работы на море в настоящее время могут выполняться по четырем различным технологиям: профильные двумерные исследования по отдельным профилям или их совокупности на площади (2D); площадные трехмерные исследования (3D); повторные по времени трехмерные исследования (4D); повторные по времени трехмерные исследования с регистрацией нескольких компонент волнового поля на морском дне (4D/4C и др.).

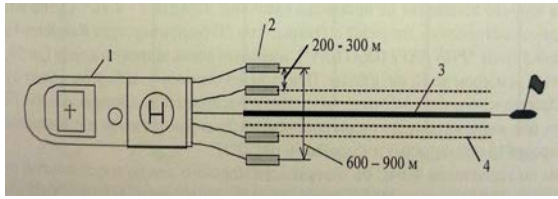


1 – НИС; 2 – группы источников; 3 – сейсмические косы

Рисунок 1 – Типичные варианты взаимного расположения 1(а) и 2(б) групп источников относительно сейсмической косы при исследованиях по технологии 2D

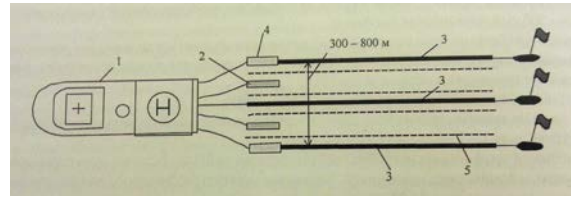
Для выполнения профильных исследований по технологии 2D необходима одна сейсмическая коса и одна, две или более группы сейсмических источников. Типичные варианты возможного относительного расположения источников и косы показаны на рисунке 1. При использовании более двух групп источников для их разведения в плане необходимо применение специальных устройств – параванов. Оптимальное число групп источников, глубины их погружения выбираются экспериментально. Выполнение сейсмических работ даже по простейшему варианту 3D технологии «широкого профиля» с одной косой, как правило, достаточно сложно. Для этого необходимо иметь систему источников возбуждения и специальные устройства их планового разведения. Схема работ по такой технологии показана на рисунке 2. В настоящее время работы такого вида проводятся достаточно редко. Для полноценных работ по 3D технологии на судах второго поколения необходимо иметь несколько приемных устройств. В сочетании с возможностями существующих средств разведения сейсмических кос это позволяет иметь в плане общую ширину пространства между крайними косами только порядка 400-600 м. В исключительных случаях это расстояние удастся увеличить до 900-1100 м. Такой же вид съемки возможно реализовать путем разведения источников либо по схеме «одна приемная коса и несколько линий источников», либо путем разведения приемных кос по схеме «несколько приемных кос и несколько линий источников» (рисунок 3). Во многих случаях, особенно на начальном применении съемки по технологии 3D, площадные сейсморазведочные работы выполнялись по так называемой «двухсудовой технологии». Плановая схема организации такой работы двух НИС показана на рисунке 4.

¹ Бондарев В. И. Сейсморазведка: учебник для студентов высших учебных заведений России, обучающихся по специальности 130201 «Геофизические методы поисков и разведки месторождений полезных ископаемых». – Екатеринбург. С. 308-312.



1 – НИС; 2 – группы источников;
3 – сейсмическая коса; 4 – линии общих средних точек

Рисунок 2 – Простейшая схема выполнения работ по технологии 3D с одной сейсмической косой и четырьмя группами источников

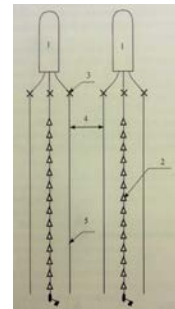


1 – НИС; 2 – группы источников;
3 – сейсмические косы; 4 – параваны (отводители); 5 – линии общих средних точек

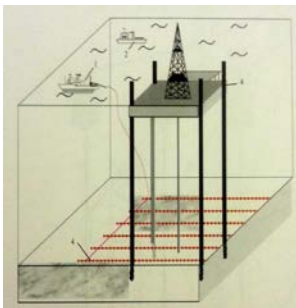
Рисунок 3 – Схема выполнения работ по технологии 3D двумя группами источников и тремя косами

1 – НИС; 2 – сейсмические косы; 3 – группы источников; 4 – взаимное безопасное расстояние; 5 – след линий групп источников

Рисунок 4 – Плановая схема расположения сейсмических источников и приемных кос при работах по технологии 3D двумя НИС



Получаемые на обоих судах сейсмические материалы по совокупности позволяли после обработки иметь трехмерное изображение геологической среды в полосе пройденного «широкого» профиля. Важнейшими техническими параметрами судов этого поколения являются число буксируемых кос и максимальная величина разведения крайних кос. Горизонтальную площадь F , занятую морскими косами и равную произведению длины активной части l кос на расстояние их максимального разведения d , принято называть «отпечатком» (footprints) - $F=l*d$. Судна нового, третьего поколения, имеющие очень широкую корму (до 39,6 м), способны создавать footprint (F) размером до 10 км² и более. При этом одновременно за бортом может буксироваться 12 сейсмических кос. Для работы по технологии 4D/4C на поверхности морского дна по определенной схеме профилей раскладываются донные сейсмические косы с сейсмоприемниками соответствующего типа. Выходы всех кос выводятся на специально заякоренный буй. На период регистрации судно-сейсмостанция становится на якорь вблизи буя, производится соединение донных кос и сейсмической станции. Судно-источник, работающее совместно с судно-сейсмостанцией, по команде оператора сейсмостанции производит регулярное возбуждение упругих волн при движении по заданной схеме. После отработки всех необходимых пунктов взрывов судно-сейсмостанция отключается на буй от донных кос. Периодически (через 1-3 месяца) полный цикл работ повторяется. После окончания всех работ производят смотку донных кос. Схема работ показана на рисунке 5.



1 – НИС-сейсмостанция; 2 – НИС-источник; 3 – буровая платформа;
4 – донные сейсмические косы

Рисунок 5 – Схема выполнения сейсморазведочных работ по технологии 4D/4C

Объемы выполняемых морских сейсморазведочных работ в мире непрерывно и устойчиво растут. Их объем (в эквивалентном переводе объемов работ в 3D в километры профильных работ – более 1600 тыс. км) уже почти в 5 раз превышает объемы наземных сейсморазведочных работ. Еще быстрее увеличиваются объемы морских работ по технологии 3D и 4D. Все это позволяет говорить о высокой и непрерывно растущей геолого-экономической эффективности морских сейсморазведочных работ.

ВЛИЯНИЕ ВЫБОРА ЭФФЕКТИВНОЙ СКОРОСТИ НА ТОЧНОСТЬ ВВОДА КИНЕМАТИЧЕСКИХ ПОПРАВОК

Трофимова А. Г.

Научный руководитель Крылатков С. М., канд. геол.-минерал. наук, доцент
ФГБОУ ВПО «Уральский государственный горный университет»

Кинематические поправки вводят в годографы ОСТ с целью их последующей трансформации в линии $t_0(x)$. Эта процедура решающим образом влияет на качество суммирования и, следовательно, на качество получаемых в последующем временных разрезов и точность структурных построений. Поэтому изучение точности ввода кинематических поправок является важным вопросом.

Задачей данной работы было получение оценки погрешности при расчете значений времен отражения по разным формулам. Расчет годографов общей средней точки производился по 3 формулам.

Параметрическая формула, обеспечивающая точный расчет годографов. Результаты, полученные при расчете по этой формуле, использовались в качестве эталонных. $t(x) = 2 \sum_{i=1}^2 \frac{h_i}{\cos \alpha_i V_i}$;

1. Формула для расчета годографов, использующая $V_{эф}$, $t(x) = \sqrt{t_0^2 + (\frac{x}{V_{эф}})^2}$, где $t_0 = 2 \sum \frac{h_i}{V_i}$ – двойное время пробега волны до отражающей границы по вертикальному лучу.

2. Формула Маловичко: $t(x) = t_0(1 - \frac{1}{S}) + \frac{1}{S} \sqrt{t_0^2 + S(\frac{x}{V_{эф}})^2}$. Здесь $S = \frac{V_f^4}{V_{эф}^4}$ – степень скоростной неоднородности среды, а $V_f = \sqrt[4]{\frac{\sum h_i V_i^3}{\sum h_i / V_i}}$ – предельная средняя биквадратическая скорость¹.

Расчеты производились для нескольких двухслойных моделей с различными значениями отношений скоростей V и мощностей h .

Модель 1: $V_1 = \frac{2}{3}V_2$ – нормальная модель; 1а: $h_1 = \frac{2}{3}h_2$; 1б: $h_1 = \frac{3}{2}h_2$.

Модель 2: $V_1 = \frac{3}{2}V_2$ – аномальная модель. 2а: $h_1 = \frac{2}{3}h_2$; 2б: $h_1 = \frac{3}{2}h_2$.

Результаты расчетов представлены на годографах ОСТ (рисунок 1).

приближенную формулу: $t(x) = \sqrt{t_0^2 + (\frac{x}{V_{эф}})^2}$.

¹ Справочник геофизика / Под ред. И. И. Гурвича, В. П. Номоконова. – М.: Недра, 1981. 464 с.

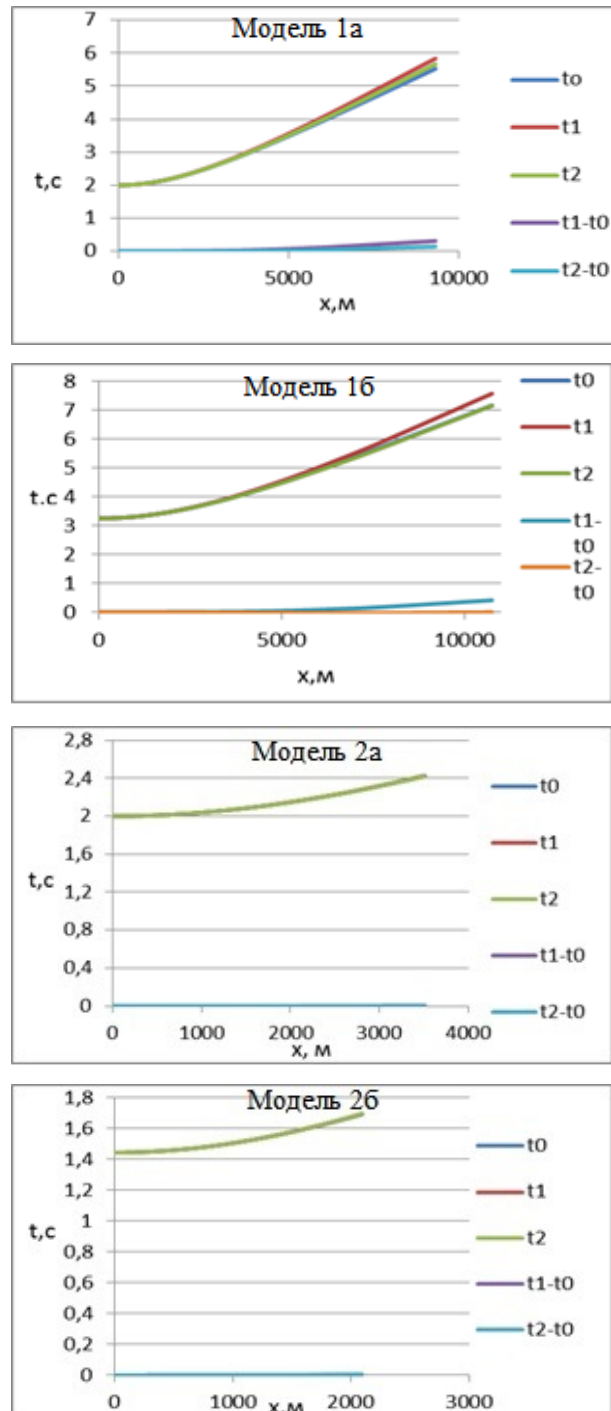


Рисунок 1 – Годографы ОСТ

Из полученных результатов можно сделать следующие выводы:

1. Погрешность определения времен отражения по приближенным формулам, представленным выше, зависит от характера изменения скорости, соотношения глубин и скоростей в слоях, что изображено на годографах. В нормальных моделях отклонения во временах прихода волн значительны, различия составили порядка 5 %. В аномальных моделях – менее 1 %.

2. Так как погрешность, рассчитанная по любой формуле, не превышает 5 %, то при вводе кинематических поправок на практике можно использовать классическую приближенную формулу: $t(x) = \sqrt{t_0^2 + \left(\frac{x}{V_{эф}}\right)^2}$.

РАЗРАБОТКА РОТАЦИОННО-КАСКАДНОЙ С ПЛАНЕТАРНЫМ ДВИЖЕНИЕМ МЕЛЮЩИХ ТЕЛ ТЕХНОЛОГИИ МИКРОНИЗАЦИИ КОМПОНЕНТОВ ЛАКОКРАСОЧНОЙ ПРОДУКЦИИ

Усов Г. А., Исакова С. И., Тарасов Б. Н., Тухватуллина К. Ю., Мокрецова М. А.
ФГБОУ ВПО «Уральский государственный горный университет»

Производство лакокрасочных материалов является одной из крупных подотраслей химической промышленности, однако рынок лакокрасочной продукции традиционно является вспомогательным. Динамика его развития прочно увязана с динамикой развития промышленности и строительства, но как говорят участники рынка, в отличие от отраслей-локомотивов инвесторы вкладываются в лакокрасочную отрасль не так охотно. В результате значительная часть производственных мощностей этого сегмента рынка строительных материалов устарела. И как следствие при отсутствии инвестиций в развитие и модернизацию крупных

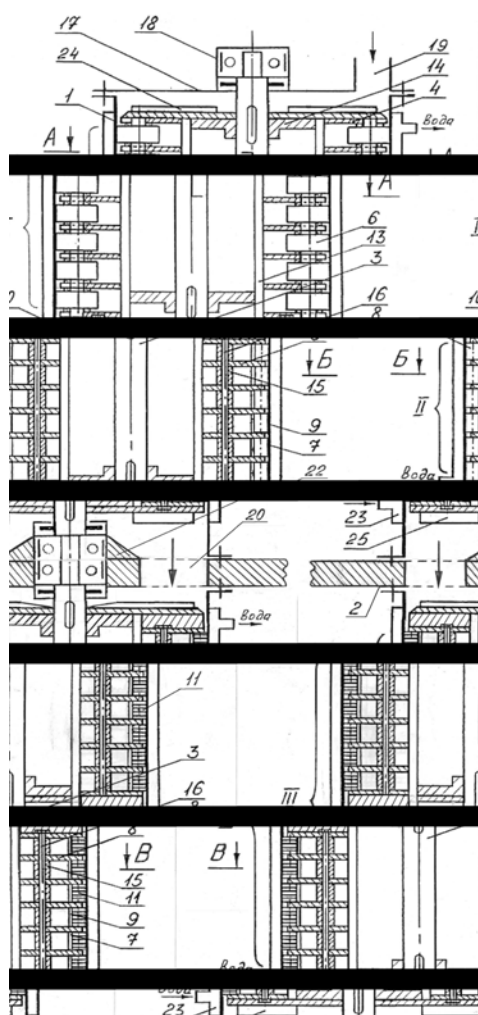


Рисунок 1 – Двухступенчатая роторно-каскадная центробежная мельница «SS-18»

производств рынок сталкивается с двумя существенными проблемами: быстрым ростом доли импорта, в том числе и низкого ценового сегмента из стран Балтии и Белоруссии, и дальнейшим увеличением числа мелких невысокотехнологичных производств.

Одним из важнейших условий получения качественных лакокрасочных материалов (после химических составляющих) является тонина помола пигментов, а особенно наполнителей и их композиций. Вся измельчительная техника используемая в отечественной лакокрасочной промышленности была разработана на заре прошлого века, а то и раньше (шаровые мельницы, жерновые измельчители, атриторы, различные диспергаторы ударного действия, струйные мельницы и др.) и соответственно имеет ряд существенных недостатков:

- малая степень измельчения готового продукта;
- низкий коэффициент полезного действия;
- невысокая динамика самого процесса измельчения, т. е. энергонапряженность измельчительной машины;
- высокая металлоемкость оборудования;
- невозможность осуществления процесса механоактивации исходных материалов в необходимом объеме и т. д.

Наиболее эффективными конструкциями на сегодняшний день являются вибромельницы и планетарные мельницы, так как являются энергонапряженными измельчительными машинами. Однако они так же имеют ряд конструктивных недостатков связанных с невозможностью эксплуатации в прямоточном, замкнутом в технологическую линию, режиме.

Научным коллективом кафедры ТТР МПИ разработана (рисунок 1) двухступенчатая энергонапряженная роторно-каскадная мельница «SS-18» с планетарным движением мелющих тел,

позволяющая измельчать различные исходные компоненты лакокрасочных изделий до размеров 0,15-0,35 мкм - сухим, мокрым способом или в пастообразном состоянии.

Данная конструкция относится к новому поколению энергонапряженных измельчительных машин обладающих следующими преимуществами:

- максимально возможная степень измельчения различных по физико-механическим свойствам материалов;
- возможность получать порошки с размерами частиц 150-750 нм без промежуточной классификации продукта;
- возможность в прямоточном режиме измельчать различные материалы и их композиции в сухом, мокром и пастообразном состоянии; - возможность осуществлять процесс механоактивации твердых материалов в промышленных объемах, вплоть до проведения некоторых химических реакций в сухом виде;
- колоссальная перемешивающая способность измельчающего устройства в единицу времени (мельющее тело вращается 8-9 тыс. об/мин, всего их в рабочей камере порядка 1500 шт.);
- низкая металлоемкость, компактность конструкции, высокий КПД работы измельчительной машины и др.

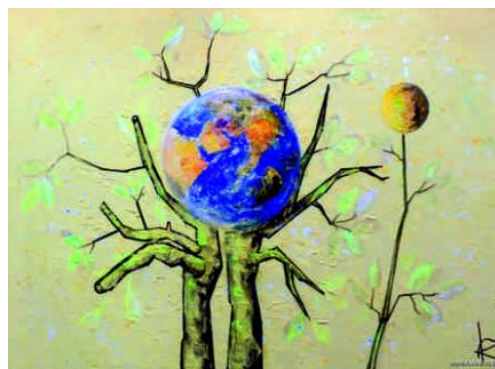
Данный тип двухступенчатых мельниц центробежного типа позволит организовать универсальные производства по микронизации различных композиционных материалов (в том числе из нетрадиционного сырья) и выпуску на их основе лакокрасочных и сопутствующих изделий с улучшенными характеристиками, востребованных на современном отечественном и международном рынке.

По мнению авторов предлагаемая высокоэффективная измельчительная техника позволит не только производить краски высокого качества при более низкой себестоимости, но и освоить производство нанокрасок, в том числе очень дорогих художественных нанокрасок, открывающих новые возможности в современной живописи. Одним из ярких примеров данного художественного направления являются картины «с двойным дном» художника-новатора Караева А. А., написанные нанокрасками. (рисунок 2).

Рисунок 2 – Караев А. А. Космическая весна

Внедрение предлагаемой к разработке технологии и измельчительной техники в промышленных масштабах позволит насытить рынок не дорогой лакокрасочной продукцией изготовленной

на основе микро-композиционных материалов, а экономический эффект от их внедрения может составить десятки миллионов рублей ежемесячно для одного предприятия.



СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ АКТИВАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ В БУРЕНИИ

Усов Г. А., Кралина Л. И., Сердюков Ф. П., Пеньков П. М., Гордеев Е. Н.
ФГБОУ ВПО «Уральский государственный горный университет»

Наиболее широко применяемыми дисперсными системами в нефтегазовом бурении являются буровые промывочные жидкости и тампонажные растворы. Повышенная дисперсность составляющих компонентов данных растворов позволяет существенно улучшить их структурно-механические и реологические свойства, увеличить механическую скорость бурения, сократить сроки и затраты на сооружение скважин. Например, повышение дисперсности вяжущих материалов различными способами активации позволяет в 1,5-2 раза снизить их расход при проведении тампонажных работ или во столько же увеличить прочность тампонажного камня.

В нашей стране и за рубежом известны многие методы активации технологических материалов: сухой и мокрый домол, виброактивация и виброперемешивание, турбулентный и гидродинамический, ультразвуковой и гидроакустический, электрический, магнитный и другие способы указанные на схеме (см. рисунок 1). Из них наиболее перспективно, по мнению авторов, использовать в бурении следующие.

Метод виброактивации, основанный на обработке предварительно приготовленного теста глубинными вибраторами, заключается в разрушении коагуляционных структур, активации процесса диспергирования, предельно однородном распределении компонентов. В результате этого создаются условия для образования однородной тонкой капиллярной, мелкокристаллической структуры цементного камня. Кроме того, в процессе виброактивации цементное тесто интенсивно пластифицируется, особенно пасты с низким В/Ц (менее 0,35).



Рисунок 1 – Классификация способов активации технологических материалов

При турбулентной и гидродинамической активации цементного теста и буровых растворов широко применяются разнообразные методы воздействия, при которых в системах с повышенным количеством дисперсионной среды (воды) развиваются значительные градиенты скорости перемещения. В процессе скоростной обработки таких систем наблюдается переход ламинарного потока в турбулентный, что приводит к диспергированию частиц и одновременному ускорению процессов гидратации. Принцип работы некоторых активаторов основан на прокачивании растворов цементного теста через насос с последующим ударом струи о преграду или скоростном многократном прокачивании цементной суспензии.

В процессе ультразвуковой и гидроакустической активации цементных растворов обработку производят при помощи магнитострикционного преобразователя с частотой колебаний 11-25 кГц. Цементное тесто обрабатывается или с поверхности, или с помощью концентратора с мембраной, который вводится в тесто. Известно, что такая ультразвуковая обработка повышает прочность цементного камня в 1,2-2,0 раза. Известны гидродинамические излучатели с пластинчатыми (или стержневыми) колебательными устройствами, роторные и вихревые. Излучатели вихревого типа работают на принципе срыва вихрей при вращении струй, что приводит к периодическому образованию импульсов давления, а следовательно, ультразвуковых волн. Вихревые излучатели просты по конструкции и надежны в работе. Они не требуют настройки в резонанс и могут эффективно работать при изменяющейся производительности и подаче жидкости пульсирующим потоком. Последнее является важным фактором, поскольку в бурении применяются поршневые насосы. Вихревые излучатели наиболее устойчивы к кавитационно-абразивному износу.

Электрическая, магнитная и электрогидравлическая активации цементов и растворов заключается в увеличении скорости протекания реакции растворения, зародышеобразования, кристаллизации за счет изменения межмолекулярных сил, а следовательно, и работы их образования. Известен метод обработки электрическим током ствола скважины. Метод основан на воздействии в течение длительного времени постоянным электрическим током либо непосредственно на стенки скважины, либо на используемые тампонирующие смеси, например, смесь вода с цементом, глиной и добавками хлористого кальция или хлористого натрия и жидкого стекла.

Наиболее важным эффектом, возникающим при ультразвуковом диспергировании суспензий, является кавитация. Процесс кавитации зависит от параметров звукового поля (частоты и интенсивности), внешних воздействий (температуры, статического давления) и свойств жидкости (плотности, вязкости, поверхностного натяжения, количества растворенного в ней газа, упругости паров и др.). Диспергирующее действие ультразвука более эффективно проявляется при частотах порядка 18-22 кГц. Это объясняется тем, что при низкочастотном звуковом поле потери энергии значительно меньше, чем в высокочастотном, и кавитация возникает при меньшей интенсивности колебаний.

Анализируя все выше перечисленные способы активации цементов и растворов, можно сделать заключение, что все они повышают активность цементов, улучшают свойства цементного раствора и сформировавшегося цементного камня. Однако широкому применению этих методов на буровых предприятиях препятствуют трудности в создании простых, надежных в эксплуатации и высокопроизводительных устройств для их реализации.

Наиболее эффективным и перспективным способом активации технологических материалов используемых при сооружении скважин различного назначения, по мнению авторов, является механоактивация путем сухого сверхтонкого измельчения и соответственно коллективом кафедры ТТР МПИ разработан мобильный модуль по механоактивации технологических материалов применяемых в бурении, состоящий из трех измельчительных машин центробежного типа МКЦ-5М прямого действия, смонтированных на базе автомобиля «КАМАЗ-65115». Данный измельчительный комплекс позволяет производить сухим способом механоактивацию тампонажных цементов и других материалов непосредственно на нефтегазовой скважине перед затворением тампонажных растворов и буровых очистных агентов. Широкое применение данных модулей позволит существенно улучшить качество и снизить затраты на сооружение и эксплуатацию нефтегазовых скважин в целом.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ И ТЕХНИКИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ИМПОРТОЗАМЕЩАЮЩИХ СТРОИТЕЛЬНЫХ РЕАГЕНТОВ

Усов Г. А., Фролов С. Г., Тарасов Б. Н., Артемьев А. С., Руфова Е. М.
ФГБОУ ВПО «Уральский государственный горный университет»

В промышленность строительных материалов входят производства цемента, бетона и сборного железобетона, сухих строительных смесей, стекла, кирпича, керамической плитки, теплоизоляционных, полимерных, гидроизоляционных, кровельных и других строительных материалов. В последнее время ежегодный прирост производства основных видов строительных материалов в натуральном выражении составляет от 16 до 30 %. Возрастает доля отечественной продукции, соответствующей мировым стандартам. В то же время многие отечественные строительные материалы уступают зарубежным по внешнему виду, теплоизоляции, декоративности, долговечности, токсичности и т. д. Это обусловлено главным образом низким техническим уровнем предприятий, износом технологического оборудования, отсутствием качественного сырья и эффективных недорогих химреагентов.

Мировой и отечественный опыт использования сухих строительных смесей показал их высокую эффективность и преимущества по сравнению с традиционными материалами, а именно: стабильность составов, следовательно, повышение качества строительных работ; снижение материалоемкости в 3-10 раз и повышение производительности труда в 1,5-5 раз в зависимости от вида работ и применяемых средств механизации; возможность транспортировки и хранения при отрицательной температуре, что особенно важно в наших климатических условиях. В России широкое использование сухих смесей в строительстве началось лишь в последнее десятилетие XX века и объем их производства пока меньше — менее 2 кг/чел. (против 30 кг/чел. в Германии), но в последние годы производство их значительно увеличилось.

Номенклатура выпускаемых сухих смесей весьма разнообразна, а применяются они для выравнивания поверхностей стен и потолков, устройства полов, плиточных, малярных, гидро- и теплоизоляционных работ и т. п.

Сухие строительные смеси в общем случае представляют собой композиции вяжущих, заполнителей (наполнителей) и различных химических добавок, поставляемые на стройплощадку в сухом виде и затворяемые водой непосредственно перед их использованием. Исходные материалы для приготовления сухих смесей, как правило, отечественного производства, но основная доля добавок (например, диспергируемые полимерные порошки, высоковязкая метилцеллюлоза, сухие антивспенивающие добавки и др.) — импортные. Использование добавок, чаще всего комплексных, позволяет регулировать технологические параметры изготовления и конечные свойства смесей, обеспечивая требуемые пластичность, удобоукладываемость, сроки схватывания и др.

Для обеспечения конкурентоспособности и дальнейшего совершенствования отечественного производства сухих строительных смесей авторами предлагается к внедрению в широкое производство: многоярусная микролотковая мельница МММ-2 (см. рисунок 1), технология и новые рецептуры строительных химреагентов, базирующиеся на процессах сверхтонкого измельчения, механоактивации и механохимии. Данные научно-прикладные разработки позволят открыть новые предприятия по производству высокоэффективных и дешевых (за счет использования эффекта механоактивации и нетрадиционных исходных компонентов) добавок в бетоны, сухие строительные смеси, клеи, мастики, различные виды керамики и др., включая древесно-полимерные композиты.

Многолетний опыт научно-исследовательской работы авторского коллектива ведущих специалистов кафедры ТТР МПИ в области сверхтонкого измельчения и механоактивации твердых материалов и предварительные лабораторные и маркетинговые исследования проведенные авторами позволяют определить будущий перечень строительных добавок и

ориентировочно рассчитать их рыночную стоимость в сравнении с зарубежными аналогами (см. таблицу 1).

Техническая характеристика МММ-2

Линейный размер частиц, м:

– исходного продукта..... $(2-10) \cdot 10^3$

– конечного продукта..... $(5-20) \cdot 10^6$

Степень измельчения.....30-50

Число одновременно протекающих актов

разрушения материала, с-1..... $(1,1-1,4) \cdot 10^4$

Общее кол-во рабочих элементов, шт.....2240

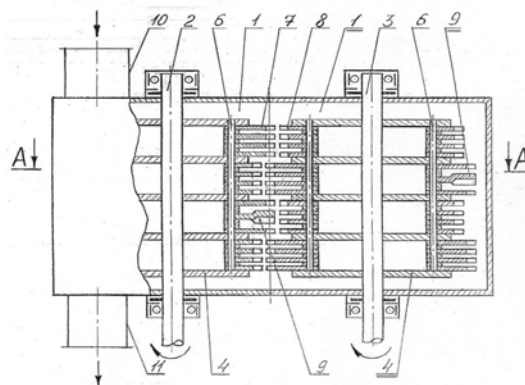
Тип системы охлаждения.....водяное

Потребляемая мощность, кВт.....75

Производительность, т/ч.....1,0-1,5

Габариты, мм.....3200×2150×1650

Масса, кг.....3950



- 1 – камера измельчения; 2, 3 – вал; 4 - ротор;
5, 6 – шпильки; 7,8 – длинные и короткие молотки;
9 – потоконаправляющие молотки; 10 – входной канал; 11 – выходной канал

Рисунок 1 – Схема многоярусной микромолотковой мельницы МММ-2

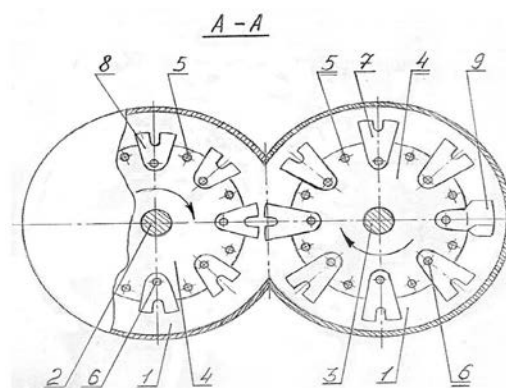


Таблица 1 – Стоимостное сравнение предлагаемых реагентов для ССС с зарубежными аналогами

Предлагаемые реагенты			Импортные аналоги
Краткая характеристика	Торговая марка	Цена за 1 кг, руб.	Ориентировочная цена за 1 кг, руб. (евро)
Эфир крахмала: загуститель, водоудерживающая добавка	МК(С)-5М	110	154 (3,6)
Замедлитель схватывания	Slowmix-1	100	230 (5,35)
Микроволокна целлюлозы	МКЦ-М	60	120 (2,83)
Ускоритель схватывания и твердения цемента	УСТ-М	80	380 (9,0)
Пенוגаситель	ПГ-М	70	208 (4,85)
Расширяющая добавка	РД-2М	60	86 (2,0)
Реагент двойного назначения (воздухововлекающая добавка, гидрофобизатор)	ГВД-М	110	277 (6,45)
Реологическая добавка	РЛ-М	50	279 (6,5)
	РЛ-2М	70	

НОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТОГО БУРОВОГО РЕАГЕНТА «PEAT-МА» ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ШЕЛЬФОВЫХ НЕФТЕГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Усов Г. А., Фролов С. Г., Тарасов Б. Н., Поздеев А. С., Гребенюков В. С.
ФГБОУ ВПО «Уральский государственный горный университет»

Шельф давно осваивается и в нашей стране, это в первую очередь месторождения Каспийского моря и позднее Сахалина. А сегодня Россия вплотную приступает к созданию нефтяных промыслов в Арктике – Штокмановское и Приразломное месторождения. В соответствии с Энергетической стратегией РФ на период до 2020 г. освоение нефтегазовых месторождений на шельфе северных и дальневосточных морей является одним из стратегических направлений развития экономики. Наиболее важной и непростой задачей в данном направлении является экологическая безопасность проведения буровых работ. Кроме того нефтегазоносные площади в нашей стране в основном имеют низконапорные продуктивные горизонты, например Западно-Сибирский регион и др. Для успешного их вскрытия при бурении скважин используют облегченные промывочные жидкости, приготовленные из дорогостоящих зарубежных (США, Канада) бентонитовых глино-порошков стоимостью 1,2-1,5 \$ за килограмм и более, (например: унифлок, ДК-дрилл, Сайдрил, Поликем-Д) которые содержат аномальное количество химерагентов, в том числе синтетических полимеров. Такие промывочные жидкости, как известно, оказывают крайне недопустимую кальматацию (закупоривание) продуктивных горизонтов, вследствие чего на десятки процентов снижается добыча полезных ископаемых. Так же, при этом происходит практически неустраняемое экологическое загрязнение земных недр, вызванное чрезмерным количеством использованных полимеров в промывочных жидкостях при бурении скважин.

Значительную часть названных экологических проблем возможно решить путем использования специальных буровых очистных агентов и тампонажных растворов разработанных на основе экологически безопасных материалов органического происхождения (торфопорошки), прошедших специальную механо-химическую обработку. В связи с этим авторами разработана эксклюзивная технология производства дешевого, экологически чистого бурового реагента «Peat-MA» (Peat-Mechanical Activation) для использования при бурении нефтегазовых скважин на шельфе и вскрытии низконапорных горизонтов нефтегазовых скважин на материке. Оценка эффективности регулирования параметров различных типов промывочных жидкостей реагентами типа «Peat-MA» проводилась в лаборатории кафедры ТТР МПИ. Полученные результаты (см. таблицу 1) убедительно показывают, по меньшей мере, равноценность реагентов на основе механоактивированных торфопорошков типа «Peat-MA» с широко апробированными традиционными химическими реагентами для регулирования параметров промывочных жидкостей. Так же следует отметить (по результатам лабораторных исследований), что использование механоактивированных торфопорошков в качестве структурообразователей и стабилизаторов дисперсных систем обеспечивает решение ряда задач по существенному улучшению технологии бурения и вскрытия продуктивных горизонтов нефтегазовыми скважинами: приготовление промывочных жидкостей с малой плотностью $1,01 \div 1,05 \text{ г/см}^3$ при достаточно высоких ее структурно-механических и реологических параметрах (водоотдача – $10 \div 15 \text{ см}^3/30 \text{ мин.}$, условная вязкость $25 \div 30 \text{ с}$ и более, статическое напряжение сдвига до $0,5 \div 1,0 \text{ Па}$, толщина корки $1 \div 1,5 \text{ мм}$); малое содержание твердой фазы в промывочной жидкости и невысокие прочностные свойства частиц торфопорошка, находящихся в этой жидкости, что существенно снижает износ дорогостоящего бурового инструмента, в частности, турбобуров; предлагаемый буровой реагент типа «Peat-MA» благодаря наличию в нем омыленного битума, парафина, масел и дитерпенов обладает хорошей смазывающей способностью, что также снижает износ бурового оборудования и энергозатраты на процесс бурения скважины; возможность получения промывочных жидкостей с низким содержанием твердой фазы и высокими технологическими параметрами существенно

улучшающими условия вскрытия и освоения продуктивных горизонтов нефтегазовых скважин за счет снижения их кальматации; получение экологически чистого и наименее токсичного бурового раствора, по сравнению с традиционно используемых в нефтегазовом бурении, что позволяет существенно уменьшить экологическую нагрузку на окружающую среду и, как следствие, значительно сократить затраты на проведение природоохранных мероприятий.

Таблица 1 – Параметры буровых промывочных жидкостей на основе реагента «Peat-MA»

Рецептура раствора	ρ , г/см ³	T , с	B , см ³ /30 мин	Θ_1 , Па	Θ_{10} , Па	K , мм
Исходный глинистый раствор (вода+глина)	1,04	18	19	0,04	0,135	2,5
Исходный раствор +0,5% «Peat-MA»	1,04	25	20	0,49	0,9	2,5
Исходный раствор +1,0% «Peat-MA»	1,045	31	14	0,45	0,685	1,5
Исходный раствор +1,5% «Peat-MA»	1,045	33	13	0,45	0,730	1,5
Исходный раствор +2,0% «Peat-MA»	1,047	37	12	0,49	0,81	1,5
Исходный раствор +2,5% «Peat-MA»	1,048	40	11,5	0,49	0,775	1,5
Исходный раствор +3,0% «Peat-MA»	1,05	46	10	0,27	0,450	1,5
Исходный раствор +3,5% «Peat-MA»	1,05	49	9,5	0,40	0,540	1,5
Исходный раствор +4,0% «Peat-MA»	1,052	52	9,0	0,40	0,585	1,5
Исходный раствор +4,5% «Peat-MA»	1,053	55	9,0	0,40	0,590	1,5

На основе разработанной технологии и техники модификации органических полимеров, методом механоактивации возможно открытие стационарного, много тоннажного, достаточно компактного и быстро окупаемого производства универсального экологически чистого бурового реагента «Peat-MA» или серийный выпуск малогабаритных измельчительных комплексов, для производства выше названного реагента непосредственно в районе нефтепромысла. Дополнительно данная технология и техника сверхтонкого измельчения и механоактивации позволит производить различные импортозамещающие, экологически безопасные буровые реагенты (структурообразователи, понизители водоотдачи, смазывающие добавки, кальматанты и др.) в промышленных объемах. Использование последних при приготовлении высококачественных буровых растворов и тампонажных смесей позволит повысить механическую скорость бурения на 25-40 %, сократить временные и материальные затраты на сооружения скважин до 20%, снизить абразивный износ бурового оборудования в 10 раз, повысить на сотни процентов добычу жидких и газообразных ископаемых, а главное – полностью исключить экологическое загрязнение окружающей среды техногенными флюидами используемыми при бурении скважин, как на шельфе, так и на материке.

МЕХАНОАКТИВАЦИЯ ТВЕРДОЙ ФАЗЫ ПРОМЫВОЧНЫХ ЖИДКОСТЕЙ И ЕЕ ВЛИЯНИЕ НА ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ БУРЕНИЯ СКВАЖИН

Усов Г. А., Эйнгорн С. Г., Суворова А. А., Сердюков Ф. П., Пеньков П. М.
ФГБОУ ВПО «Уральский государственный горный университет»

Технико-экономические показатели проходки скважин зависят не только от применяемого оборудования, типа долот, режима бурения (удельная нагрузка и частота вращения долот), но и от способа и режима промывки, технологических свойств буровых очистных агентов. Эта зависимость настолько существенна, что в современных условиях бурения выбору параметров промывки и показателей свойств буровых промывочных жидкостей уделяют значительное внимание.

Выбор очистных агентов для буровых работ во многом определяется геологическими условиями проходки скважин. При этом необходимо учитывать, что промывочные жидкости, даже в пределах одного типа (например ингибированные, известковые или глинистые), могут по-разному влиять на механическую скорость бурения, устойчивость ствола скважины, состояние пристволенной зоны продуктивных пластов и в конечном счете на экономические показатели бурения. Для достижения максимальной механической скорости проходки скважины наиболее предпочтительно использовать маловязкие, т. е. с малой плотностью, промывочные жидкости, которые возможно получить путем использования в промывочных жидкостях высокодиспергированной твердой фазы на основе выбуренных пород или специальных материалов, таких как известняк, доломит, мел и др.

Из практики известно, что удельный вес работ по приготовлению и обработке промывочных жидкостей в общем балансе бурения составляет в среднем до 10 %, а при бурении скважин в осложненных условиях – до 20 % и более. Для приготовления одного кубического метра промывочной жидкости расходуется до 10 кВт/ч электроэнергии. Опыт работы как в нашей стране, так и за рубежом показывает, что можно увеличить скорость бурения скважин на 25-40 % только за счет применения прогрессивной технологии промывки.

Увеличение затрат на оборудование и измельчительные машины для приготовления и обработки промывочных жидкостей экономически его оправдывает. Эта тенденция становится особенно ощутимой с увеличением глубины скважины и ее диаметра, а особенно при проходке скважины в сложных геологических условиях. В последнем случае промывка скважины часто играет решающее значение.

По степени ухудшения работы породоразрушающего инструмента используемые при бурении промывочные системы располагаются в следующем порядке: тяжелые и высоковязкие глинистые промывочные жидкости, легкая маловязкая промывочная жидкость; промывочная жидкость на основе выбуренных пород, эмульсия, техническая вода, вода с ПАВ, азрированная жидкость, воздух. Известно, что снижение плотности промывочной жидкости с 1,15-1,2 до 1,04-1,06 г/см. куб. повышает механическую скорость бурения на 20-25 % и снижает износ долот на 30-35 %. Очевидно, что основными физическими факторами, влияющими на технико-экономические показатели бурения, являются компонентный состав, плотность, фильтруемость и другие структурно-механические и реологические параметры промывочных жидкостей. Практика бурения скважин показывает, что с увеличением плотности промывочной жидкости и повышением гидростатического давления на забой механическая скорость гиперболически понижается. Особенно это влияние заметно при увеличении плотности раствора от 1,0 до 1,5 г/см. куб. Учитывая данные факторы, как показывает практика, можно в среднем увеличить механическую скорость на 12-17 % и проходку на долото до 25 %. А это является весьма существенным аргументом повышения производительности и качества буровых работ.

Из проведенного обобщения результатов практических наблюдений ряда авторов в нашей стране и за рубежом качественная зависимость механической скорости проходки

скважин от основных показателей промывочной жидкости (вязкости, водоотдачи, содержания твердой фазы и плотности) может быть представлена в следующем виде (см. рисунок 1).

Многообразие условий бурения в сочетании с экономической целесообразностью не позволяют создать в ближайшее время универсальную промывочную жидкость. Использование промывочных жидкостей, отвечающих по своим свойствам геолого-техническим условиям бурения скважин, обуславливает необходимость создания современного высокоэффективного оборудования для приготовления и обработки промывочных жидкостей, надежно работающего в полевых условиях.

Анализ известной измельчительной техники, применяемой для приготовления и обработки буровых растворов, показывает, что серийно выпускаемой техникой, соответствующей вышеуказанным требованиям, в нашей стране практически не существует. Эксплуатация измельчительных машин, пригодных для механоактивации буровых промывочных жидкостей, обуславливает ряд технических требований к данному оборудованию.

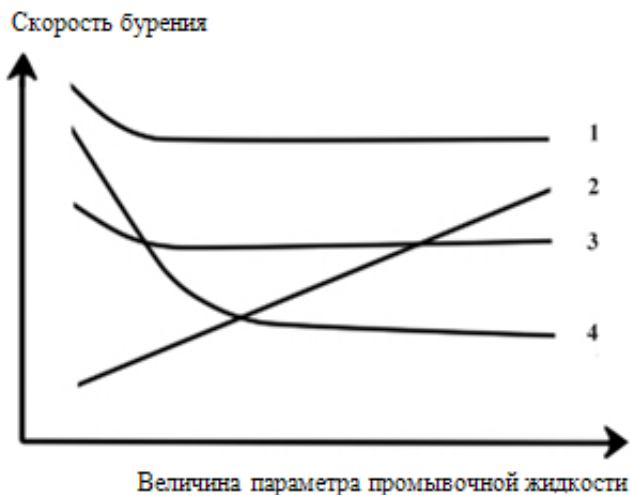
Основными из них являются:

- высокая эффективность процесса измельчения и диспергации материалов с самыми разнообразными физико-механическими свойствами;
- мобильность измельчительных машин за счет существенного уменьшения габаритов и массы конструкции;
- достаточно высокая производительность, обеспечивающая в полной мере требования производства буровых работ;
- возможность осуществления как мокрого, так и сухого диспергирования материалов;
- простота конструкции, удобство и надежность эксплуатации.

Проблемы, направленные на повышение качества промывки скважин, как одной из основных операций процесса бурения, в достаточной мере решаемые методом механоактивации твердой фазы промывочных жидкостей, требуют выполнения следующего комплекса работ:

- теоретические, экспериментальные и лабораторные исследования процессов измельчения и диспергации материалов, используемых для приготовления буровых промывочных жидкостей;
- разработка рецептур и технологии приготовления специальных промывочных жидкостей на основе механоактивации их твердой фазы.

Выполнение данного комплекса исследований и разработка измельчительного оборудования, обеспечивающего высокоэффективный процесс механоактивации твердой фазы промывочных жидкостей, как показывает вышеизложенное, позволит существенно повысить показатели проходки скважин различного назначения и в разных геолого-технических условиях бурения.



1 – вязкость (с); 2 – водоотдача (см. куб./30 мин.); 3 – содержание твердой фазы (%); 4 – плотность (г/см. куб.)

Рисунок 1 – Зависимость механической скорости бурения от параметров промывочной жидкости

КИНЕТИКА ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ПРИ ГИДРОАКУСТИЧЕСКОМ ДИСПЕРГИРОВАНИИ

Усов Г. А., Фролов С. Г., Тарасов Б. Н., Кралина Л. И., Мокрецова М. А.
ФГБОУ ВПО «Уральский государственный горный университет»

Технологические особенности воздействия на измельчаемый материал при механическом и ультразвуковом диспергировании предполагают различие в кинетике осуществляемого процесса. Очевидно, что при ультразвуковом диспергировании механизм разрушения носит поверхностный характер, когда под воздействием ударных нагрузок, трансформируемых на поверхность измельчаемого материала, происходит отшелушивание частиц с его поверхности. Причем прирост поверхности S осуществляется следующим образом. При каждом последующем акте приложения нагрузки на частицу с начальным линейным размером X образуется n частиц размером X_1 . Приняв допущения, что образовавшиеся частицы идентичны, величину поверхности, образовавшуюся после первого акта, с учетом коэффициента формы частиц a_2 , можно записать в виде

$$S_1 = (X_0 - 2X_1)^2 a_2 + \left[\frac{X_0 - 2X_1}{X_1} \right] X_1^2 a_2 \quad (1)$$

Сгруппировав выражение, получим:

$$S_1 = (X_0 - 2X_1)^2 (1 - a_2) a_2 \quad (2)$$

Примем:

$$A = 1 + a_2, \quad (3)$$

$$a = X_1 / X_0. \quad (4)$$

Тогда уравнение (2) запишется в виде:

$$S_1 = AX_0^2 (1 - 2a)^2 a_2 \quad (5)$$

Для второго акта ультразвукового диспергирования, при условии, что соотношение линейных размеров вновь диспергированных частиц остается постоянным и равным отношению X_1/X_2 , величина общей поверхности S_2 запишется в виде:

$$S_2 = A^2 X_0^2 (1 - 2a)^4 a_2. \quad (6)$$

Так же для третьего акта уравнение запишется в виде:

$$S_3 = A^3 X_0^2 (1 - 2a)^6 a_2. \quad (7)$$

Для n -го акта будет иметь место:

$$S_n = A^n X_0^2 (1 - 2a)^{2n} a_2 \quad (8)$$

Согласно закону Реттингера [1], при единичном гидроакустическом импульсе для разрушения поверхностного слоя на толщину измельчаемых частиц X_1 необходимо затратить энергию U , равную

$$U = 3eX_0^2 X_1 a_3, \quad (9)$$

где e – удельные затраты энергии на предельные упругие деформации; a_3 – коэффициент объема диспергируемых частиц.

Величина акустической энергии, передаваемая каждой из флотированных частиц n_K твердой фазы при всхлapyивании кавитирующего пузырька, передающего E_K энергии, будет равна:

$$U = E_K / n_K \quad (10)$$

Из рассмотренных зависимостей (9) и (10) легко определить размер X_1 отделяемых частиц при единичном всхлapyивании кавитирующего пузырька:

$$X_1 = E_K / 3en_K X_0^2 a_3. \quad (11)$$

Количество n_k флотированных частиц твердой фазы на поверхности кавитирующего пузырька равно отношению объема V_k жидкости, из которой флотируются диспергируемые частицы, к ее объему V , приходящемуся на одну частицу

$$n_k = V_k / V \quad (12)$$

Объем V_k зависит, от радиуса воздействия парогазового пузырька R_0 , плотности материала диспергируемых частиц ρ , а также от частоты f колебаний и сдвиговой вязкости r кавитирующей среды. Для рассматриваемого случая он равен

$$V_k = 3\pi(X_0 R_0^3 \rho f / r)^{1.5} / \quad (13)$$

Объем V , исходя из условия равномерного распределения диспергируемых частиц Vr объеме Vp приготавливаемой жидкости, составит:

$$V = VpX^3 a_3 / Vr. \quad (14)$$

Решая уравнение (11) с учетом (12) и (13), получим:

$$n_k = 3\pi f^{1.5} Vr R_0^{4.5} (p/r)^{1.5} / VpX_0^{1.5} a_3. \quad (15)$$

Решение уравнения (11) дает выражение, определяющее толщину поверхностного слоя диспергируемой частицы эрозируемого при единичном всхлapyвании кавитирующего пузырька, которая в рассматриваемом случае равна линейному размеру частиц, образовавшихся в результате первичного импульса гидроакустических колебаний.

$$X_1 - E_k Vp / 9e\pi X_0^{0.5} f^{1.5} Vr R_0^{4.5} (p/r)^{1.5}. \quad (16)$$

Величина энергии E_k ударной волны, передаваемой диспергируемым частицам, определяется исходя из условия равенства кинетической энергии жидкости, движущейся в поле кавитационного пузырька согласно Новицкому Б. Г. [1] равна

$$E_k = 2\pi\rho_b R_0^5 f^2, \quad (17)$$

где ρ_b – плотность жидкой фазы обрабатываемой суспензии. Зная зависимость между величинами начального линейного размера частиц X_0 и размера частиц, полученных при гидроакустическом диспергировании после первого акта X_1 , а также условия флотации

$$n \leq 4R_0^2 / x^2, \quad (18)$$

становится возможным определение необходимого количества актов n для получения общей поверхности, равной

$$n = \log_{A(1-2a)^2} 4R_0 X_0^{-2}. \quad (19)$$

Зная необходимое количество актов n , а также количество одновременно обрабатываемых частиц одним кавитационным пузырьком n_k и количество K таких пузырьков в единице объема при данной характеристике поля, можно определить затраты времени T на протекание процесса гидроакустического диспергирования единицы объема Vg глиноматериала

$$T = \frac{Vg}{n_k K f X_0^3 a_3}. \quad (20)$$

Анализ полученных зависимостей (16), (19) и (20) показывает, что наиболее рационально процесс гидроакустического диспергирования протекает при малых частотах ($f = 0,01-10$ кГц). С увеличением частоты гидроакустического поля происходит уменьшение флотационной способности кавитирующих пузырьков и, как следствие, увеличение времени на протекание процесса.

СЕЛЕКТИВНОЕ ИЗМЕЛЬЧЕНИЕ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ ТВЕРДЫХ МАТЕРИАЛОВ В КАСКАДНЫХ МЕЛЬНИЦАХ ЦЕНТРОБЕЖНОГО ТИПА

Усов Г. А., Эйнгорн С. Г., Тарасов Б. Н., Гребенюков В. С., Пеньков П. М.
ФГБОУ ВПО «Уральский государственный горный университет»

Традиционные способы разрушения горных пород и других твердых материалов отличаются низкой селективностью. Это выражается в том, что при разделении многокомпонентных материалов приходится нарушать целостность самих компонентов, что отрицательно сказывается на их технических и технологических свойствах. В ряде случаев отсутствие или малая селективность измельчения является пригодной для разрушения не всех твердых материалов. Особо прочные материалы (металлы, твердые сплавы, сырье для порошковой металлургии, чистая керамика и ряд других) известными способами разрушаются неэффективно или вообще не разрушаются. Вместе с тем необходимость измельчения таких материалов остро ощущается, как в ряде развивающихся в последнее время технологий синтеза новых материалов, так и при переработке вторичного сырья, поскольку большинство промышленных отходов относится к трудноразрушаемым объектам.

Задача селективного измельчения горных пород применительно к проблеме обогащения руд состоит в том, чтобы разрушать объект по поверхностям раздела фаз, причем с минимальными энергозатратами. Таким образом, селективность измельчения можно определить двумя понятиями – геометрической селективностью разрушения и энергетической селективностью разрушения. Эти понятия отражают разные стороны процесса разрушения и не обязательно сопровождают друг друга. Напротив, иногда геометрической селективности разрушения, или селективности раскрытия, достигают, не считаясь с энергетической селективностью или даже за ее счет. Процесс разрушения горных пород, протекающий и геометрически и энергетически селективно, является селективным измельчением [1, 2].

Под геометрической селективностью измельчения минеральной среды можно понимать такое упорядоченное ее разрушение, при котором вновь образованная поверхность S_n будет равна поверхности, разделяющей рудную фазу от пустопородной фазы S_f . Разумеется, добиться на практике осуществления этого равенства практически невозможно. Практически коэффициент раскрытия минеральных зерен, или селективность разрушения, определяется соотношением между общим содержанием зерен рудной фазы в продукте измельчения и содержанием сростков из рудной фазы и пустопородной фазы, выраженной в процентах. Если уровень геометрической селективности измельчения определяется соотношением площадей «полезной» и «избыточной» частей новой поверхности S_n , то, с энергетической точки зрения, образование и той, и другой части новой поверхности есть процесс упорядоченного преобразования энергии, поступающей от внешних источников.

Энергетическая проблема селективного измельчения состоит в том, что в рамках существующих технологий измельчения коэффициент этого преобразования (коэффициент использования энергии) составляет, в лучшем случае, десятые доли процента, т.е. подавляющая часть подводимой энергии диссипирует и не идет на образование ни «полезной», ни «избыточной» поверхности. Энергетически селективным является такое измельчение, при котором подводимая энергия расходуется на образование только «полезной» части новой поверхности. Уровень энергетической селективности измельчения определяется значением коэффициента использования энергии:

$$K = \frac{W}{\varepsilon_n \left(1 + \frac{\varepsilon_0}{\varepsilon_n}\right)}$$

где K – коэффициент использования подведенной к измельчительному аппарату энергии; W – энергия вновь образованной «полезной» поверхности; ϵ_n – работа взаимодействия частиц минерала и рабочих органов измельчительной машины друг с другом и между собой; ϵ_0 – все остальные виды работ (сил трения в узлах машины и т. д.).

Традиционные техника и технология измельчения руд, несмотря на длительный период совершенствования, оказались построенными на принципах, прямо противоположных принципам селективной дезинтеграции. Этот факт объясняется заимствованием обогатителями оборудования, разработывавшегося для беспорядочной дезинтеграции материала с единственной целью сокращения его исходных размеров. Поэтому нет ничего удивительного в том, что современные технологии массового измельчения руд решают задачу, весьма далекую от основной задачи рудоподготовки – раскрытие минералов (обнажение межфазных границ). Как показывают теоретические и экспериментальные исследования в области селективного измельчения, измельчительные машины нового поколения должны работать в условиях минимального времени пребывания частиц материала в диссипативных контактах. Иными словами, конструкция измельчающего аппарата должна быть такой, чтобы отношение объема его рабочей зоны и производительности было минимальным, а готовый продукт должен немедленно выводиться из рабочей зоны и отделяться от недоизмельченной части материала. Важнейшим условием процесса селективного измельчения является возможность регулирования создаваемой рабочими органами мельницы нагрузки на измельчаемый материал и возможность создавать строго фиксированную нагрузку на каждом этапе измельчения за счет изменения технологических параметров или конструктивно.

Все вышеуказанные условия селективного измельчения могут реализовываться в измельчительных агрегатах нового поколения – каскадных центробежных мельницах, разработанных на кафедре ТТР МПИ. Данные мельницы тонкого и сверхтонкого помола работают в прямоточном режиме, что обеспечивает кратковременное нахождение измельчаемого материала в зоне измельчения (в пределах десятков секунд), а высокая динамика процесса измельчения обеспечивает достаточное число контактных нагрузок на измельчаемые частицы материала. Регулирование величины контактных нагрузок на измельчаемый материал и создание строго фиксированных нагрузок осуществляется в данной конструкции за счет изменения скорости вращения ротора центробежной мельницы, в котором размещены мелющие тела, также за счет скорости подачи материала в мельницу и за счет изменения массы и формы мелющих тел. Объем рабочей зоны каскадной центробежной мельницы производительностью 1 тонна в час (по цементу) составляет всего 0,09 м, что говорит о минимальном отношении объема рабочей зоны к производительности.

Лабораторные исследования по селективному измельчению в каскадных центробежных мельницах различных многокомпонентных материалов показали возможность данной конструкции измельчать избирательно до заданной крупности те или иные компоненты материала. Внедрение в производство данного класса мельниц, успешно решающих проблемы селективности измельчения твердых материалов, позволит решить многие актуальные задачи в горно-обогатительной, металлургической, строительной, химической и других отраслях промышленности. Особо следует отметить возможность использования настоящего типа мельниц в безотходных технологиях вышеуказанных производств, заключающихся во вторичной переработке отходов данных производств с целью их утилизации и извлечения из них ценнейших компонентов в виде редкоземельных элементов, платиноидов, золота и др. Возможность и эффективность вторичной переработки минерального сырья в каскадных центробежных мельницах была установлена в ходе проведения лабораторных и стендовых исследований работы опытных образцов каскадных мельниц центробежного типа.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

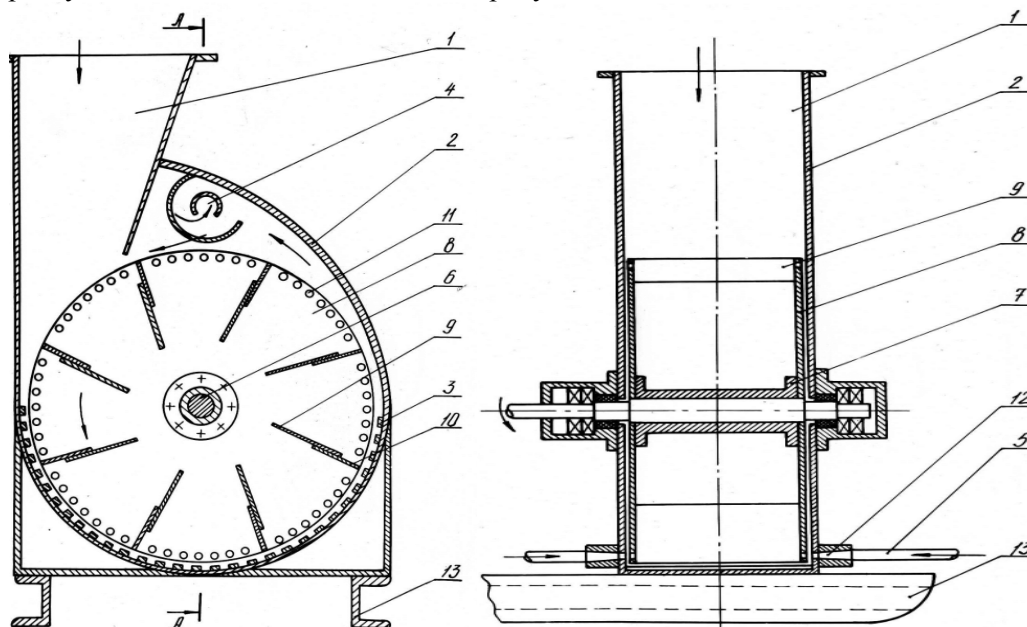
1. Сиденко П. М. Измельчение в химической промышленности. – М.: Химия, 1977. 435 с.
2. Ходаков Г. С. Физика измельчения. – М.: Наука, 1972. 307 с.

ГИДРОДИНАМИЧЕСКАЯ РОТОРНАЯ МЕЛЬНИЦА ГРМ-2

Усов Г. А., Тарасов Б. Н., Руфова Е. М., Пеньков П. М., Сагитуллин Р. А.
ФГБОУ ВПО «Уральский государственный горный университет»

Обработка промывочных жидкостей с целью дальнейшей диспергации твердой фазы под воздействием гидроакустических колебаний в последнее время находит широкое применение. Одновременно остается нерешенной задача измельчения и диспергирования различных видов глиноматериала с высокой степенью дисперсности конечного продукта до 10^{-5} - 10^{-7} м. Такая задача может быть успешно решена лишь при совмещении в одном устройстве двух известных способов диспергирования: механического и гидродинамического [1].

Целью настоящей разработки гидроакустической роторной мельницы ГРМ-2 является повышение эффективности измельчения путем дополнительного ослабления связей между частицами твердого материала, за счет воздействия на исходный продукт гидроакустическим полем в процессе его измельчения в рабочей камере мельницы механическим способом. Общий вид гидроакустической мельницы показан на рисунке 1.



1 – загрузочный бункер; 2 – корпус; 3 – ударная плита; 4 – выходной патрубок; 5 – трубопровод; 6 – вал; 7 – соединительная втулка; 8 – диск; 9 – лопасти; 10 – насадки; 11 – отверстия; 12 – сопла; 13 – рама

Рисунок 1 – Гидроакустическая мельница МГР-2

Мельница состоит из загрузочного бункера 1, корпуса 2, внутри которого размещен горизонтальный лопастной ротор, ударная плита 3, выходной патрубок 4 трубопровода 5 для подачи жидкой фазы. На валу 6 ротора через соединительную втулку 7 жестко закреплены диски 8, между которыми установлены лопасти 9 со сменными насадками 10. На периферии дисков 8 по окружности выполнены отверстия 11, напротив которых в боковых стенках корпуса 2 установлены сопла 12, соединенные с трубопроводом 5 для подачи жидкой фазы в мельницу. Корпус мельницы с приводом установлен на раме 13 [2].

Работает мельница следующим образом. Исходный материал, например, комовая глина, подается в бункер 1. Затем исходный материал захватывается лопастями 9 и, попадая на ударную плиту 3, измельчается силовым усилием лопастей. Одновременно по трубопроводу 5 подается под давлением (до 2,0 - 5,0 МПа) жидкая фаза, например, вода, которая, истекая из сопел 12 с высокой скоростью через отверстия 11 в дисках 8, попадает в зону измельчения, расположенную между кромками лопастей 3 и ударной плитой 3. Поскольку диски 8 вращаются вместе с лопастями 9, то струя жидкости, истекающая из сопел 12, периодически прерывается; при этом достигается частота порядка 1500-2000 Гц. В результате в зоне измельчения предложенной мельницы возникает мощное гидроакустическое поле. В это поле лопастями ротора подаются все новые и новые порции твердого материала. При этом исходный твердый материал одновременно с силовым разрушающим воздействием лопастей ротора подвергается мощным звуковым колебаниям, передаваемым жидкой средой в зону измельчения. Данные колебания резко ослабляют связи между твердыми частицами, вследствие чего материал легко разрушается от силового воздействия лопастей ротора. Измельчаемый твердый материал вместе с жидкой фазой в виде суспензии выводится наружу через выходной канал 4. Подача глиноматериала лопастями 9 ротора в зону измельчения делает процесс разрушения материала непрерывным [3]. Техническая характеристика гидроакустической роторной мельницы МГР-2 представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Техническая характеристика измельчительной машины МГР-2

Вид измельчаемого материала	Глина, мел, барит, слюда и др.
Линейный размер частиц, м:	
Исходный, не более	0,05
Конечный	$10^{-6} \dots 10^{-7}$
Производительность по глиноматериалу, м ³ /ч	1,5...2,0
Частота генерируемых гидроакустических колебаний в рабочей камере, Гц	1500...2000
Потребляемая мощность, кВт	28
Габаритные размеры, мм	
высота	1720
длина	1340
ширина	1065
Масса без электродвигателя, кг	280

Благодаря высокой эффективности измельчения в данной гидроакустической мельнице в несколько раз сокращается число циклов повторного прохождения суспензии через мельницу для измельчения твердого материала до требуемой фракции. В результате производительность мельницы увеличивается в 2-4 раза по сравнению с известными роторными мельницами. Это особенно важно для быстрого и качественного приготовления промывочных жидкостей при бурении скважин в сложных геологических условиях.

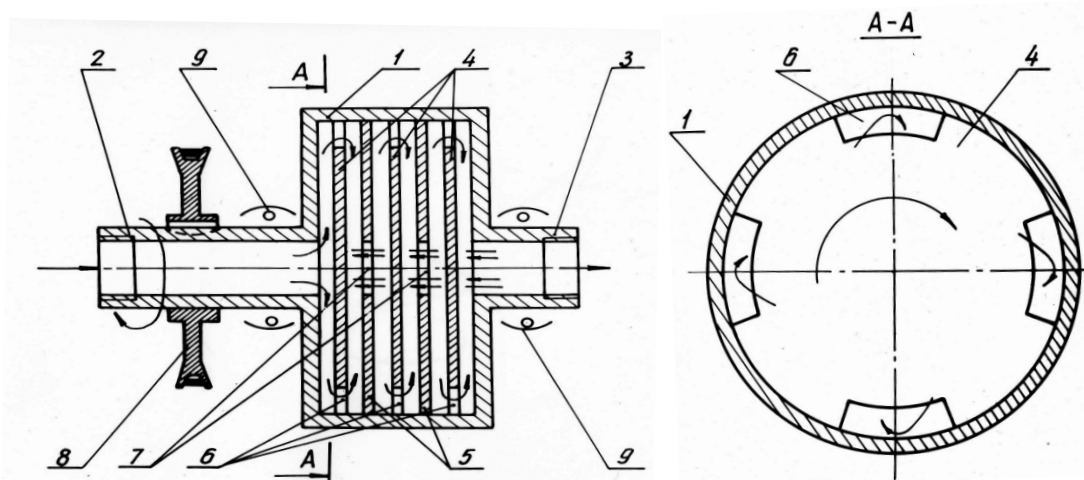
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Молчанов В. И., Селезнева О. Г., Жирнов Е. Н. Активация минералов при измельчении. – М.: Недра, 1988.
2. Сиденко П. М. Измельчение в химической промышленности. – М.: Химия, 1977. 435 с.
3. Ходаков Г. С. Физика измельчения. – М.: Наука, 1972. 307 с

МНОГОСТУПЕНЧАТАЯ СТРУЙНО-ВИХРЕВАЯ МЕЛЬНИЦА СВМ-3

Усов Г. А., Кралина Л. И., Суворова А. А., Мокрецова М. А., Сагитуллин Р. А.
ФГБОУ ВПО «Уральский государственный горный университет»

В предлагаемой измельчительной машине реализован перспективный принцип поэтапного измельчения исходного продукта. Разработанная мельница конструкции СВМ-3 отличается от аналогичных конструкций тем, что позволяет на порядок повысить дисперсность приготавливаемых суспензий при одновременном снижении энергозатрат на работу устройства. Мельница предназначена для активации промывочных жидкостей после их длительного хранения и дополнительного диспергирования грубодисперсных промывочных жидкостей [1]. Конструкция струйной вихревой мельницы поясняется чертежами на рисунке 1.



1 – корпус; 2 – входной патрубок; 3 – выходной патрубок; 4 и 5 – диски;
6 и 7 – отверстия; 8 – шкив; 9 – подшипники

Рисунок 1 – Струйная вихревая мельница для активации промывочной жидкости СВМ-3

Мельница состоит из герметичного корпуса 1, выполненного в виде барабана с входным 2 и выходным 3 патрубками, расположенными по оси корпуса 1 с противоположных торцов. Внутри корпуса 1 размещен смеситель, выполненный из группы последовательно расположенных дисков 4 и 5, которые жестко прикреплены к корпусу 1 перпендикулярно его оси. В дисках 4 и 5 в направлении от входного 2 к выходному 3 патрубку выполнены отверстия 6 и 7 с определенной последовательностью. Первый диск 4 имеет периферические отверстия 6, второй диск 5 – центральные отверстия 7. Корпус 1 выполнен с возможностью вращения, которое передается от двигателя (на чертеже он не показан) с помощью клиноременной передачи через шкив 8, установленный на входном патрубке 2. Для обеспечения возможности вращения корпуса 1 входной 2 и выходной 3 патрубки установлены в опорах на радиальных самоустанавливающихся подшипниках 9 [2].

Работает мельница следующим образом. Во внутрь вращающегося корпуса 1 по входному патрубку 2 через вертлюг (на чертеже не показан) непрерывно под давлением подают крупнодисперсную пульпу. Здесь пульпа, двигаясь по зазору между торцом корпуса 1 и диском 4 и через периферические отверстия 6, благодаря наличию сил трения внутри жидкости, раскручивается и приобретает частоту вращения, равную частоте вращения корпуса 1. Во вращающемся потоке происходит измельчение твердой фазы пульпы. Кроме того, пульпа, раскручиваясь в корпусе 1, под действием центробежных сил, возникающих во вращающемся потоке, прижимается к боковым стенкам корпуса 1. В результате этого в центре вращающегося потока около отверстия 7 диска 5 образуется зона разрежения. С одной стороны, в зону

разряжения из отверстия 7 устремится часть пульпы, с другой стороны сюда по зазору между дисками 4 и 5 пульпа поступает непрерывно. Вследствие этого объем вращающегося потока возрастает, и пульпа стремится выйти по зазору между дисками 4 и 5, в результате происходит гидравлический удар встречных потоков. Одновременно с этим давление в зазоре между дисками 4 и 5 возрастает, в результате чего происходит выброс части пульпы через отверстие 7 в сторону выходного патрубка 3. А в центре вращающегося потока около отверстия 7 опять возникает зона разряжения и процесс повторяется с высокой частотой, достигая звукового или ультразвукового диапазонов. Так как смеситель мельницы выполнен в виде группы дисков, то пульпа, двигаясь через него, периодически и многократно подвергается колебаниям с высокой частотой, а твердая фаза интенсивно разрушается. Это повышает эффективность измельчения и позволяет с высокой производительностью осуществлять приготовление буровых промывочных жидкостей [3]. Техническая характеристика многоступенчатой струйно-вихревой мельницы СВМ-3 представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Технические характеристики измельчительной машины СВМ-3

Параметры	Значения
Вид измельчаемого материала	Крупнодисперсная пульпа
Линейный размер частиц, м:	
Исходный, не более	10^{-5}
Конечный	$10^{-7} \dots 10^{-8}$
Производительность по глиноматериалу, м ³ /ч	18...20
Частота генерируемых гидроакустических колебаний в рабочей камере, Гц	20000
Потребляемая мощность, кВт	18
Габаритные размеры, мм	
высота	650
длина	1340
ширина	720
Масса без электродвигателя, кг	176
Статистический напор потока, МПа:	
на выходе	0,4
на входе	4,5
Амплитуда звукового давления генерируемой волны, МПа	0,12

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Молчанов В. И., Селезнева О. Г., Жирнов Е. Н. Активация минералов при измельчении. – М.: Недра, 1988.
2. Сиденко П. М. Измельчение в химической промышленности. – М.: Химия, 1977. 435 с.
3. Ходаков Г. С. Физика измельчения. – М.: Наука, 1972. 307 с.

РАЗРАБОТКА МАЛОГАБАРИТНОГО ОБОГАТИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА «КОЗ-2М» И ТЕХНОЛОГИИ ИЗВЛЕЧЕНИЯ МИКРОННОГО ЗОЛОТА НА ЗАГЛИНИЗОВАННЫХ ТЕХНОГЕННЫХ РОССЫПЯХ

Усов Г. А., Тарасов Б. Н., Пономарев В. П., Мокрецова М. А., Гордеев Е. Н.
ФГБОУ ВПО «Уральский государственный горный университет»

Техногенные месторождения благородных металлов и прежде всего техногенные россыпи, как объекты промышленной переработки в последние годы привлекают все большее внимание и подвергаются кардинальной переоценке в связи с двумя тенденциями. Одна из них состоит в появлении новых технологий и новых обогатительных аппаратов, позволяющих значительно поднять извлечение или улучшить экономические показатели переработки сырья, относившегося ранее к забалансовому по содержанию золота или по технологическим причинам. Вторая тенденция заключается в неуклонном снижении среднего содержания золота в балансовых запасах золота целиковых россыпей при одновременном росте удельных затрат на горно-капитальные и горно-подготовительные работы.

Ресурсный потенциал техногенных золотосодержащих объектов в России оценивается в 55-60 % от добытого в стране золота. По современным оценкам и многочисленным литературным данным, старательские артели, использующие традиционные промысловые приборы, теряют от 20 до 50 % золота. Многочисленными исследованиями рядом научных коллективов и производственных организаций, установлено, что доля мелкого и тонкого золота в техногенных отвалах, как правило, преобладает над крупным и составляет до 90 % общего количества.

Ресурсы микронного золота только в техногенных россыпях РФ оцениваются в несколько тысяч тонн. Основные потери при добыче россыпного золота приходятся на тонкое, пластинчатое и дисперсное. На предприятиях эту проблему в основном решают путем совершенствования традиционных технологических схем: применением шлюзов мелкого наполнения; отсадочной технологии; центробежной сепарации. Однако, реализация этих направлений не решает проблемы извлечения тонкодисперсного золота.

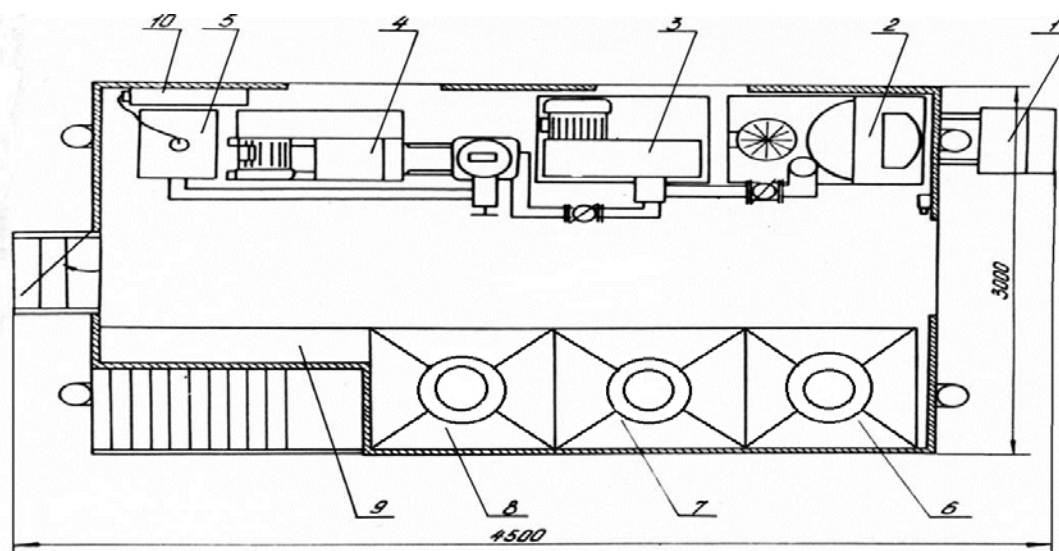
Авторами предлагается к разработке технология обогащения тонкодисперсного золота на базе высокоэффективной измельчительной техники использующей гидродинамический способ и эффект кавитации. На сегодняшний день высокоэффективная измельчительная техника данного типа в процессах обогащения полезных ископаемых не используется.

Малогабаритный обогатительный комплекс «КОЗ-2М» (см. рисунок 1) предлагается оснастить высокоэффективной измельчительной техникой работающей в гидродинамическом режиме с использованием эффекта кавитации и наиболее эффективным центробежным концентратором с плавающей постелью.

Многосекционная роторная мельница «ММР-2» необходима в данной технологии для повышения степени измельчения и однородности твердой фазы при приготовлении золотосодержащей суспензии и предварительного измельчения крупных кусков исходной твердой фазы. Производительность описанной мельницы выше известных в 2, 3 раза и более (в зависимости от числа секции корпуса). Она обеспечивает быстрое и качественное приготовление больших объемов глинопесчаной суспензии, а более эффективное измельчение мельницы сокращает расход электроэнергии в 1,2-1,3 раза.

Конструктивные особенности гидродинамического барабанного измельчителя «ИГД-М» в отличие от всех других устройств гидромеханического типа, применяемых для приготовления глинопесчаных суспензий, позволяют реализовать в нем принципиально новый и эффективный способ диспергации глинистого материала. Отличие заключается и в расширении функциональных возможностей, так как разработанный измельчитель работает не только в качестве диспергатора, он осуществляет транспортирование золотосодержащей пульпы, т.е. одновременно выполняет функцию перекачивающего насоса.

Струйная вихревая мельница «СВМ -3» конструктивно отличается от других подобных устройств, работающих по принципу гидродинамических генераторов тем, что содержит два когерентных источника звуковых колебаний, соединяющихся общим выходным каналом. Такое отличие позволило интенсифицировать процесс измельчения твердой фазы озвучиваемой золотосодержащей пульпы за счет удвоения энергии звуковой волны.



1 – скреперная лебедка; 2 – роторная мельница; 3 – барабанный измельчитель;
4 – перекачивающий насос; 5 – струйная вихревая мельница; 6, 7, 8 – центробежные концентраторы; 9 – пульт управления; 10 – пусковая аппаратура

Рисунок 1 – Схема передвижного малогабаритного комплекса «КОЗ-2М»

Основным узлом в части непосредственного выделения тонкодисперсного золота выбран центробежный концентратор с плавающей постелью марки «ЦКПП-120». Чаша концентратора выполнена из эластичного материала, а сам концентратор снабжен устройством для деформации стенки чаши в виде роликов, установленных снаружи чаши в непосредственном контакте с ней. Из-за давления роликов чаша имеет форму треугольника со сглаженными углами. При вращении эластичная чаша из-за контакта с роликами постоянно меняет форму. Именно это обеспечивает дополнительное разрыхление материала.

Техническая характеристика передвижного малогабаритного комплекса «КОЗ-2М» по обогащению микронного золота

Производительность по объему золотосодержащей пульпы, м ³ /ч.....	75
Потребляемая мощность, кВт.....	105
Удельный расход энергии на приготовление 1 м ³ пульпы, кВт·ч/м ³	1,4-1,9
Габаритные размеры, мм:	
длина.....	4500
ширина.....	3000
высота.....	2800
Масса установки, кг.....	3500
Количество обслуживающего персонала в смену, чел.	2

Внедрение в промышленных масштабах предлагаемой технологии и обогатительного малогабаритного комплекса «КОЗ-2М» позволит переработать накопленные отвалы с трудноизвлекаемым микронным золотом и повысить выход (на десятки процентов) полезного ископаемого на новых россыпных месторождениях драгоценных и редких металлов.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА И СПОСОБА ПРИМЕНЕНИЯ УНИВЕРСАЛЬНОГО РЕАГЕНТА «TURVA-NF» ДЛЯ ЛИКВИДАЦИИ АВАРИЙНЫХ РАЗЛИВОВ НЕФТИ

Усов Г. А., Эйнгорн С. Г., Гребенюков В. С., Гордеев Е. Н., Драгун В. А.
ФГБОУ ВПО «Уральский государственный горный университет»

В связи с резким ухудшением экологической обстановки в масштабе всей планеты решение проблем защиты растительного и животного мира от техногенного воздействия становится настоящей необходимостью. Немаловажной составляющей этой большой проблемы является ликвидация последствий разливов нефти в результате аварийных ситуаций различного масштаба и попадания нефти и нефтепродуктов в водную среду. Мировой и отечественный опыт показывают, что в настоящее время одним из перспективных способов удаления нефти с водных поверхностей является использование сорбционных и биосорбционных технологий, предусматривающих применение специальных нефтепоглощающих материалов (сорбентов).

В комплексном критерии эффективности использования сорбционных материалов необходимо учитывать их сорбционные характеристики, стоимость, транспортные издержки, сложность нанесения на загрязненные поверхности, с учетом особенностей загрязненных участков, особенности применения в различных климатических условиях, технические решения утилизации нефтенасыщенных сорбентов. В критерии биосферной совместимости проведения природоохранных мероприятий должны рассматриваться подходы, использование которых при производстве, транспортировке, применению и утилизации нефтепоглощающих материалов не приведет к повторному загрязнению природных объектов.

Большинство используемых в настоящее время сорбционных материалов для ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов получают на основе синтетических и природных органических полимеров. Типичными представителями нефтепоглощающих материалов, полученными на основе синтетических полимеров и изделий из них, являются сорбенты на основе полипропиленовых волокон, пенографита, пенопластов (пенополиуретаны), изделия из поливинилхлорида, фенолальдегидных смол, резиновой крошки и др.

К недостаткам использования синтетических сорбентов можно отнести экологическую опасность, сложность утилизации, высокую стоимость. Для синтетических сорбентов характерно, что, несмотря на гидрофобность, они обладают низкой селективностью и с одинаковой интенсивностью поглощают нефть и воду. Применение сорбентов в диспергированной форме (каучуковая крошка, порошок фенолформальдегидной смолы, гранулы полистирольного пенопласта) может привести к вторичному загрязнению окружающей среды уже этим сорбентом, слаборазлагающимся в природных условиях.

При комплексном подходе с учетом требований высокой эффективности, невысокой стоимости и экологичности при создании нефтепоглощающих материалов специалисты Финляндии, Канады, США и России отдают приоритет природному материалу торфу. Финской фирмой «Varo» на основе торфа создан и применяется материал «Ripotin», обладающий нефтеемкостью до 3 г/г (ориентировочная стоимость 3000 US \$). Канадская фирма «Klon Inc.» на основе канадского торфяного мха предлагает экологически чистый сорбент «Peatsorb», который позволяет эффективно удалять последствия разливов сырой нефти, нефтепродуктов и более 50-ти наименований углеводородсодержащих веществ (стоимость сорбента доходит до 8000 US \$).

Российская компания «Ренари» предлагает экологически безопасный сорбент на основе продуктов термической переработки отходов сельского хозяйства для сбора и удаления нефти и нефтепродуктов с поверхности воды с сорбционной емкостью по нефти от 2 до 4 г/г и стоимостью за одну тонну сорбента 2750 US \$. Другая российская компания «Лессорб»

разработала серию препаратов на основе сфагновых мхов. Предлагаемые препараты обладают нефтеемкостью в пределах 2,5-4,0 г/г и стоимостью 2500-5000 US \$ за тонну.

Совместные предварительные исследования, проведенные кафедрами технологии и техники разведки МПИ и гидрогеологии, инженерной геологии и геоэкологии Уральского государственного горного университета, позволяют утверждать, что перспективность использования торфа и композиций на его основе в качестве сорбентов нефти и продуктов ее переработки позволяет создать не дорогой высокоэффективный сорбционный препарат, по своим эксплуатационным характеристикам, не уступающий зарубежным аналогам, разработать новый способ его использования (см. рисунок 1) и найти рациональное применение нефтенасыщенного реагента «Turba-НF» при полном соблюдении экологичности.

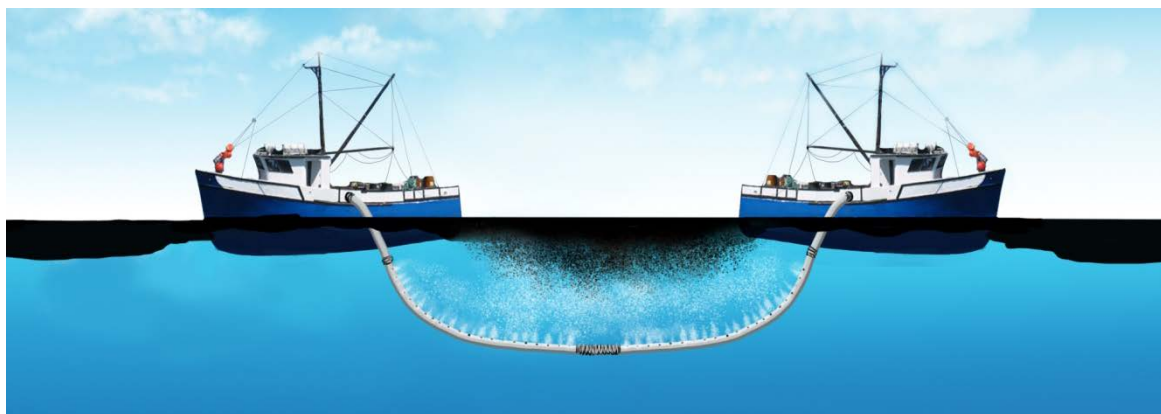


Рисунок 1 – Способ применения реагента «Turba-НF»

В качестве эффективного и дешёвого сорбента на современном рынке представлены различные виды торфореагентов для сбора нефти с водной поверхности. Все они производятся на основе крупнодисперсного (частицы размером от 0,5 до 10 мм) фрезерного торфа, с заранее повышенной влажностью (до 20 %) при полном отсутствии сорбционной избирательности к нефтепродуктам и воде. Кроме того отсутствуют предложения по дальнейшему рациональному использованию торфа насыщенного нефтью и водой (только захоронение или сжигание).

К внедрению на промышленном уровне авторами предлагается технология и техника для производства торфореагента «Turba-НF» обладающего совершенно новыми уникальными свойствами: торфореагент имеет влажность не более 10 %; размер всех частиц торфопорошка меньше 150 микрон; сорбционная способность увеличена в 1.5 раза; частицы порошка покрыты гидрофобным слоем, обеспечивающим избирательность сорбционной способности в пользу нефтепродуктов 95 %; гидрофобизованный торфопорошок возможно подавать под нефтяную пленку, что полностью исключит потери реагента; торфопорошок пропитанный нефтью может использоваться в качестве пластифицирующей добавки в дорожные покрытия, увеличивающей срок службы асфальта в несколько раз; за счет высокой дисперсности увеличена насыпная плотность торфореагента до 0,5 т/м³, что существенно упрощает его транспортировку; себестоимость производства торфореагента по предварительным подсчетам не превысит 38-40 руб./кг.

Разработанная авторами технология и техника позволит организовать стационарное очень компактное производство по переработке торфа в различные виды сорбентов с повышенной сорбционной способностью, востребованные и конкурентные на современном, в том числе международном рынке. По другому варианту возможно изготовление и продажа малогабаритных мобильных установок по производству торфореагентов непосредственно в районы нефтепромыслов, имеющих исходное сырье.

ХАРАКТЕРИСТИКА ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА МОРСКИХ И КОНТИНЕНТАЛЬНЫХ КВАРЦЕВЫХ ПЕСКОВ ЗАУРАЛЬЯ

Слободчикова Е. Е.¹

Научный руководитель Грязнов О. Н.², д-р геол.-минерал. наук, профессор

¹ОАО Институт «УРАЛНИИАС»

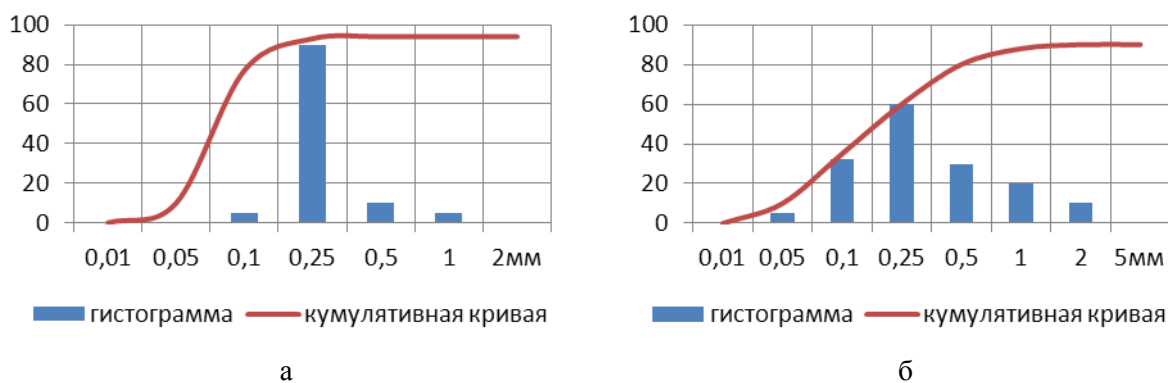
²ФГБОУ ВПО «Уральский государственный горный университет»

В Зауралье широко распространены кварцевые пески морского и континентального происхождения. Песчаный материал значительного объема образуется в результате разрушения горных пород на побережьях морей и крупных озер. С деятельностью речных потоков связано образование преобладающей части известных и эксплуатируемых месторождений песка. Преимущество песков морского генезиса – мощные толщи. Пласты прослеживаются на больших площадях, и пески в них не подвержены в такой степени фациальным изменениям, как в континентальных отложениях [5]. Для континентальных песчаных залежей, в отличие от морских, характерно резкое изменение мощности. Характер залежей пластообразный, линзообразный, часто с хорошо выраженной слоистостью [2]. Наиболее распространены в Зауралье кварцевые пески континентального происхождения [1].

Гранулометрический состав песков может быть изображен графически различным путем. Довольно часто его представляют в виде гистограмм и кривых распределения. Наибольшее применение получил способ изображения гранулометрического состава в виде кумулятивных (интегральных) кривых. При этом по оси абсцисс располагается шкала размеров зерен или их логарифмов, а по оси ординат откладываются проценты всех частиц.

Рассмотрим гранулометрические составы кварцевых песков морского происхождения верхнемелового возраста (mK_2) на примере верхнего слоя Мугайского и Мысовского месторождений [7], палеогенового возраста (mP_3) на примере Ерофеевского, Кичигинского и Галяминского месторождений [6]. И кварцевых озерно-аллювиальных континентальных песков верхнемелового возраста (laK_2) на примере нижнего слоя Мугайского и Мысовского месторождений [7], неогенового возраста ($laN_{1,2}$) на примере Тумашевского [4] и Чусовского месторождений [5].

Изобразив результаты гранулометрического анализа в виде гистограмм и кумулятивных кривых [3] (рисунки 1, 2) и проанализировав их, можно сделать следующие выводы:



а – морские пески; б – континентальные пески

Рисунок 1 – Гранулометрический состав песков Зауралья

1). Для месторождений морского происхождения характерна высокая концентрация материала в фракции 0,25 мм и постоянство гранулометрического состава в пределах всей толщи. Отсутствуют пески пылеватые и смешанных разностей.

2). Для песков континентального происхождения характерно несколько пониженное содержание обломочного материала в господствующих фракциях по сравнению с песками морского происхождения. Пески озерно-аллювиального происхождения хуже отсортированы чем морские.

3). Кварцевые пески морского и континентального происхождения рассмотренных месторождений верхнемелового, палеогенового и неогенового возраста Зауралья имеют одновершинные типы профилей.

4). Как показывают кумулятивные кривые гранулометрического состава, кварцевые пески рассмотренных месторождений однородные, хорошо отсортированные – степень неоднородности $C_u = 1,45-2,9$ д. е.

5). Из гистограмм гранулометрического состава видно, что среди морских и континентальных кварцевых песков преобладают мелкозернистые пески (фракция 0,1-0,25).

Колебания размерности обломочного материала являются результатом того, что образование песчаных месторождений за немногим исключением происходило и происходит в настоящее время в беспокойных и изменчивых условиях. Более однородный гранулометрический состав (под которым понимается преобладающее и постоянное содержание одной фракции при выдержанном минералого-петрографическом характере обломочного материала) песков аллювиального происхождения обычно присущ песчаным залежам аллювиальных отложений равнинных рек. Полезная толща частично или полностью обводнена.

Наилучшая сортировка продуктов выветривания и полное отделение песчаной фракции от глинистого материала происходит в морских условиях. Наибольшее количество кварцевых песков морского происхождения приурочено к палеогену. Морской песок является наиболее качественным сырьем, который применяется в качестве мелкого заполнителя при производстве строительных материалов: бетоны, бетонные смеси, растворы, железобетонные изделия, кирпич, строительные смеси. Благодаря своим высоким качественным характеристикам морской песок является универсальным материалом, который применяется в любых видах строительства. Помимо бетонного производства, морской песок широко используется в промышленном, гражданском и дорожном строительстве.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Сергеев Е. М. Инженерная геология. – М.: Изд-во Московского ун-та, 1978.
2. Кузнецов А. В. Формовочные и стекольные пески СССР. – Л.: Недра, 1981. С. 175.
3. ГОСТ 25100-2011 Грунты. Классификация. – М.: Стандартинформ, 2013.
4. Состояние и использование минерально-сырьевой базы Тюменской области. Отчет территориального управления по недропользованию по Тюменской области. – Тюмень, 2012. С. 43.
5. Глущенко Н. М. Полезные ископаемые Курганской области. – Курган, 1995. С. 105
6. Челябинское рудоуправление. Отчет о минеральном сырье месторождений Челябинской области: Ерофеевское, Кичигинское, Галяминское. – Челябинск, 2012. С. 62.
7. Карьер строительных кварцевых песков Алапаевский район п. Бубчиково. – Алапаевск: Архивный отдел Алапаевского муниципального образования, 2005. С. 58.

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МЕТАСОМАТИЧЕСКИ ИЗМЕНЕННЫХ ПОРОД (НА ПРИМЕРЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ «СВЕТЛОЕ»)

Абатурова И. В., Борисихина О. А.

Научный руководитель Абатурова И. В., д-р геол.-минерал. наук, профессор
ФГБОУ ВПО «Уральский государственный горный университет

В настоящее время изучение инженерно-геологических условий месторождений полезных ископаемых является одной из важнейших задач инженерной геологии. Формирование рудных месторождений и в особенности «золотых» связано с метасоматическими преобразованиями. Которые приводят к полному изменению и образованию новых минералов, которые на современном этапе и определяют физико-механические свойства пород. Рассмотрим этот процесс на примере месторождения Светлое.

Целью работы является установление закономерностей изменения физико-механических свойств пород месторождения. Которые определяются характером и степенью гидротермально-метасоматической проработки массива пород, а также их петрографическими особенностями.

Изучаемое месторождение расположено в Охотском районе Хабаровского края.

Вмещающие породы месторождения лавы, туфы андезитов и андезито-дацитов, иингимбриты изменены.

В результате гидротермально-метасоматических процессов разной интенсивности, таких как пропилитизация, вторичное окварцевание, породы изменены до образования пропилитов, вторичных кварцитов трех фаций (диккит-кварцевой, алунит-кварцевой, монокварцитовой) [2].

Пропиллиты – образуются под воздействием близнеитральных сульфатно-гидрокарбонатно-хлоридных терм с температурой 150-350°C [3].

Изменения заключаются в равномерном замещении основной массы туфов хлоритом и гидрослюдой, нередко при участии кварца в виде заполнения пор и в форме гнездовидных зон, а также кальцита в виде мелких кристаллов-бластов и их скоплений.

В пределах месторождения на этой стадии сформировались иллиты и илит-пропилитовые породы.

По результатам лабораторного определения физико-механических свойств установлено, что по пределу прочности на одноосное сжатие иллитовые и иллит – пропилитовые породы представлены преимущественно малопрочными и пониженной прочностью. Для них характерны значения водонасыщения не превышающие первых единиц процентов. При водонасыщении отмечается резкая потеря прочности от 40 до 80 процентов.

Анализ петрографического состава иллит пропилитового комплекса установил, что при увеличении содержания в породе гидрофильных смешано-слоистых хлорит-сметитовых и иллит-сметитовых образований происходит снижение их прочностных характеристик, а увеличение содержания кварцевых агрегатов приводит к повышению скоростей упругих волн.

Среди вторичных кварцитов преобладает алунитовая, диккитовая и монокварцевая фация.

Образование вторичных кварцитов происходит под действием кислых высокотемпературных растворов ($T=300-350$ C). Химизм процесса заключается в выщелачивании большинства петрогенных компонентов.

Кварц-алунитовые метасоматиты представляют собой осветленные (светло-желтые, бежевые, белые) породы с матовым блеском сложенные зернами вторичного кварца и алунита. Алунит, развивается в виде гнезд, скоплений, прожилок, отдельных табличек в кварцевом микроагрегате основной массы. Происходит полная перекристаллизация пород с потерей исходной структуры [1].

Породы приобретают вторичную структуру становясь при этом плотными. В результате метасоматиты обладают высокими значениями скорости продольных волн, а прочность пород неоднородна.

Диккит-каолиновые, кварц-диккит-каолиновые метасоматиты – это породы серовато-белого цвета, массивные, содержащие гидроокислы железа. Часто прослеживается структура первичной породы. Диккит-каолиновые породы довольно пористые, с невысокой плотностью и высокими значениями водонасыщения, что резко снижает и так не высокие прочностные свойства, что приводит к потере прочности до 67%.

Кварц-диккит-каолиновые породы более плотные и более прочные, однако, присутствие в породе каолинита снижает величину прочности. Породы относятся к группе размягчаемых ($K_p < 0,75$).

Крупные залежи монокварцитов затронуты процессами выщелачивания, что обуславливает и неравномерность пористости от слабой (5-10 % объема породы) до значительной (до 30-40 %). Размеры пор до 2,0 см. По физико-механическим свойствам кварциты являются самыми прочными среди развитых на месторождении пород.

Кавернозность определяет и все остальные параметры, так водонасыщение у слабокавернозных пород составляет 0,4 %, у сильнокавернозных 4,12 %. По прочности кварциты относятся к группе прочных, средней прочности и очень прочных пород, скорости продольных волн сильнокавернозных и слабокавернозные пород отличаются в 2 раза. Несмотря на высокую прочность кварциты относятся к размягчаемым ($K_p < 0,75$), потеря прочности при водонасыщении может достичь 50 %.

Таким образом, установлено, что с увеличением степени гидротермально-метасоматической проработки на месторождении ухудшаются физико-механические свойства измененных пород, которые так же зависят от процентного содержания вторичных минералов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Абатурова И. В. Оценка и прогноз инженерно-геологических условий месторождений твердых полезных ископаемых горно-складчатых областей. – Екатеринбург: Уральский центр академического обслуживания, 2011.
2. Абатурова И. В. Прогноз изменения инженерно-геологических условий разработки месторождений полезных ископаемых на разных стадиях изучения // Литосфера. 2013. № 3. С. 137-145.
3. Фролова Ю. В., Ладыгин В. М., Рычагов С. Н. Инженерно-геологические особенности гидротермально-метасоматических пород Камчатки и Курильских островов // Инженерная геология. 2011. № 1. С. 48-63.