

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

---

---

13–22 апреля 2015 года

**ЛИТОЛОГИЯ. ПАЛЕОНТОЛОГИЯ И СТРАТИГРАФИЯ.  
ГЕОЛОГИЯ, ПОИСКИ И РАЗВЕДКА НЕФТЯНЫХ И ГАЗОВЫХ  
МЕСТОРОЖДЕНИЙ**

УДК 552.5 + 552.08

**ПЕТРОГРАФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ  
ОТЛОЖЕНИЙ ХАНТЫ-МАНСИЙСКОЙ СВИТЫ  
НА ПРИМЕРЕ СЕВЕРО-РОГОЖНИКОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ  
(ЗАПАДНАЯ СИБИРЬ)**

**АВЕРЬЯНОВА Е.А.**

Научный руководитель: д.г.-м.н., профессор В.П. Алексеев  
ФГБОУ ВПО «Уральский государственный горный университет»

В настоящее время степень изученности состава, строения и условий формирования юрских отложений Краснотинского свода довольно высока. Накоплен большой объём информации по открытым на данной территории месторождениям, одним из которых является Северо-Рогожниковское (им.Шпильмана) нефтяное месторождение. В данной работе изучаются отложения ханты-мансийской и викуловской (пласты ВК<sub>1</sub> и ВК<sub>2</sub>) свит, вскрытые скважиной 765.

По литологическим особенностям викуловскую свиту подразделяют на две подсвиты: верхнюю – существенно алеврито-песчаную и нижнюю – песчано-алеврито-глинистую. Главный продуктивный горизонт – пласт ВК<sub>1</sub> в кровле викуловской свиты сформировался в процессе региональной альбской трансгрессии, приведшей к накоплению глинистой толщи – нижней подсвиты ханты-мансийской свиты. В ходе исследования выявлены ее петрографические особенности. Глинистая ханты-мансийская свита служит региональной покрывной залежей (рисунок 1).

Рассматриваемая толща представлена преимущественно песчано-алеврито-глинистыми породами. Коллекторами нефти в пластах ВК<sub>1-2</sub> являются тонко-мелкозернистые песчаники и крупнозернистые алевролиты, как правило, слабосцементированные, часто с прослоями и линзами мелкозернистых алевролитов.

Для изучения взят образец из интервала –1524–1527 м. Проведено его макро- и микроскопическое описание.

Образец представляет собой алевролит крупно-мелкозернистый с глинистой примесью. Текстура породы сильно нарушена, имеются взмучивания. Основная масса преимущественно глинистая. Местами сохранились участки с плохо выраженной косо-волнистой слоистостью. Наблюдаются мелкие линзочки растительного детрита. Фация – БПВ (глинисто-алевритовых осадков приливно-отливной зоны) [1].

По микроскопическому описанию порода представлена зернами кварца (70%), полевых шпатов (20%), обломками пород (10%)[2]. Цемент глинистый, плёночный. Плохо окатанные угловатые зерна. Наблюдаются тонкие пластинки слюды (мусковит, биотит). Редкие зерна циркона.

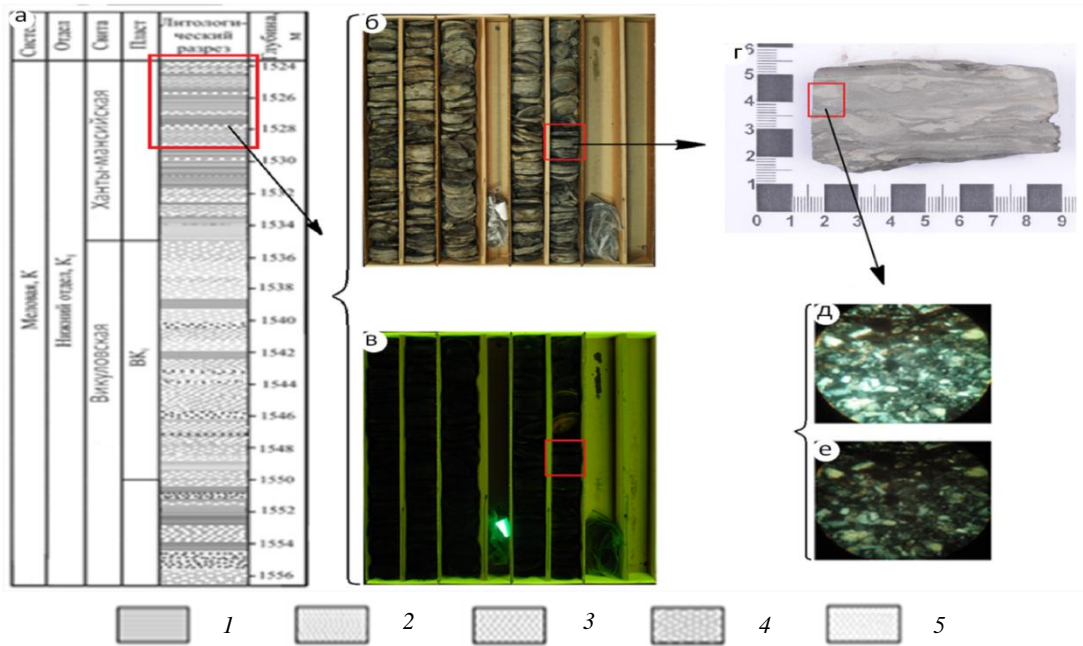


Рисунок 1 – Литолого-петрографическая характеристика ядра скважины 765 Северо-Рогожниковского месторождения:

а – фрагмент стратиграфической колонки; б – фото ядра в дневном освещении; в – фото ядра в ультрафиолетовом освещении; г – изучаемый образец; д – фото шлифа (никели ||); е – фото шлифа (никели  $\times$ );  
отложения: 1 – аргиллит; 2 – мелкозернистый алевролит; 3 – среднезернистый алевролит; 4 – крупнозернистый алевролит; 5 – тонкозернистый песчаник

Для определения литологических особенностей отложений использовались различные диаграммы (рисунок 2).

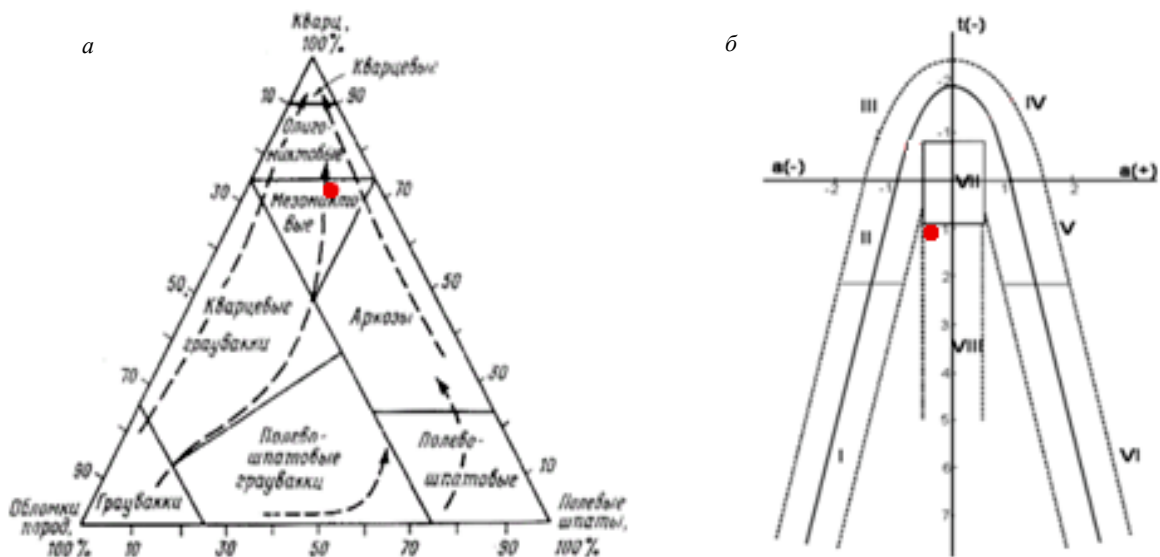


Рисунок 2 – Используемые диаграммы:  
а – классификационная диаграмма В. Н. Шванова;  
б – динамогенетическая диаграмма Г. Ф. Рожкова

Используя классификационную диаграмму песчано-алевритовых пород В. Н. Шванова (рисунок 2, а), можно определить принадлежность отложений ханты-мансийской свиты по составу к мезомиктовым породам [3]. Динамогенетическая диаграмма Г. Ф. Рожкова (рисунок 2, б) позволяет определить условия осадконакопления. В процессе седиментации произошел выход волн на мелководье (прибрежная фация).

По результатам проведенных исследований пород ханты-мансийской свиты сформировалось достаточно полное представление о литологических свойствах и геологическом строении изучаемого объекта, что позволяет более точно интерпретировать данные геофизических исследований.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Строение и корреляция отложений томенской свиты Шаимского нефтегазозносного района (Западная Сибирь) / под ред. В.П. Алексева. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2009. 227 с.
2. Логвиненко Н.В. Петрография осадочных пород (с основами методики исследований). М.: Наука, 1984. 416 с.
3. Алексеев В.П., Носова Н.С. Методы исследования осадочных пород. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2013. 67 с.

## **СРАВНИТЕЛЬНАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТЕХНОЛОГИЙ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО РАЗРЫВА ПЛАСТА В УСЛОВИЯХ АЛЬМЕТЬЕВСКОЙ ПЛОЩАДИ РОМАШКИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ НГДУ «АЛЬМЕТЬЕВНЕФТЬ»**

АФАНАСЬЕВ А. А.<sup>1</sup>, МАННАПОВ М. И.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Альметьевский государственный нефтяной институт

<sup>2</sup> НГДУ «Альметьевнефть»

Во всех нефтегазодобывающих регионах наблюдается ухудшение структуры запасов и истощение высокопродуктивных залежей, которое приводит к возрастанию доли трудноизвлекаемых запасов с низкими дебитами скважин. При этом успешность геолого-технических мероприятий снижается, что особенно проявляется в связи с обводнением скважин.

Гидравлический разрыв пласта (ГРП) является одним из наиболее эффективных средств повышения дебитов скважин, так как не только интенсифицирует выработку запасов, находящихся в зоне дренирования скважины, но и при определённых условиях существенно расширяет эту зону, приобщив к выработке слабодренируемые зоны и прослой, и следовательно позволяет достичь более высокой конечной нефтеотдачи.

В условиях острой необходимости дововлечения в разработку и интенсификации хода выработки глинистых коллекторов для создания соответствующих условий по стабилизации добычи на достигнутом уровне по терригенным коллекторам и соответственно в целом по НГДУ «Альметьевнефть» на поздней стадии разработки эксплуатируемых площадей Ромашкинского месторождения все более масштабно применяется ГРП как один из эффективных методов увеличения продуктивности, прежде всего – добывающих скважин<sup>1</sup>.

В работе приведена краткая характеристика используемых технологий ГРП и их технологическая эффективность на Альметьевской площади (объем применения, прирост коэффициента продуктивности и количество закачиваемого пропанга по годам).

Далее проводится сравнительный анализ между технологиями большеобъемного и классического ГРП.

При анализе динамики коэффициентов продуктивности среди технологий большеобъемных и классических ГРП выяснилось, что после проведения технологии большеобъемного ГРП коэффициент продуктивности увеличился на 6,69 т/(сут·МПа), в то время как после проведения классического ГРП – на 4,64 т/(сут·МПа).

При проведении анализа результатов гидродинамических исследований до и после проведения ГРП на скважинах Альметьевской площади были получены следующие результаты:

- по скважинам, на которых проводилась технология большеобъемного ГРП:
  - гидропроводность увеличилась после проведения ГРП на 66,7 мкм<sup>2</sup>·м/мПа·с;
  - пьезопроводность увеличилась после проведения ГРП на 411,5 м<sup>2</sup>/с;
  - скин-эффект изменился с (-0,218) на (-0,268);
- по скважинам на которых проводилась технология классического ГРП:
  - гидропроводность увеличилась после проведения ГРП на 58,8 мкм<sup>2</sup>·м/мПа·с;
  - пьезопроводность увеличилась после проведения ГРП на 109 м<sup>2</sup>/с;
  - скин – эффект изменился с (-0,254) на (-0,171)).

Учитывая то, что с проведением ГРП на скважинах Альметьевской площади (по технологии большеобъемного и классического ГРП) такие показатели, как

---

<sup>1</sup> Гумаров Н. Ф., Ганиев Б. Г., Карпова О. М. О текущих результатах и перспективах применения ГРП на добывающем фонде скважин НГДУ «Альметьевнефть» // Прошлое, настоящее и будущее нефтяных месторождений в Республике Татарстан: сб. докл. науч.-практ. конф., посв. 60-летию образования ОАО «Татнефть» – Набережные Челны: Офис-Трейд, 2010. Ч. 1. С. 88–91.

гидропроводность, пьезопроводность и скин-эффект, свидетельствуют о некотором улучшении фильтрационно-ёмкостных свойств пород.

Также был проведен расчет технологической эффективности проведения технологии большеобъемного и классического ГРП на Альметьевской площади с использованием характеристик вытеснения (ХВ). Для определения дополнительной добычи от проведения ГРП на Альметьевской площади были выбраны пять ХВ: Сазонова, Максимова, Пирвердяна, Камбарова и Абызбаева. Из них были выбраны три – Сазонова, Максимова и Пирвердяна по наименьшему значению критерия Тейла. Были определены три возможных значения дополнительной добычи (таблица 1).

Таблица 1 – Результаты расчетов технологической эффективности с использованием ХВ

Номерскважины	Факт.накопл.доб.	Сазонов		Максимов		Пирвердян	
		расч.накопл.доб.	доп. доб.	расч.накопл.доб.	доп. доб.	расч.накопл.доб.	доп. доб.
Технология большеобъемного ГРП							
2416	1480	888,7	591,3	872,3	607,7	728,6	751,4
11252	4875	1894,3	2980,7	2077,2	2797,8	1276,1	3598,9
14821	6810	3708,7	3101,3	3959,9	2850,1	2739,0	4071,0
21062	3662	1557,5	2104,5	1899,6	1762,4	1137,9	2524,1
32304	5606	2807,4	2798,6	3135,5	2470,5	1983,8	3622,2
32237	1902	674,0	1228,0	780,3	1121,7	450,6	1451,4
Сумма	24335	–	12804,3	–	11610,2	–	16019,2
Технология классического ГРП							
1917	3101	630,7	2470,2	712,0	2388,9	391,9	2709,0
14855	5674	3038,3	2635,6	3098,8	2575,1	2362,2	3311,7
11279	5303	2299,2	3003,7	2191,6	3111,3	1715,2	3587,7
20736	7047	2849,1	4197,8	2411,5	4635,4	2210,2	4836,7
10037	3562	212,5	3349,4	2411,5	1150,4	2210,2	1351,7
Сумма	24687	–	15656,8	–	13861,4	–	15797,1

С точки зрения получения дополнительной прибыли ГРП является инвестиционно привлекательным мероприятием. Окупаемость проведённых процессов превышает 72 %. При этом общий расчетный средний индекс доходности – более 1,39.

## ПЕТРОГРАФИЧЕСКИЙ СОСТАВ И ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ОТЛОЖЕНИЙ ВИКУЛОВСКОЙ И ФРОЛОВСКОЙ СВИТ (ШАИМСКИЙ НЕФТЕГАЗОНОСНЫЙ РАЙОН)

БАКАЕВА Ж. М., ЮРЬЕВА М. А.

Научный руководитель: д.г.-м.н., профессор В.П. Алексеев  
ФГБОУ ВПО «Уральский государственный горный университет»

Осадочные породы познаются различными методами, но одними из основных при изучении истории осадконакопления терригенных пород являются *петрографический* и *гранулометрический* анализ отложений.

Объектом исследования стали отложения викуловской и фроловской свит, вскрытые скважиной 1П Малотетеревского месторождения. Из скважины 1П отобраны 2 образца с разных глубин, образец № 1 – 1260 м (викуловская свита), образец № 2 – 1481 м (фроловская свита) (рисунок 1). Выполнено макроописание образцов, изучен петрографический состав под микроскопом с 80-кратным увеличением; по каждому шлифу подсчитано не менее 300–350 зёрен.

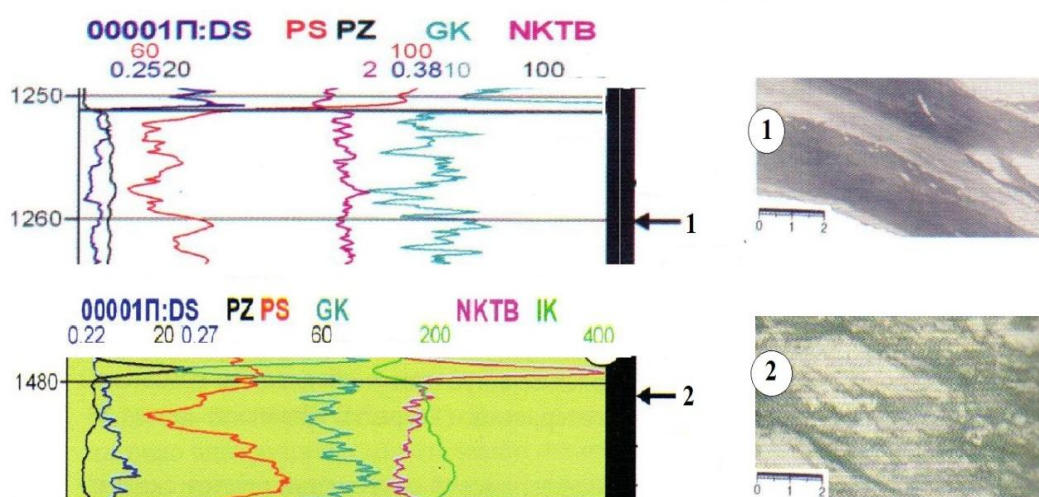


Рисунок 1 – Фрагменты колонки скважины 1П и привязка образцов керна (по [2]):  
1 – образец № 1; 2 – образец № 2

*Образец № 1.* Порода представлена крупнозернистым алевролитом, с прослоями тонкозернистого песчаника. Сортировка средняя, слоистость косо-волнистая, контакты между алевролитом и песчаником нарушены интенсивными взмучиваниями.

По петрографическому составу порода относится к мезомиктовой группе: кварц – 60 %, полевые шпаты – 20 %, обломки горных пород – 20 %. Средний размер зерен 0,025 мм. Цемент плёночный, реже поровый, по составу глинистый. На рисунке 2 представлены фотографии шлифа в параллельных и скрещенных николях.

*Образец № 2.* Порода сложена сочетанием темно-серого мелкозернистого алевролита и светло-серого тонкозернистого песчаника. Линзовидно-волнистая слоистость, образовавшаяся в результате активной ряби волнения.

По составу аллотигенной части порода относятся к мезомиктовым. Содержание кварца в ней составляет 70 %, полевых шпатов – 15 %, обломков горных пород – 15 %. Средний размер зёрен 0,04 мм, сортировка хорошая. Цемент плёночный, по составу глинистый. На рисунке 3 представлены фотографии шлифа в параллельных и скрещенных николях.

Образец № 1

Образец № 2

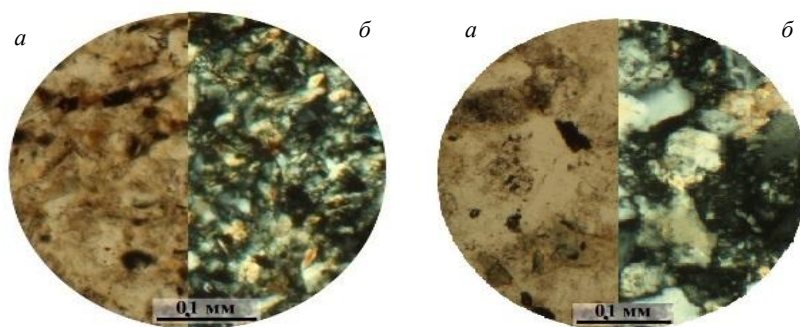


Рисунок 2 – Фотографии шлифов:  
*а* – параллельные николи; *б* – скрещенные николи

Наглядно результаты гранулометрического анализа отражены на гистограммах и кумулятивных кривых (рисунок 4). В шлифе № 2 отчётливо наблюдается бимодальность, выделяются две фракции: тонкозернистый песчаник и крупнозернистый алевролит. Алевритовая фракция имеет такую же размерность зёрен, что и в шлифе № 1. Исходя из этого, можно говорить о схожем генезисе породы № 1 и наиболее мелкой фракции породы № 2.

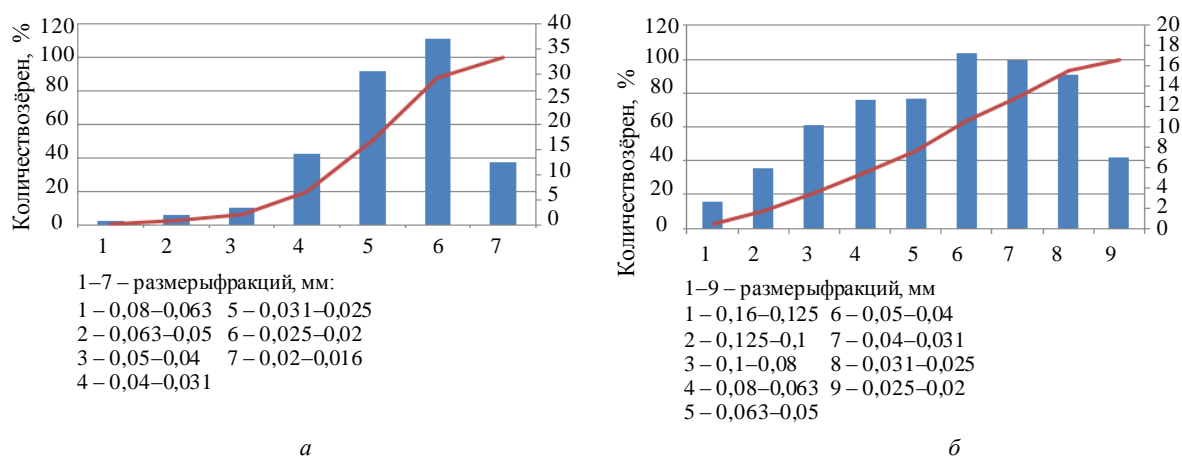


Рисунок 3 – Гистограммы распределения зёрен по фракциям и кумулятивные кривые:  
*а* – шлиф 1; *б* – шлиф 2

На диаграмме Р. Пассега фигуративные точки попадают в поле «мутьевые потоки» (шлиф № 1) и в поле «градационная суспензия» (шлиф № 2). На динамогенетической диаграмме Г. Ф. Рожкова точки попадают в поле II (шлиф № 1). Это указывает на то, что отложения образовывались в донных течениях и в поле VII (шлиф № 2), в котором отложения формировались при волновых процессах на мелководье.

Таким образом, исходя из результатов макроскопического описания, можно полагать, что алеврито-песчаные породы викуловской свиты формировались в отложениях полуизолированного малоподвижного бассейнового мелководья и, вполне возможно, так же в отложениях открытого подвижного бассейнового мелководья. Отложения фроловской свиты формировались в обстановке приберегового бассейнового мелководья – фация глинистых и алеврито-песчаных осадков приберегового взмучивания. Это соответствует представлениям, изложенным в работе<sup>2</sup>. Полученным данным, как минимум, не противоречат данные гранулометрических исследований.

<sup>2</sup>Алексеев В.П. Атлас субаквальных фаций нижнемеловых отложений Западной Сибири (ХМАО-ЮГРА). Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2014. 284 с.

## МОНИТОРИНГ СКВАЖИН КАК ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ ДОСТОВЕРНОСТИ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ

БУШАЕВА Ю.Ю., ГРИЦЕНКО М.А.  
ООО «Тюменский нефтяной научный центр»

Повышение эффективности разработки месторождений является приоритетным направлением в нефтегазовой отрасли, которое включает целый комплекс мероприятий. С этой целью в ряде нефтяных компаний в последние годы открыты высокотехнологичные центры сопровождения бурения скважин, что помогает повысить продуктивность скважин благодаря интеграции бурения и геологии (геонавигации). Интеллектуальное сопровождение буровых работ позволяет в режиме реального или отсроченного времени получать необходимую информацию о строении пласта, оперативно уточнять геофизическую интерпретацию и обновлять геологические модели, управлять геологическими рисками, осуществлять мониторинг и технологический контроль бурения.

Необходимость постоянного сопровождения бурения обусловлена истощением ресурсной базы традиционных месторождений и вводом в разработку новых трудноизвлекаемых запасов. На месторождениях, находящихся на последней стадии разработки, стоит задача не просто пробурить скважину, а заложить её там, где есть остаточные запасы – «целики» нефти. Поэтому, в последнее время все больше внимания уделяется бурению сложнонаправленных скважин, которые позволяют существенно повысить коэффициент извлечения нефти. Для этого на этапе планирования выполняется геологическое и гидродинамическое моделирование пласта, позволяющее создать детальную трёхмерную модель объекта.

В настоящее время накоплен достаточно большой опыт построения трёхмерных геологических моделей. Чем выше геолого-геофизическая изученность объекта моделирования и чем больше особенностей строения пласта учтено в модели, тем выше её ценность. Но, к сожалению, разномасштабность и низкая чувствительность различных методов исследований (седиментология, сейсморазведка, геофизические исследования скважин и др.), которые являются исходными данными для моделирования, не позволяют отобразить всех сложностей геологической среды. Не всегда в модели могут быть реализованы все детали геолого-тектонического строения объекта, а также седиментационная неоднородность нефтегазоносного резервуара. Это особенно актуально для месторождений с активным проявлением дизъюнктивных сбросово-сдвиговых дислокаций, где залежи нефти содержатся в пластах с невыдержанным прерывистым коллектором.

Далее рассмотрим месторождение N (Тюменская область), которое расположено в пределах Александровского вала, характеризующегося активным проявлением тектонических процессов. Активная тектоническая история района проявилась целым ансамблем разрывных нарушений различного типа, зафиксированных методами сейсморазведки 3D: сбросы, взбросы, надвиги, горизонтальные сдвиги, оперяющие малоамплитудные (листрические) разломы, трансформные сдвиговые дислокации (рисунок 1, а, б). Сложность тектонического строения усугубляется наличием невыдержанных верхнеюрских коллекторов прибрежно-морского генезиса.

Первая версия геологической модели была построена по упрощенному шаблону. Структурная модель учитывала лишь наиболее крупные и амплитудные разрывные нарушения, зафиксированные 3D-сейсморазведкой, другие разломы не были учтены в трёхмерном структурном каркасе. Разбуривание месторождения в процессе разработки показало существенное отклонение геологических параметров от существующей модели. Данные по вновь пробуренной скважине 3 не подтвердили структуру и ожидаемую толщину продуктивного пласта.



На структурной карте отчетливо видна полоса тектонических нарушений северо-восточного простирания, а вблизи западной границы этой зоны была пробурена скважина 3. На временном разрезе между скважинами 3 и 4 также зафиксировано множество разломов. Траектория скважины 3 проходит в зоне сбросовой деформации, вследствие чего часть интервала пласта Ю<sub>1</sub><sup>1-2</sup> выпадает из разреза (рисунок 1, в). Видимая вскрытая мощность охватывает лишь пласт Ю<sub>1</sub><sup>3</sup>. Данная ситуация хорошо иллюстрируется на схеме корреляции при выравнивании на кровлю пласта Ю<sub>2</sub> (рисунок 1, г). По всем скважинам отчетливо коррелируется нижневасюганская подсвита (репер снизу), а в части скважин в кровле Ю<sub>1</sub><sup>3</sup> выделяется угольный прослой (репер сверху). Кроме того, кровля пласта контролируется региональным репером (Б) баженовской свиты. К сожалению, геологическая картина по скважине 3 хорошо объясняется на схемах корреляции, но не фиксируется методами сейсморазведки. На временном разрезе отчетливо не фиксируется разлом, что, вероятно, объясняется особенностями обработки полевых материалов сейсморазведочных исследований.

Мониторинг скважины 3 выявил низкую подтверждаемость как структуры, так и седиментационной модели пласта, и позволил скорректировать геологическую основу. Аналогичную картину можно наблюдать в скважинах XXX на близлежащих месторождениях, и кроме того отмечается прохождение траектории скважин дважды через один пласт. Поэтому были выданы рекомендации по планированию размещения скважин, с учетом риска заложения в зонах разуплотнения и повышенной трещиноватости, примыкающих к поясу тектонических нарушений.

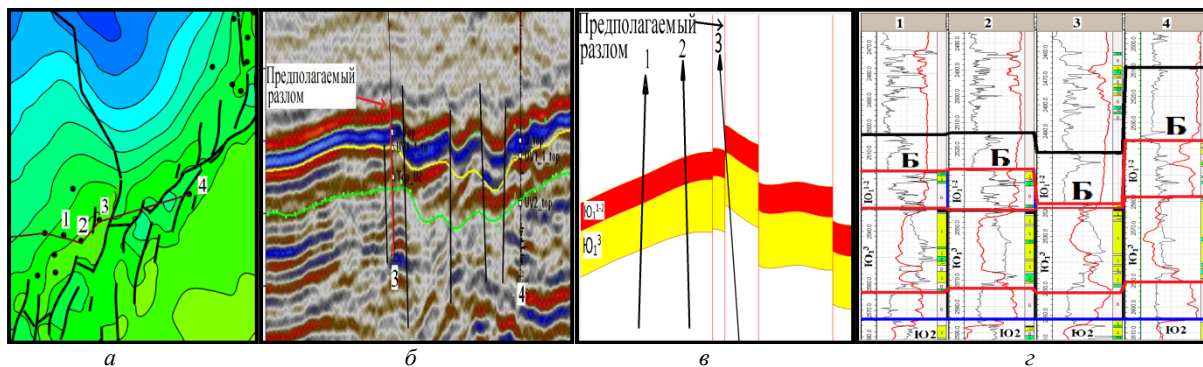


Рисунок 1 – Тектоническая характеристика объекта:  
 а – структурная карта по кровле пласта Ю<sub>1</sub>; б – фрагмент временного разреза;  
 в – схематический геологический профиль; г – схема корреляции по скважинам 1–2–3–4

Таким образом, геологический мониторинг бурения скважин в сложных геолого-технологических условиях обеспечивает непрерывное уточнение разреза и максимальную эффективную проходку по коллектору, снижает риски структурных параметров. Важно взаимодействие специалистов разного профиля, что обеспечивает высокую эффективность бурения на уже разрабатываемых месторождениях в условиях ухудшающегося качества остаточных запасов.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Комплексный подход к сопровождению бурения скважин в группе компаний «Газпромнефть» / А. В. Билинчук [и др.] // Нефтяное хозяйство. 2014. № 10. С. 48–51.
2. Янкова Н. В. Некоторые особенности учета детального геологического строения пласта при моделировании процесса разработки // Нефтяное хозяйство. 2014. № 3. С. 92–94.

## СОСТАВ И ГЕНЕЗИС ПЛАСТА T<sub>2</sub> ТУРНЕЙСКОГО ЯРУСА ПАВЛОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (ВОЛГО-УРАЛЬСКАЯ НЕФТЕГАЗОНОСНАЯ ОБЛАСТЬ)

ГОРОЖАНКИНА М. С.

Научный руководитель: д.г.-м.н., профессор В.П. Алексеев  
ФГБОУ ВПО «Уральский государственный горный университет»

Карбонатные породы могут либо сами быть полезными ископаемыми, либо являться вмещающими породами для многих их видов. В восточной части Восточно-Европейской платформы таким районом является Волго-Уральская область. По характеристикам вещественного состава и резкой изменчивости физических и коллекторских свойств карбонатные породы – коллекторы крайне неоднородны. В связи с этим актуальным становится изучение строения и особенностей формирования известняков турнейского возраста. Основной целью работы является изучение структурно-текстурных особенностей карбонатных пород турнейского яруса Павловского нефтяного месторождения и выявление их генезиса.

В административном расположении Павловское газонефтяное месторождение расположено в Чернушинском районе Пермского края.

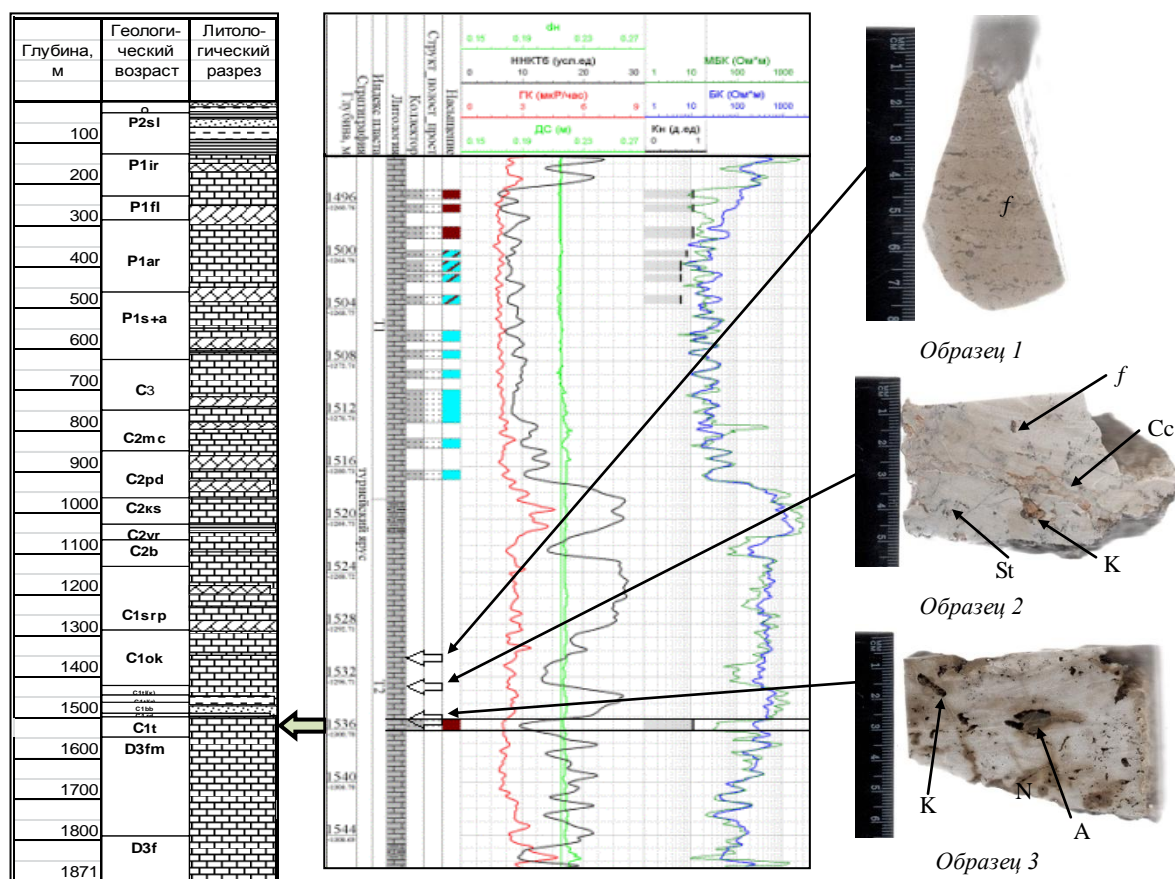


Рисунок 1 – Колонка скважины с привязкой образцов

Для достижения цели работы был проведен минералого-петрографический анализ 3 образцов керна (рисунок 1). *Первый образец* отобран с глубины в интервале 1529–1532 м – известняк светло-серого цвета, скрытокристаллический, плотный, крепкий, бурно реагирует с соляной кислотой. В образце видны участки выделения кальцита, который кристаллизуется

отдельными неправильными пятнами, заполняя фенестры (*f*). Наблюдается неотчетливая слоистость, подчеркнутая чередованием линзовидных слоев с разным количеством фенестр.

*Второй образец* (1532–1534 м) – известняк светло-серый, скрытокристаллический, массивный. Образец сечет трещина шириной 5 мм, заполненная кристаллическим кальцитом (Сс). Также кальцит выделяется в виде неправильных удлиненных скоплений (в фенестрах *f*), которые окружают плотные участки образца. В породе присутствуют мелкие, короткие разноориентированные трещинки. Встречаются разнонаправленные стилолитовые швы (St). Каверны (К) размером до 7 мм, заполнены глинистым и битумным веществом. В трещинках наблюдается битумное вещество.

*Образец третий* отобран с глубины 1534–1536 м, известняк светло-серый, скрытокристаллический, массивный, кавернозный (К). С сильным запахом сероводорода. Можно выделить каверны двух типов: 1) тонкие, мелкие, рассеянные по образцу, местами они образуют цепочки, которые оконтуривают плотные участки породы (микрит); 2) более крупные, округлые, часто удлиненные, неправильной формы размером до 30 мм. Также наблюдаются небольшие субвертикальные трещинки. Следы нефтенасыщения (N) проявляются по кавернам и трещинкам и распространяются на 2–3 мм за их пределы, а также на боковой поверхности образца. В образце есть полости, заполненные темно-серым крупнокристаллическим ангидритом (А).

По классификации Р. Ж. Данхэма образец № 1 относится к классу вакстоун, образец № 2 – мадстоун, образец № 3 – пакстоун [1].

Микроописание подтверждает результаты макроописания и выявляет наличие органических остатков, представленных фораминиферами. В шлифе они встречаются целыми мелкими однокамерными раковинами – кальцисферами.

По проведенным макро- и микроописаниям трех образцов керна Павловского месторождения (скв. 293) турнейского яруса установлено, что эти отложения относятся к литогенетическому типу (ЛГТ) – сферо-узорчатых, комковатых известняков. Наличие кальцитовых сфер характерно для карбонатных образований Волго-Уральской области. На основании Атласа [2] был определен генезис этих образцов. Они образовались в условиях закрытого шельфа малоподвижных придонных вод. Все образцы можно отнести к формуле № 67, отображающей форменные компоненты, включения кристаллов (числитель); основную массу, наполнитель (знаменатель).

$$\text{Литогенетический тип (ЛГТ) № 67, } \left( \frac{K_{ar(2-0)} P_{q(2-0)} C}{K_3 P_3 D_{l(2-0)}} \right).$$

При модификации этого выражения можно получить формулы для каждого образца:

*Образец 1 Образец 2 Образец 3*

$$\left( \frac{K_{ar(3-4)} P_{K(2-1)} C}{K_2 P_4 D_{l(1-0)}} \right); \left( \frac{K_{ar_1} P_{K(3-4)} A_{(1-0)} C}{K_{1-2} P_{4-5}} \right); \left( \frac{K_{ar(3-4)} P_{K_1} C}{K_2 P_5} \right),$$

где  $K_{ar}$  – выделения кристаллического кальцита «узорчатой» формы,  $P_K$  – раковины организмов,  $C$  – сопутствующие компоненты,  $K$  – комки,  $P$  – пелитоморфный кальцит,  $D_l$  – доломит,  $A$  – ангидрит.

В результате наблюдается некоторое изменение компонентного и процентного состава известняков, несмотря на небольшой интервал (2–3 м) между отбором образцов, что также подтверждается изменением кривой ННКТ на диаграмме геофизических исследований.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кузнецов В.Г. Литология. Осадочные горные породы и их изучение. М.: Недра, 2007. 511 с.
2. Атлас структурных компонентов карбонатных пород /Н.К. Фортунатова [и др.]. М.: ВНИГНИ, 2005. 440 с.

УДК 552.51 (571.122)

## ПРОБЛЕМЫ ВЫЯВЛЕНИЯ УСЛОВИЙ ОБРАЗОВАНИЯ ЦЕОЛИТОВ В НИЖНЕМЕЛОВЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ СЕВЕРА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ (НА ПРИМЕРЕ ПЛАСТОВ БТ<sub>6</sub>, БТ<sub>7</sub> ПЯКЯХИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ)

ГРАЧЕВ А.В.

Научный руководитель: д.г.-м.н., профессор В.П. Алексеев  
ФГБОУ ВПО «Уральский государственный горный университет»

Северные районы Западной Сибири являются перспективным объектом для изучения и проведения последующих работ. На данной территории выделяют значительные области и временные интервалы, характеризующиеся отличительной пятнистой текстурой пород, нетипичной для остальных отложений. Пякяхинская площадь ввиду своего расположения относится именно к одной из таких зон. В частности, пластам БТ<sub>6</sub>, БТ<sub>7</sub> свойственны обозначенные специфические признаки.

По керну, отобранному из скважины 2020 в интервале 3160–3210м, был выделен ряд диагностических атрибутов пятнистой текстуры, которые были проиндексированы автором (таблица 1). По макроскопическому описанию выбираются следующие параметры для индексации: наличие пятен в плоскости образца (в процентном соотношении к площади образца), их размер (в миллиметрах) и интенсивность (в балльной системе от 0 до 4). Для полной оценки каждому из них присваивалось значение от 1 до 5, чтобы независимые друг от друга параметры были коррелированы. По образцам с более выраженной пятнистостью изготовлены шлифы для петрографического анализа. Помимо описания кернового материала определяется ряд признаков (гранулометрический состав, сортированность, текстура, органические остатки, контакты и переходы), работа с которыми позволяет выявить условия формирования пород [1].

Таблица 1 – Сводная таблица пятнистости

Наличие пятен		Размер пятен		Интенсивность	
в %	числовое значение по общей шкале	в мм	числовое значение по общей шкале	в баллах	числовое значение по общей шкале
0–10	1	1–2	1	0	1
11–20	2	3–4	2	1	2
21–30	3	5–6	3	2	3
31–40	4	7–8	4	3	4
41–50	5	9–10	5	4	5

Объединение параметров производится по формуле:  $S = A + B + C$ , где  $A$  – числовое значение по общей школе для параметра «Наличие пятен»,  $B$  – для параметра «Размер пятен»,  $C$  – «Интенсивность». По полученной сумме  $S$  в дальнейшем были сделаны выводы о характере пятнистости в образцах.

Проведённый литолого-фациальный анализ показал, что пласты БТ<sub>6</sub>, БТ<sub>7</sub> сложены терригенными отложениями песчано-алевролитового состава и относятся к следующим фациям: алеврито-песчаных осадков передовой части дельты (БДА), песчаных осадков конусов выноса рек (БДД), гравийно-песчаных «пуддинговых» осадков оснований конусов выноса рек (БДП); глинисто-алевролитовых осадков полуизолированных частей побережья заливов и лагун (БЗП), объединяющихся в переходную группу согласно схеме фациального расчленения внутриконтинентальных раннемезозойских отложений; глинисто-алевролитовых осадков приливно-отливной зоны (БПВ); алевролитово-песчаных осадков активно подвижного мелководья (БМА), песчаных осадков сильноподвижного мелководья (бары) (БМБ); алевролитово-глинистых осадков открытой части бассейна (БУГ). Вышеуказанные фации принадлежат к бассейновой группе [2].

Методика индексации проявления пятнистости в образцах применена впервые и дала результаты, представленные в таблице 2.

Таблица 2 – Оценка пятнистости в некоторых образцах

№ образца	Наличие пятнистости		Размер пятен		Интенсивность		Итого
	в %	в баллах	в мм	в баллах	в баллах	общий балл	
20-37	10	1	2-4	2	1	2	5
20-43	5	1	2-3	1	0	1	3
20-53	50	5	6-7	4	2	3	12

Средний балл по образцам 8–9, в этот интервал оценки входит 6 образцов, что говорит об их схожести и малом отличии друг от друга при визуальном анализе. На фоне остальных выделяется образец 20–53 с 12-ю баллами по шкале индексации. Минимальные значения в исследовании составили 2–3 балла для образцов с почти не проявленной пятнистостью.

Песчаники, слагающие данные пласты, относятся к группе аркозов со следующим содержанием минералов: кварц 42–63 %, полевые шпаты 31–54 % и слюд 1–8%. По своей структуре представлены в основном тонко-мелкозернистыми породами. В местах пятен на образцах обнаружено наличие минерала из группы цеолитов. Путём изучения кристаллооптических свойств минерала цеолит был диагностирован как ломонтит. Согласно минералого-петрографической характеристике стадий и этапов изменения осадочных пород образование ломонтита и других аутигенных минералов происходит на этапе позднего катагенеза [1]. А.В. Поднебесных указывает на, как минимум, две причины происхождения цеолитов: преобразование пирокластического или иного силикатного материала в процессе диагенеза или катагенеза; эпигенетические изменения продуктивных пластов. Эти изменения заключаются в формировании вторичных гидротермальных ассоциаций и сопровождаются дегидратацией ряда породообразующих минералов с возможным разуплотнением пород [3].

Процесс цеолитизации характерен для пород, представленных песчаниками, поскольку в поровом пространстве именно этих пород и могут образовываться цеолиты. Образование указанных минералов связано с щелочной средой при наличии свободного алюмосиликатного материала, источником которого могут служить полевые шпаты в процессе их изменения. Предположение о том, что материалом для образования цеолитов является скрытая пирокластическая, не нашло своего подтверждения, так как текстура вторичных включений по описанию – пятнистая, что позволяет усомниться в логическом обосновании данной гипотезы. Фациальное расчленение в привязке с индексацией характерной пятнистости показало, что отложения подводной части дельты и открытого подвижного бассейнового мелководья наиболее подвержены развитию в них цеолитов. Цеолитизация имеет региональный масштаб распространения и приурочена к зонам региональных разломов. В этом случае для формирования цеолитов в масштабе огромного нефтегазоносного бассейна требуется выполнение определённой последовательности геологических процессов, которые можно кратко определить как тектонический, седиментологический и метасоматический.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Логвиненко Н. В., Орлова Л. В. Образование и изменение осадочных пород на континенте и в океане. Л.: Недра, 1987. 237 с.
2. Алексеев В. П. Атлас субкавальных фаций нижнемеловых отложений Западной Сибири (ХМАО-Югра). Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2014. 284 с.
3. Поднебесных А. В. Особенности формирования цеолитов в нижнемеловых отложениях юга Гыданского полуострова: матер. VIII Всерос. литол. совещ. 2013. С. 382–386.

## ЛИТОЛОГО-ПЕТРОГРАФИЧЕСКИЙ СОСТАВ ТЮМЕНСКОЙ И ГОРЕЛОЙ СВИТ ЕМАНГАЛЬСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

КРАСНОПЕРОВА А. А.

Научный руководитель: д.г.-м.н., профессор В.П. Алексеев  
ФГБОУ ВПО «Уральский государственный горный университет»

Объектом исследования являются пласты Ю<sub>4</sub> и Ю<sub>12</sub> Емангальского месторождения, расположенного в Ханты-Мансийском автономном округе – Югра, в 117 км к северу от города Ханты-Мансийск. Цель работы – выявление минералого-петрографических, фациальных характеристик, определяющих состав и генезис отложений. Первый этап работы заключался в макроописании образцов керна, отобранных из скважины 92. Образцы – № 1 из интервала [2926–2937], пласт Ю<sub>4</sub>, тюменская свита, и № 2 из интервала [3251–3259], пласт Ю<sub>12</sub>, свита горелая. По ним же сделаны шлифы (рисунок 1).

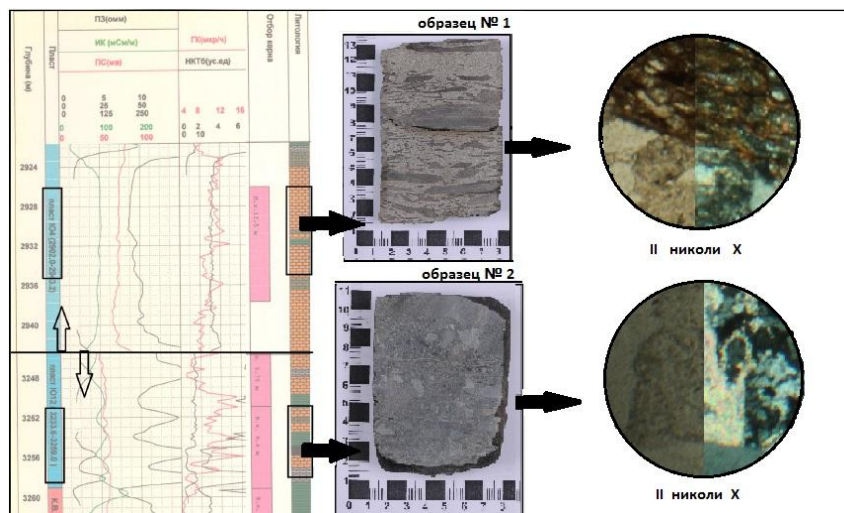


Рисунок 1 – Геолого-геофизический разрез скважины 92

### **Макро- и микроописание образцов.**

**Образец № 1.** Представляет собой песчаник мелкозернистый, хорошо сортированный. В основе песчаника относительно горизонтально, неравномерно распределены окатанные и полуокатанные литокласты алевроаргиллита, с сильно варьирующейся размерностью. В верхней части образца намечается резкое уменьшение размеров и количества обломков. Текстура пудинговая. Фация гравийно-песчаных (пудинговых) осадков конусов выноса рек (БДП).

По петрографическому исследованию порода состоит из зерен кварца (50–60 %), полевых шпатов (30–40%), обломков горных пород (10%) и цемента. Из второстепенных минералов наблюдается слюда, в основном мусковит. Отмечаются обрывки слойков, обогащенные глинистыми частицами, удлинённые, ориентированы параллельно. Цемент породы поровый, глинистый.

**Образец № 2.** Песчаник серый, зёрна разных размеров, от мелкозернистого до грубозернистого, плохо окатанные. Сортировка плохая. В верхней части образца наблюдается слоистость. Фация песчано-гравийных и галечниковых осадков (КДС).

Порода в шлифе представлена плохо окатанными зёрнами кварца (65–70 %), полевых шпатов (20–25%), обломков горных пород (10%), цемента. Из породообразующих минералов наблюдаются слюда и карбонат. Из аксессуарных минералов – циркон (в шлифах в виде единичного зерна). Полевые шпаты встречаются в форме угловатых и окатанных обломков.

Цемент поровый, карбонатный. Цемент по взаимоотношению с обломками относится к типу проникновения. Обломки пород представлены в виде кварцитов, кварцевых песчаников.

Гранулометрический и петрографический анализы в шлифах из песчаных пород проводились под микроскопом, с 25-кратным увеличением размера зёрен. Был произведен подсчет – более трехсот зёрен в каждом шлифе. По составу изученные песчаные породы относятся к аркозам и мезомиктовым песчаникам.

Построены гистограммы и кумулятивные кривые, отражающие гранулометрический состав пород.

**Динамогенетические диаграммы.** Гранулометрические параметры, рассчитанные по известной методике, позволяют установить динамические условия отложения песков. Для палеодинамических реконструкций использованы диаграммы Г. Ф. Рожкова и Р. Пассеги. На диаграммах нанесены точки, соответствующие параметрам (рисунок 2).

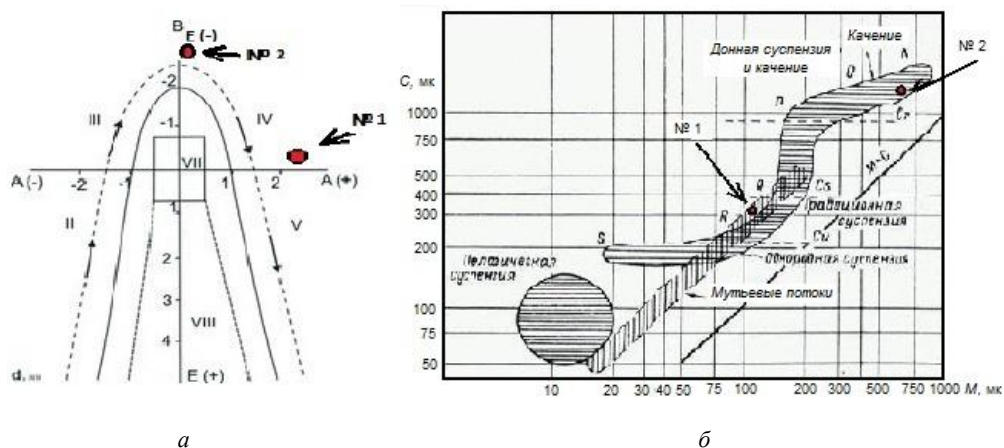


Рисунок 2 – Динамогенетические диаграммы Г. Ф. Рожкова (а) и Р. Пассега (б)

На диаграмме Г. Ф. Рожкова фигуративные точки 1 и 2 попали в зону IV – в сильные речные или вдольбереговые течения. На диаграмме Р. Пассега точка 1 попала в поле «мульевые потоки», точка 2 – в поле качения, перекатывания. Исходя из выполненных исследований, обе диаграммы подтверждают результаты макроописания керна.

Таким образом, выполненные расчеты показывают, что отложения тюменской свиты представлены мелкозернистыми песчаниками с окатанными линзами алевролита, с плохой сортировкой. Отложения горелой свиты представлены разномзернистыми песчаниками, с плохой сортировкой. Это дополняет и детализирует общие сведения, приведённые в работах по исследуемому району.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Алексеев В. П. Литолого-фациальный анализ. Екатеринбург: Изд-во УГГГА, 2002. 147 с.
2. Алексеев В. П., Носова Н. С. Методы исследования осадочных пород: учеб.-метод. пособие. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2013. 66 с.
3. Атлас «Геологическое строение и нефтегазоносность неокомского комплекса Ханты-Мансийского автономного округа – Югры». Тюмень: ГП НАЦ РН им. В. И. Шпилемана, 2007. 193 с.

## ХАРАКТЕРИСТИКА КОНТАКТА ТЮМЕНСКОЙ СВИТЫ И ПЕРЕКРЫВАЮЩИХ ЕЕ ОТЛОЖЕНИЙ (ЗАПАДНАЯ СИБИРЬ)

ЛИПЯНИНА А.В.

Научный руководитель: д.г.-м.н., профессор В.П. Алексеев  
ФГБОУ ВПО «Уральский государственный горный университет»

По различным, в целом не противоречащим друг другу оценкам, до 25–30 % общих ресурсов Западно-Сибирской провинции относят к наиболее глубокозалегающему нижнеплитному комплексу, сложенному отложениями ниже-среднеюрского возраста. В рамках данной работы проведено сравнение условий и процесса осадконакопления на основе описания керна. Образцы отобраны из скважин, пробуренных на месторождениях Шаимского и Сургутского нефтегазоносных районов Западно-Сибирской провинции (рисунок 1, *а*). Особенностью объектов исследования является наличие контакта тюменской свиты с перекрывающими её отложениями (рисунок 1, *б*).

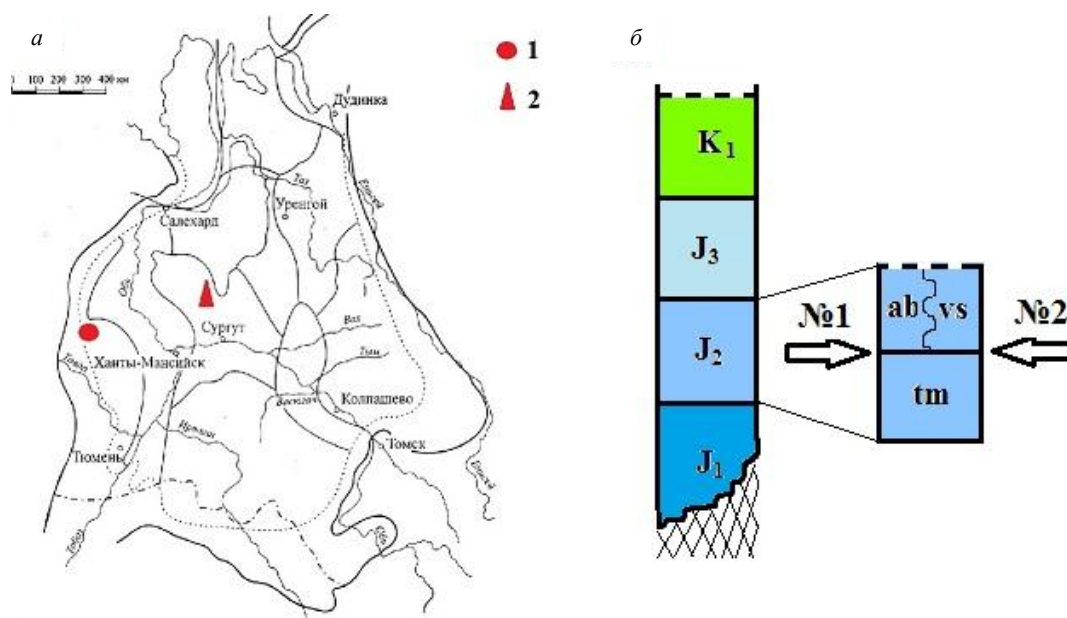


Рисунок 1– Геологическая привязка керна:

*а* – рассматриваемые месторождения; *б* – схематическое изображение интервалов отбора образцов;  
1 – Тальниковое месторождение; 2 – Тевлинское месторождение; № 1 – первый исследуемый образец; № 2 – второй исследуемый образец

Одним из объектов исследования стал образец керна, отобранный из скважины 6851 Тальникового месторождения с глубины 1745,6 м (рисунок 2, *б*). Его нижняя часть (тюменская свита) представлена зольным углём с полосчатой текстурой. Верхняя часть (абалакская свита) – сложный микстит с оолитоподобной текстурой, здесь в кварцево-слюдистом цементе наблюдается большое количество неокатанных зёрен и обломков пород фундамента основного состава. Непосредственно на контакте свит наблюдаются облакоподобные стяжения пирита придонного сингенетического формирования (отмечены на рисунке сбоку), с преобразованиями в этап раннего диагенеза.

Микроскопическое изучение шлифов показало, что порода представлена сложным микститом (рисунок 2, *а*). Встречаются зёрна полевого шпата, кварца и слюды. На фоне общей массы выделяется зона углефикации, видны как отдельные скопления, так и прослои органики. На границе перехода от угля к микститу прослеживаются области сульфидизации,



ориентированные послойно. Наблюдаемый процесс позволяет уверенно полагать, что в своё время произошла резкая смена геохимии среды формирования контакта тюменской и абалакской свит.

Второй образец керна отобран из 135 скважины Тевлинско-Русскинского месторождения с глубины 2832 м (рисунок 2, б), где наблюдается контакт тюменской и васюганской свит. В процессе макроописания выделено восемь этапов осадконакопления, каждый из которых несёт конкретную информацию об условиях формирования отложений. Своевременно сменяющиеся друг друга эрозионные срезы, генерации пескожилов с последующим заполнением ходов и неоднократные инъекции песчаного материала в совокупности дают возможность понять динамику и характер среды формирования отложений в рамках рассматриваемого образца. Особо значимые сведения внесло определение ихнофауны по ихнофоссилиям, среди которых преобладают следы-норки *Skolithos* [1]. В ходе детального исследования образца сделан вывод о том, что нижняя часть отложений формировалась в условиях прибрежного малоподвижного, а верхняя часть – активного подвижного мелководья [2].

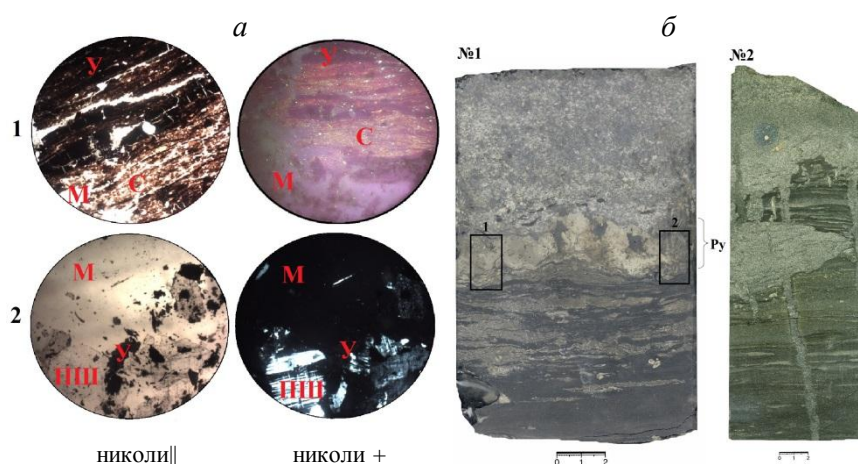


Рисунок 2 – Характеристика объектов исследования:

У – углефикация; М – микстит; С – сульфидизация; ПШ – полевые шпаты; Ру – пиритовые стяжения; № 1 – образец Тальникового месторождения; № 2 – образец Тевлинско-Русскинского месторождения;

а – фотографии шлифов образца № 1 (увеличение 2,5);

б – сканированные изображения керна

Объяснение неоднородности пластов с точки зрения анализа обстановок осадконакопления очень важно. Правильное понимание генезиса, то есть сформировавших его процессов, позволяет строить значительно более точные геологические модели. Выполненные исследования подтвердили широко известный факт, что рубежом тюменской свиты и васюганского горизонта зафиксирована резкая смена обстановок осадконакопления. Проведённая детальная реконструкция по разноудалённым образцам позволила восстановить историю формирования конкретного стратиграфического контакта в каждой из опробованных точек. Это представило полноценное седиментологическое «заполнение» лакун, вызванных перерывами в осадконакоплении.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Микулаш Р., Дронов А. Палеоихнология – введение в изучение ископаемых следов жизнедеятельности. Прага: Геологический институт Академии наук Чешской Республики, 2006. 122 с.
2. Состав и генезис отложений тюменской свиты Шаимского нефтегазоносного района (Западная Сибирь) / под ред. В. П. Алексеева. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2007. 209 с.

## РЕКОНСТРУКЦИЯ ИСТОРИИ ФОРМИРОВАНИЯ КОНТАКТА ТЮМЕНСКОЙ И ВАСЮГАНСКОЙ СВИТ

ЛИПЯНИНА А.В.

Научный руководитель: д.г.-м.н., профессор В.П. Алексеев  
ФГБОУ ВПО «Уральский государственный горный университет»

Несмотря на хорошую изученность строения, условий залегания, литологии, стратиграфии палеонтологий отложений ниже-среднеюрского возраста, достигнутой к настоящему времени, появляются новые возможности исследования, которые в значительной степени могут уточнить имеющиеся представления [1]. Благодаря технологическим разработкам и новым научным обоснованиям стало возможным изучать не только определенные стратиграфические горизонты, но и что более важно – контакты свит. Огромный импульс изучению контактов получило при новых технологиях бурения нефтегазовых скважин, позволяющих получить полный выход керна в ненарушенном состоянии.

Объектом исследования является образец керна, отобранный из скважины 135 Тевлинско-Русскинского месторождения, приуроченного к Сургутскому нефтегазоносному району (рисунок 1, *а*), с глубины 2832 м. Главная особенность выбранного образца – это наличие контакта тюменской и васюганской свит, хорошо прослеживаемого на диаграммах геофизических исследований скважины (рисунок 1, *б*).

Проведем последовательное описание этапов осадконакопления аналогично работе А. Зейлахера [2] с целью реконструирования условий формирования контакта тюменской и васюганской свит. Для исследуемого образца можно выделить восемь этапов осадконакопления (рисунок 1, *в*). В сжатом виде историю седиментации можно представить следующим образом. Изначально происходило осаждение тонкозернистых алевритовых осадков с образованием тонкой пологоволнистой, отчасти линзовидной слоистости (рисунок 1, *в*, этап *а*). Можно предположить, что толщина накопившихся осадков составляла около 5 м, что соответствовало завершению стадии раннего диагенеза [2]. Отложения рассматриваемого этапа, предположительно, формировались при глубине уровня моря не больше 1–5 метров в условиях прибрежного малоподвижного мелководья.

На этапе *б* имеет место эрозионный срез относительно уплотненного осадка, в результате чего образовалась ровная, возможно слабонаклоненная плоскость с углом не больше первых градусов. Граница эрозионного среза в плоскости образца вероятнее всего была несколько выше наблюдающейся сегодня для верхнего распространения нижнего слоя.

Следующий этап осадконакопления включает в себя два взаимосвязанных процесса (этап *с*). Один из них представляется дополнительной эрозией верхней части образца с образованием неровной, холмистой поверхности. Второй процесс – это образование следов норков илоедов, сформировавшихся в процессе кормления древних червеобразных организмов. Стенки норков гладкие, неорнаментированные. Перерыв в осадконакоплении был довольно значительным, что позволило сформироваться «твердому дну» (hardground) [3].

Этап *д* фиксирует начало седиментации перекрывающих отложений, представленных пахомовской пачкой. Тем же материалом заполняются ходы илоедов. Зафиксированные стенки ходов имеют не вполне четкие, извилистые границы, что подтверждает их заполнение в стадию позднего диагенеза. В завершении этапа лёг роств белемнита. Характер его осадения и фиксации в осадке информирует о небольшом временном перерыве в осадконакоплении.

Следующий этап формирования отложений (этап *е*) представлен боковым «взломом» песчаным материалом. При этом вносятся во вмещающие породы гальки слегка окатанные, разного размера. С этим же этапом связаны не крупные ходы *Planolithes* и *Skolithos*.

Этап *ф* фиксируется формированием новой генерации пескожилов по значительно менее уплотненному осадку, о чём свидетельствуют неровные стенки норков. Перерыв в осадконакоплении имел менее продолжительный характер, чем на этапе *с*, самое большое – первые десятки лет.

В процессе формирования этапа произошло заполнение песчаным материалом четвертой норки пескожилов, а также захоронение раковины белемнита. Завершается формирование отложений в рамках рассматриваемого образца очередной серией песчаных осадков (этап *h*). Необходимо отметить, что завершающие этапы седиментации происходили в условиях уже более активного подвижного мелководья.

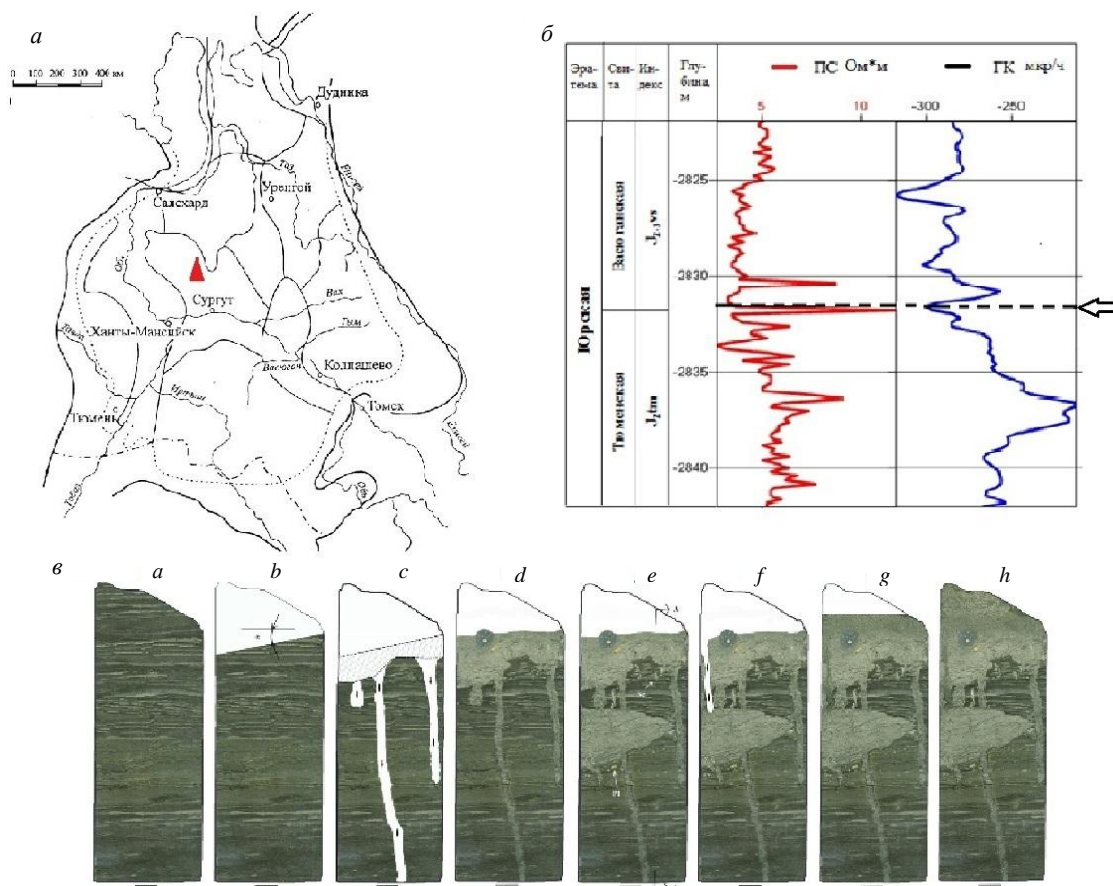


Рисунок 1 – Геологическая привязка исследуемого образца с последовательной реконструкцией осадконакопления:  
*a* – местоположение Тевлинско-Рускинского месторождения; *б* – фрагмент геофизического исследования скважины (место отбора образца показано стрелкой); *в* – реконструкция процесса осадконакопления (*a-h* – этапы формирования отложений)

Возвращаясь к общей характеристике образца (рисунок 1, *в*, этап *h*), констатируем, что представленный на нём контакт имеет в стратиграфическом контексте «нулевую» толщину. Однако при детальном рассмотрении он располагает богатой и разноплановой историей. Можно с большой долей вероятности предполагать, что продолжительность перехода от отложений собственно тюменской свиты (нижняя часть образца) до пахомовской пачки (верхняя часть), реконструированного в этапах *c-d* (рисунок 1, *в*), было весьма невелико и не превышало первых десяти лет. Основная потеря времени имела место при размыве некоторой части накопившихся осадков. Предположительно это время составляло 2–5 тыс. лет.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Состав и генезис отложений тюменской свиты Шаимского нефтегазоносного района (Западная Сибирь) / под ред. В. П. Алексеева. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2007. 209 с.
2. Нестеров И. И. Уплотнение глинистых пород // Советская геология. 1965. № 12. С. 69–80.
3. Зейлахер А. Общие замечания о событийных отложениях // Циклическая и событийная седиментация. М.: Мир, 1985. С. 161–173.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО АНАЛИЗА НИЖНЕМЕЛОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ХАЛЬМЕРПАЮТИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

МАНАСИХИНА И.С.

Научный руководитель: д.г.-м.н., профессор В.П. Алексеев  
ФГБОУ ВПО «Уральский государственный горный университет»

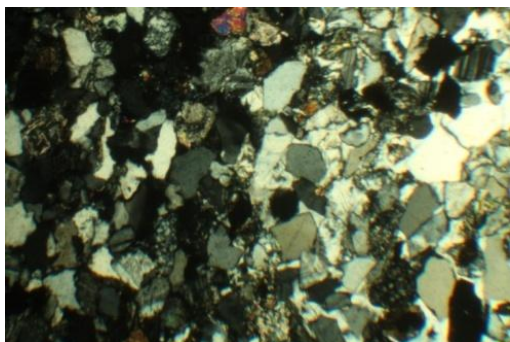
Хальмерпаютинское месторождение расположено в восточной части Большехетской мегасинеклизы и приурочено к куполовидному поднятию. Большехетская впадина ограничена со всех сторон несколькими мегавалами. С востока впадину ограждает Сузунский, с юга – Тазовский и Юрхаровский, с запада – Ямбургский, с северо-запада – Нижнемессояхский, а с севера – Танамо-Малохетский (Соленинское поднятие) мегавалы. Объектом исследования являются нижнемеловые отложения суходудинской свиты.

Цель работы – определение гранулометрического состава нижнемеловых отложений Хальмерпаютинского месторождения по скважине № 2042. Был проведён расчет 350 зёрен по каждому шлифу для установления процентного содержания обломочных частиц определённых размерных интервалов в осадочной горной породе, который позволяет понять возможный характер содержащихся в этих породах пластовых флюидов.

Таблица 1 – Основные гранулометрические характеристики

№ шлифа	Глубина, м	Медиана $M_d$ , мм	A	E	Коэффициент сортировки $S_o$
4-1	3195,5	0,13	0,23	-0,49	3,0
4-2	3195,5	0,13	0,1	-0,66	3,05
4-3	3195,5	0,13	0,09	-0,66	3,0
8-1	3201,4	0,16	1,02	0,3	2,77
8-2	3201,4	0,13	0,79	-0,41	3,1
8-3	3201,4	0,16	0,87	-0,18	3,0
18-1	3277	0,2	0,54	-0,63	3,13
18-2	3277	0,2	0,5	-0,61	3,1
28-1	3304,5	0,13	0,03	-1,06	3,4
28-2	3304,5	0,06	0,03	-1,02	3,37

На рисунке 1 представлены фото шлифа образца № 4-1, а на рисунке 2 отображены результаты гранулометрического анализа. Все шлифы схожи между собой, но всё же при расчете некоторые показатели колеблются в небольших пределах.



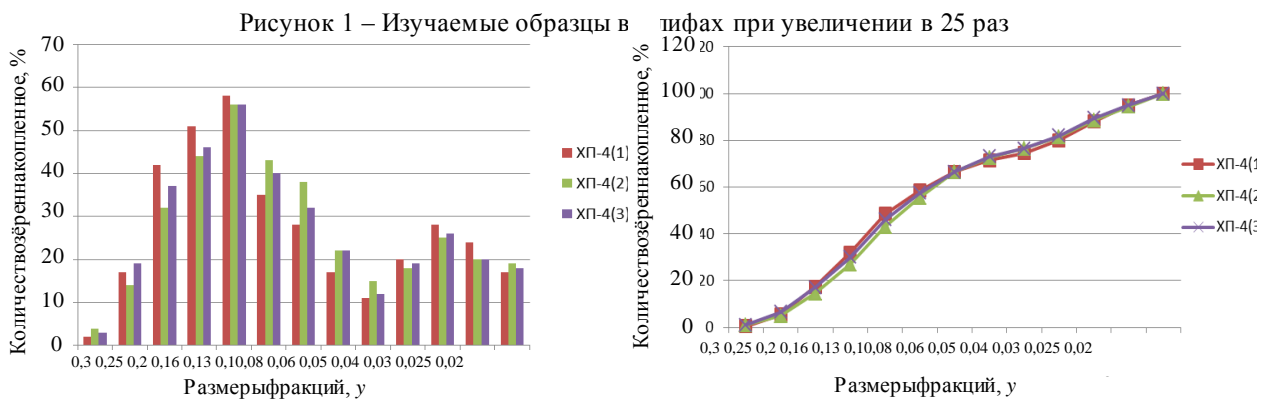


Рисунок 2 – Гистограмма распределения зерен по фракциям (а) и кумулятивная кривая(б) (шлифы № 4–1, 4–2, 4–3)

Построение гистограмм распределения зёрен по фракциям и кумулятивных кривых дает наглядное представление о гранулометрическом составе и степени однородности частиц. Кумулятивная кривая позволяет определить средний размер зерен ( $Md$ – медиана), коэффициент сортировки ( $S_0$ ). Резкое количественное преобладание одной из фракций является признаком однородности частиц и их хорошей отсортированности. По расчетам коэффициент сортировки  $S_0 = 2,77–3,37$ , что указывает на среднюю сортировку зерен. Шлифы 28–1 и 28–2 имеют худшую сортировку, что говорит о менее грубом составе пород. Довольно четко выделяется максимум по фракции: 0,13 мм – мелкозернистый песчаник. Бимодальность указывает на континентальные условия в процессе перевевания песков.

По расчетам в шлифах представлен тонко- и мелкозернистый песчаник (определен по коэффициенту сортировки и медиане) с положительной асимметрией (во всех 10 шлифах). Положительная асимметрия менее 1 указывает на мелководные морские отложения (приливно-отливные полосы и шельфы). По вычисленным значениям асимметрии и эксцесса на диаграмме Г. Ф. Рожкова были построены точки. Полученные результаты свидетельствуют о значительных вариациях гидродинамических условий среды седиментации, а именно происхождение её в зоне сильных речных или вдольбереговых течений. Отрицательные значения эксцесса указывают на динамически застойные условия осадконакопления.

С помощью генетической диаграммы Р. Пассега был определен механизм переноса частиц, на основе которого можно сделать предположения об обстановке осадконакопления. Песчаники Хальмерпаютинского месторождения накапливались в результате переноса мутьевыми потоками.

Описанный способ пересчета данных анализа позволяет сделать ряд специальных графических построений (гистограмму, кумулятивную кривую и др.) и вычислить некоторые петрографические коэффициенты (медиану, коэффициент сортировки, моду). Наряду с достоинствами способ имеет и недостаток: пересчитанные данные не дают полной характеристики породы, поскольку не учитывается растворимая часть, содержание которой может варьировать в широких пределах.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Залищак Б.Л., Бурилина Л.В., Кипаренко Р.И. Определение породообразующих минералов в шлифах и иммерсионных препаратах. М.: Недра, 1981.
2. Хуснуллина Г.Р., Биркле Е.А., Лебедев А.И. Гранулометрический анализ песчаников викуловской свиты Краснелинского месторождения // Литосфера, 2012, № 6. С. 90-99.
3. Шванов Н.В. Петрография песчаных пород (компонентный состав, систематика и описание минеральных видов). Изд-во: Недра, 1987. 146 с.

## ПЕТРОГРАФИЧЕСКИЙ СОСТАВ И ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПЛАСТА БС<sub>8</sub>~БС<sub>10</sub> (НЕОКОМ) СЕВЕРО-ПОКАЧЕВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

МИЛЮТИН С. И.

Научный руководитель: д.г.-м.н., профессор В.П. Алексеев  
ФГБОУ ВПО «Уральский государственный горный университет»

Северо-Покачевское месторождение расположено в Нижневартовском административном районе Ханты-Мансийского автономного округа – Югры в 113 км к северо-западу от города Нижневартовск. В тектоническом отношении месторождение приурочено к одноименному локальному поднятию и располагается в пределах Покачевской вершины, осложняющей северо-западную периклиналь Нижневартовского свода.

Объектом исследования являются нижнемеловые отложения мегионской свиты (пласты БС<sub>8</sub>~БС<sub>10</sub>) скважины СП 211. Исходным материалом послужили образцы керна, отобранные с глубин (2761 м, 2766 м, 2772 м), и изготовленные шлифы.

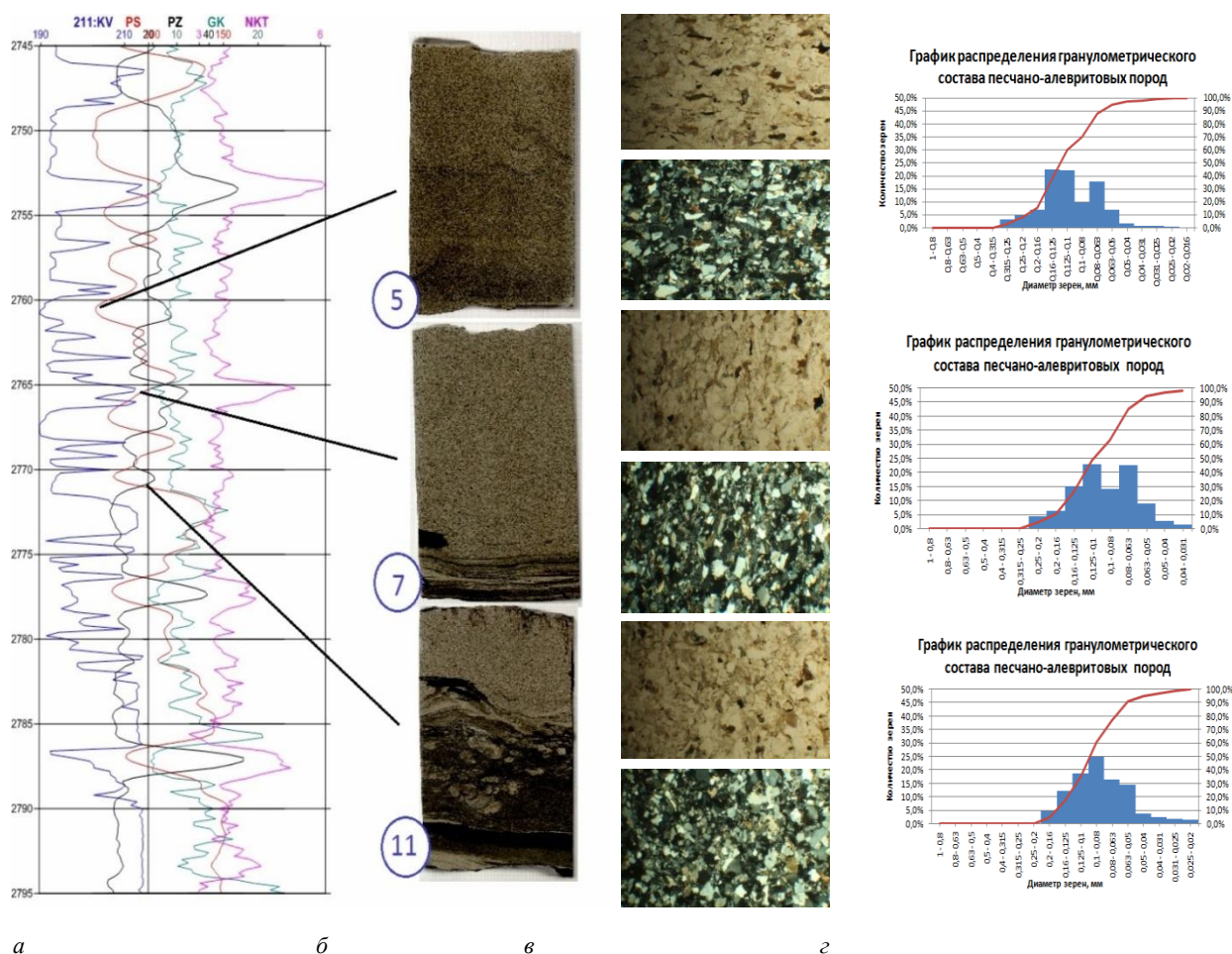


Рисунок 1 – Схема исследования пласта (БС<sub>8</sub>~ БС<sub>10</sub>):  
а – каротажная диаграмма; б – керн из скважины СП 211; в – шлифы в скрещенных  
и параллельных николях (× 25); г – гистограммы распределения зёрен по фракциям  
и кумулятивные кривые

По итогам проведённых исследований расчеты показывают, что отложения пласта БС<sub>8</sub>~БС<sub>10</sub> представлены тонко-мелкозернистыми песчаниками с переслаиванием тонкозернистого алевролита с косо и косо-волнистой слоистостью хорошей сортировки ( $Md = 0,110 - 0,140$ ;  $\delta = 1,833 - 1,905$ ), значение асимметрии  $-0,146 - 0,618$ , значение эксцесса  $-0,544 - 0,532$ ) (рисунок 2, б).

По результатам петрографического анализа определено процентное содержание минералов: Q 60–67%, ПШ 30–35 %, обломки пород 3–5 %. Полевые шпаты представлены плагиоклазом табличной формы выделения, угловатые, реже полуокатанные. Зёрна кварца относительно изометричной формы. Слюды представлены биотитом, ориентированным в одном направлении, большая часть деформирована и осветлена, встречаются редкие пластинки мусковита. Из акцессорных минералов встречаются редкие зернышки циркона. Согласно классификационной диаграмме В. Н. Шванова песчаники отнесены к классу аркозовых. (рисунок 2, а).

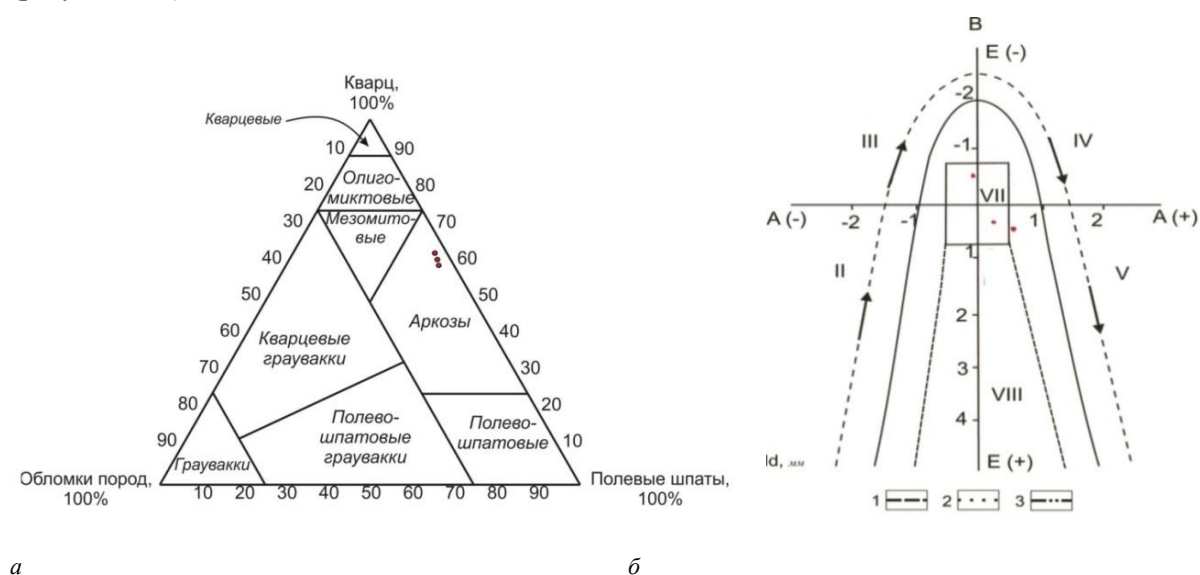


Рисунок 2 – Результаты проведённых исследований:  
 а – классификационная диаграмма В.Н. Шванова; б – динамогенетическая диаграмма Г.Ф. Рожкова

По динамогенетической диаграмме Г. Ф. Рожкова фигуративные точки расположились в VII зоне. Образцы № 5 и 11 соответствуют прибрежно-морским условиям (нижняя правая часть прямоугольника). Образец № 7 отнесён к зоне эоловой обработки речных осадков (верхняя левая четверть прямоугольника).

Проведённые петрографический и гранулометрический анализы дают представление об условиях формирования нижнемеловых отложений Северо-Покачевского месторождения.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Алексеев В.П., Носова Н.С. Методы исследования осадочных пород. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2013. 67 с.
2. Мизенс Г.А. Изучение осадочных пород в прозрачных шлифах: учебно-методическое пособие по дисциплине «Литология». Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2006. 86 с.
3. Петтиджон Ф. Дж., Поттер П., Сивер Р. Пески и песчаники. М.: Мир, 1976. 536 с.

## ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ОБРАЗЦА ЮРСКОГО ПЕСЧАНИКА В ШЛИФАХ НА ПРИМЕРЕ ОДНОЙ ИЗ СКВАЖИН ВОСТОЧНО-ЕЛОВОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (ЗАПАДНАЯ СИБИРЬ)

ПАВЛОВА А. В.

Научный руководитель: д.г.-м.н., профессор В.П. Алексеев  
ФГБОУ ВПО «Уральский государственный горный университет»

Керновый материал – отличный источник информации, обширный анализ которого дает возможность судить об условиях осадконакопления. Множество методов применяется в ходе исследования осадочных горных пород, но главенствующим остается гранулометрический анализ. Его результаты несут в себе важную информацию о локализации и условиях формирования пород.

Объектом исследования явилась скважина хх3 Восточно-Елового месторождения, которое расположено в Сургутском районе Ханты-Мансийского автономного округа Тюменской области, в 63 км к западу от города Сургут (Западная Сибирь).

Данной скважиной вскрыты продуктивные отложения нижнего мела, верхней и средней юры. Керновый материал увязан с ГИС (геофизическое исследование скважин). На рисунке 1 представлена привязка кернового материала скважины.

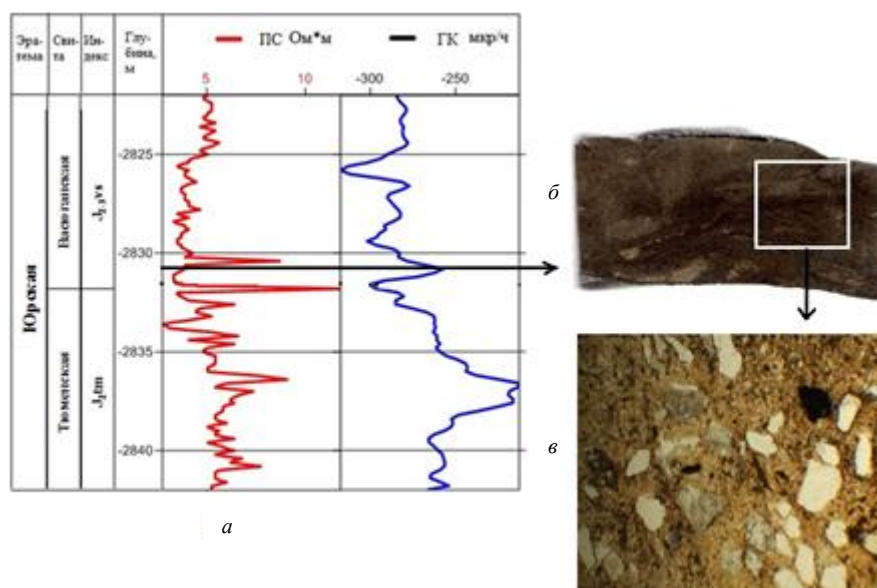


Рисунок 1 – Привязка кернового материала скважины хх3  
Восточно-Елового месторождения:

*a* – фрагмент геофизических исследований скважины с указанием  
места отбора образца (показано стрелкой); *б*– отобранный образец;  
*в* – шлиф, николи параллельны, увеличение  $\times 25$

Гранулометрическому анализу подвергся образец керна, взятый с глубины 2830–2833 м из покрывки пласта ЮС<sub>2</sub><sup>0</sup> (пахомовская пачка). Он представляет из себя слабосортированный глинистый песчаник с нарушенной слоистостью и нарушенной текстурой в результате деятельности илоедов, следовательно, образец имеет биотурбированную текстуру. Также довольно отчетливо просматриваются обугленные растительные остатки – детрит.

Гранулометрический анализ был произведен для 4 шлифов, проанализирована только песчаная фракция, которая составляет 10% всего образца (остальные 90% – алевритовый матрикс). По классификации В. Н. Шванова все песчаники мезомиктовые.



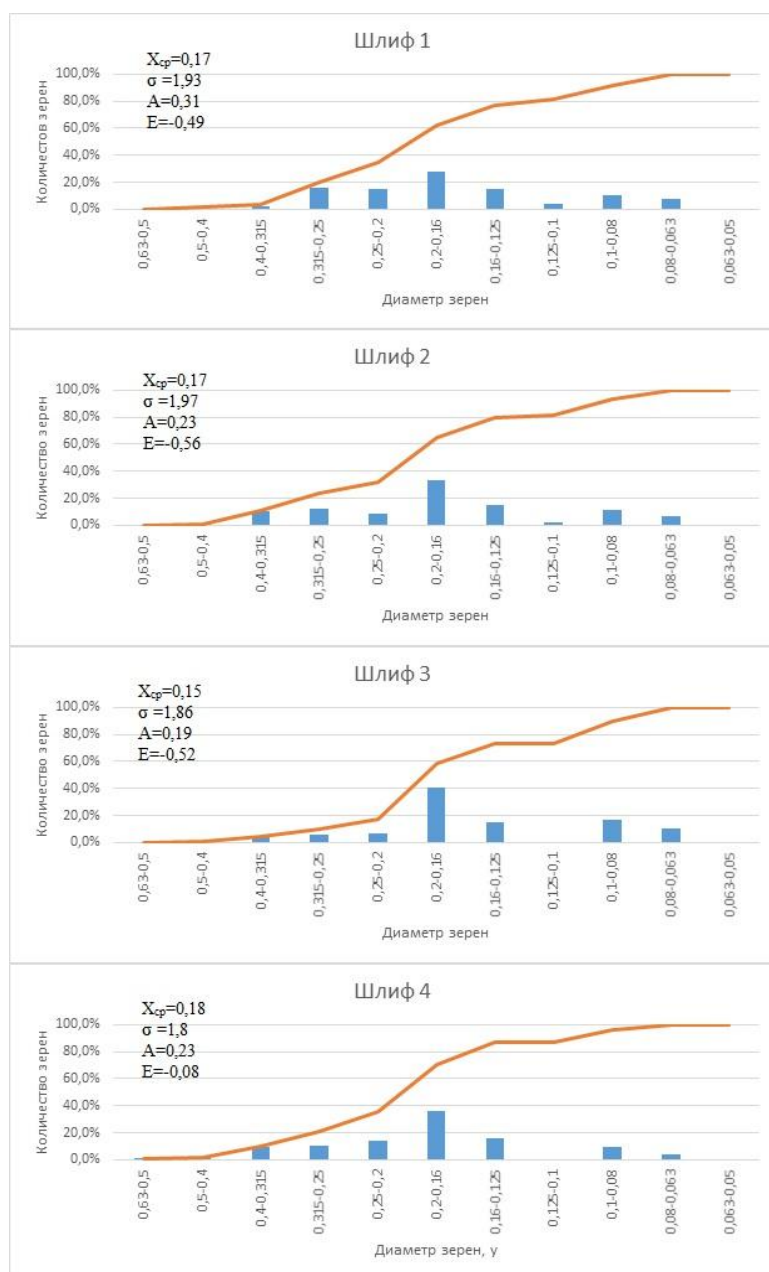


Рисунок 2 – Графики распределения песчаного материала

На рисунке 2 представлены графики распределения песчаного материала, из анализа которых можно сделать некоторые выводы. Во-первых, образец имеет хорошую сортированность песчаной фракции. На графиках отчетливо прослеживается преобладание частиц размером в диапазоне от 0,16 до 0,2 мм (они составляют 35–40 % от общего количества подсчитанных зерен). Во-вторых, полимодальность всех графиков также выявляет некоторую закономерность: условно график можно разделить на три части, при анализе каждой из которых отдельно и всех трёх в совокупности возникает гипотеза о разных механизмах транспортировки обломочного материала. Зёрна более грубого материала (размер зёрен от 0,25 мм) перемещались в результате качения, зёрна размером от 0,125 до 0,25 мм – в результате сальтации, а для зёрен размерностью до 0,125 мм доминирующим способом транспортировки была взвесь. В-третьих, имеется дефицит зёрен размерностью примерно 0,1 мм, отделяющий частицы, перемещающиеся сальтацией, от гидравлически захваченных или взвешенных частиц размером менее 0,1 мм [1]. Основной объем приходится на распределение частиц перемещающихся сальтацией.

По динамическому типу эмпирических полигонов распределения (ЭПР) песков Б. Н. Котельникова данный тип принадлежит к аллювиально-русловым пескам [2].

На примере данной работы показано, что гранулометрический анализ дополнительно характеризует обстановки осадконакопления. Выполненные анализы дают необходимый материал для оценки состава и характеристик осадочных пород юрских отложений. Исследования, проведённые по представленному образцу, подтверждают результаты, полученные при первичной визуальной диагностике.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Алексеев В. П. Атлас фаций юрских терригенных отложений (угленосные толщи Северной Евразии). Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2007. 209 с.
2. Котельников Б. Н. Реконструкция генезиса песков: гранулометрический состав и анализ эмпирических полигонов распределения. Л.: Изд-во Ленинградского университета, 1989. 132 с.

## МОДЕРНИЗИРОВАННАЯ МЕТОДИКА ПОВТОРНОГО ГИДРОРАЗРЫВА ПЛАСТА

ПАНЯК С.Г.<sup>1</sup>, АСКЕРОВ А.А.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Уральский государственный горный университет

<sup>2</sup>ООО «РН-Пурнефтегаз»

Гидро разрыв пласта (ГРП) – это способ увеличения продуктивности скважин за счёт искусственно созданных высокопроницаемых каналов в зоне дренирования. Однако данная технология нуждается в совершенствовании в зависимости от условий добычи, особенно на поздней стадии разработки нефтегазовых месторождений. Повторные гидро разрывы, в отличие от первичных, требуют особого внимания. Обычно они выполняются с увеличением расходов на операцию за счёт увеличения массы пропантанта. Особую осторожность следует проявлять при работе в рыхлых песчаниках со свободными перетоками воды [1]. Интенсивное пескопроявление в околозабойном пространстве не только затрудняет нефтедобычу, но и приводит к интенсивному износу бурового инструмента. В обычной практике при проведении повторного гидро разрыва масса пропантанта увеличивается на 30–40 % от его массы в предыдущем ГРП, что обусловлено необходимостью увеличения геометрии трещины. В условиях близости фронта нагнетаемых вод увеличение трещины может приводить к быстрому обводнению добываемой продукции [2, 3].

Учитывая геологические особенности юрских пластов, было принято решение производить повторный гидро разрыв с уменьшением массы пропантанта в два раза с целью избежания риска прорыва фронта нагнетаемых вод, а также для переориентировки азимута трещины. В качестве опытно-промысловой работы проведён ГРП на скважине № 555 Южно-Харампурского месторождения. На данной скважине в 2006 году уже был произведён ГРП с массой пропантанта 98 т. Пласт расчленённый, низкопроницаемый, геологическое строение сложное. Эффективная мощность нефтенасыщенности пласта составляет около 18 м, присутствует подошвенная вода, близок фронт закачиваемых вод. Предварительно был составлен дизайн на 50 т пропантанта, план успешно реализован, получен прирост нефти на 12 т в сутки (рисунок 1).

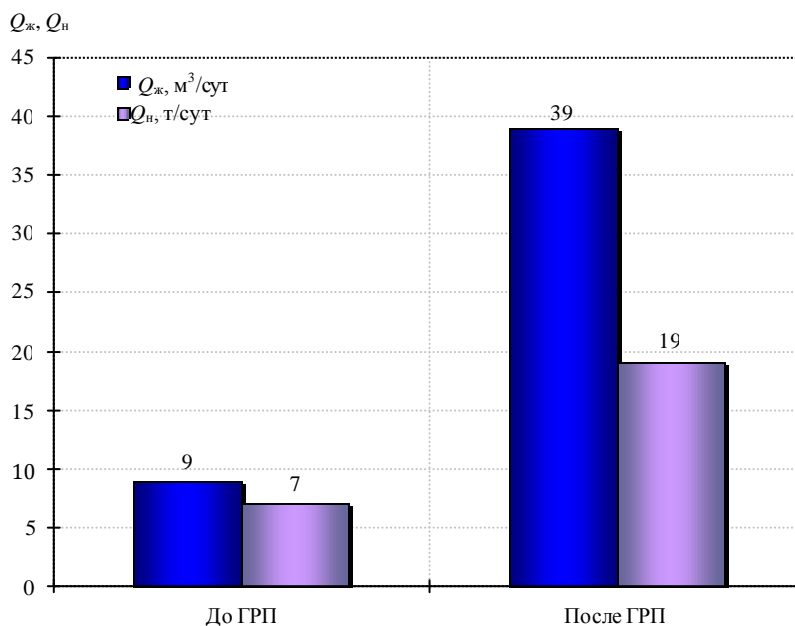


Рисунок 1 – Объемы добычи до и после ГРП  
на скважине 555 Южно-Харампурского месторождения

После получения положительных результатов проведения ГРП на скважине № 555 в пласте Ю<sub>1</sub> было рекомендовано проведение подобных операций на других объектах с аналогичными свойствами, где на скважинах не проводят повторные гидроразрывы, так как они считаются зонами высокого риска (с большой вероятностью прорыва трещин ГРП в закачиваемую воду), а, следовательно, неперспективными. Проведен ГРП ещё на двух скважинах, общий прирост по нефти составил 21 т, при этом масса закачанного пропанта была уменьшена в два раза.

В процессе эксплуатации залежи с изменёнными свойствами пласта трещина ГРП при повторных гидроразрывах меняет свою траекторию и развивается в другую сторону по отношению к предыдущему положению. Переориентация азимута трещины при повторном ГРП обусловлена изменениями ориентации местных напряжений, возникших вследствие длительной эксплуатации скважин [4]. Применение рефрака (повторного ГРП) с уменьшением массы пропанта обусловлено близким стоянием фронта нагнетаемых вод и используется во избежание риска прорыва трещины ГРП в закачиваемую воду.

Классическое применение повторного гидроразрыва приводит к увеличению скорости добычи, вызванной ростом геометрии трещины из-за увеличения массы пропанта. Однако, как показала практика, повторный гидроразрыв с уменьшением массы пропанта сосредоточивается на создании нужной площади, которая позволяет получить повышенную добычу без риска прорыва в воду закачки при существенно более низкой стоимости операции. Экономическая эффективность на одну операцию от проведения данной технологии составляет примерно 2,1 млн руб.

Возможность проведения экономически выгодных ГРП в пластах с фронтом закачиваемой воды позволит расширить спектр технологий по стимуляции скважин. Особенно остро проблема касается законсервированных скважин на старых месторождениях. Разработанный подход актуален для интенсификации притока жидкости к скважинам и, как следствие, продления экономически выгодного периода эксплуатации месторождений.

Таким образом, научно-исследовательские и опытно-промышленные работы привели к следующим позитивным результатам:

- ГРП с уменьшением массы пропанта предотвращает прорыв в воду закачки;
- расходы на операцию снижаются, увеличивается экономическая эффективность;
- создаются дополнительные трещины в пласте, помимо сформированных ранее;
- открываются перспективы для проведения гидроразрыва на скважинах с трудноизвлекаемыми запасами.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Паняк С. Г., Аскеров А. А. Пескопроявление в скважинах после гидроразрыва // Изв. вузов. Нефть и газ. 2013. № 5. С. 14–19.
2. Ertekin T., Abou-Kassem J.H., King G.R. Basic Applied Reservoir Simulation. Richardson, Texas: SPE, 2001. 421 p.
3. Паняк С. Г., Аскеров А. А., Юсифов Т. Ю. Эффективность комплексного подхода к технологии проведения гидроразрыва (на примере Барсуковского месторождения ООО «Пурнефтегаз») // Изв. вузов. Нефть и газ. 2014. № 6. С. 46–48.
4. Юсифов Т. Ю. Переориентация азимута трещины повторного гидроразрыва пласта с уменьшением массы пропанта: сб. докл. XIV научно-практической конференции «Геология и разработка месторождений с трудноизвлекаемыми запасами». Анапа, 2014. С. 48.

## **ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ БОКОВЫХ СТВОЛОВ И БОКОВЫХ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ СТВОЛОВ В УСЛОВИЯХ БУХАРСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ И ОБЪЕКТОВ ЦДНГ-4 НГДУ «АЛЬМЕТЬЕВНЕФТЬ»**

СЕМЕНОВ А. В., МАННАНОВ И. И.

Альметьевский государственный нефтяной институт

Бурение боковых стволов в скважинах широко распространено во всех нефтяных регионах России как один из эффективных методов увеличения нефтеотдачи пластов в условиях невысокой добычи нефти и перехода многих месторождений на позднюю стадию разработки.

Актуальность данной работы обусловлена тем, что при незначительных остаточных запасах бурение новых скважин приводит к чрезмерному увеличению затрат, что делает дальнейшую разработку месторождений нерентабельной. В данных условиях наиболее приемлемыми являются мероприятия по восстановлению малодебитных, обводнённых, нерентабельных, аварийных скважин с помощью бурения боковых стволов (БС). Это направление для старых нефтедобывающих районов, каковым является республика Татарстан, наиболее перспективно.

В докладе представлен анализ восемнадцати скважин, с боковыми стволами, девять из которых имеют горизонтальное окончание (БГС). Отмечено, что каждая скважина имеет определенную цель «зарезки». Фонд скважин с БС и БГС по цели «зарезки» распределился следующим образом: 1) бурение БС с минимальным смещением забоя по причине аварии на забое – 2 скважины; 2) «зарезка» БС, БГС в направлении более высоких гипсометрических отметок с локализацией остаточных запасов – 8 скважин; 3) «зарезка» БС, БГС из зоны отсутствия коллекторов (или из зоны низкопроницаемых коллекторов) в зону наличия пласта (или в зону лучшего коллектора) – 8 скважин.

Анализ показателей работы скважин до и после проведения БС и БГС выявил увеличение суточного дебита нефти и уменьшение обводнённости добываемой продукции. К примеру, на скважине 2\*\*\*д дебит нефти до «зарезки» не превышал 0,3 т/сут., а обводнённость составляла 98%, после проведения БГС дебит нефти составил 14,4 т/сут., обводнённость – 30%.

Был проведён ассоциативный анализ влияния на дебит нефти следующих геолого-технологических факторов: пластовое давление, депрессия на пласт, коэффициент продуктивности, фазовая проницаемость, нефтенасыщенность, длина ствола, вскрывшего продуктивный пласт. В ходе анализа установлено, что на суточный дебит нефти оказывает влияние длина ствола. Связь с остальными геолого-технологическими факторами не установлена. Для установления степени влияния данных факторов по отдельности, а также при их взаимодействии, был проведен дисперсионный анализ. Результаты вычислений подтвердили связь дебита и длины ствола. Существенное влияние оказывает сочетание длины ствола и депрессии; длины ствола, фазой проницаемости и депрессии. В меньшей степени влияет сочетание длины ствола и фазовой проницаемости.

Анализ результатов гидродинамических исследований скважин выявил увеличение пьезопроводности и гидропроводности. Так, на скважине 2\*\*\*4 пьезопроводность со 102 см<sup>2</sup>/сек увеличилась до 394,1 см<sup>2</sup>/сек, а гидропроводность – с 0,62 Д·см/сПз до 7,44 Д·см/сПз.

Расчет технологической эффективности осуществлялся по шести характеристикам вытеснения. Для скважины 1\*\*\*1 дополнительная добыча составила 3538,2 т нефти. В данном случае для расчета выбрана характеристика вытеснения Абызбаева, а критерий Тейла составил 0,0000005, что свидетельствует о высокой степени адекватности данной зависимости.

## ФОРМИРОВАНИЕ ЦЕОЛИТОВОГО ЦЕМЕНТА НИЖНЕМЕЛОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ БОЛЬШЕХЕТСКОЙ ВПАДИНЫ (НА ПРИМЕРЕ ХАЛЬМЕРПАЮТИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ)

СОРОКИНА Ю.А.

Научный руководитель: д.г.-м.н., профессор В.П. Алексеев  
ФГБОУ ВПО «Уральский государственный горный университет»

Большехетская впадина расположена в Ямало-Ненецком автономном округе. С точки зрения нефтегазоносности является высокоперспективным объектом для поисково-оценочных работ, однако необходимы детальные исследования для создания новых научно обоснованных направлений поисков и подсчета запасов. В пределах Большехетской впадины открыто 5 объектов, одним из которых является Хальмерпаютинскоегазоконденсатноеместорождение, расположенное в Пур-Тазовской нефтегазоносной области Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции (рисунок 1).



Рисунок 1 – Обзорная карта района

Породы Хальмерпаютинского месторождения, отобранные с глубин 3150–3350 м, представлены тонко- и мелкозернистыми песчаниками. В результате микроскопического изучения был выявлен не типичный для Западной Сибири цемент. Так, в нижнемеловых отложениях песчаники состоят из зёрен кварца, полевого шпата, обломков пород, в качестве второстепенных минералов присутствуют: хлорит, гидрослюда, каолинит, а также встречаются цеолиты, которые заполнили поровое пространство, образуя пятнистую текстуру (рисунок 2).

По петрографическому составу песчаники относятся к группе аркозов с содержанием кварца— 40–50%, полевыхшпатов – 40–55 %, обломков пород – 5–10 %.

По данным исследователей, занимавшихся образованием цеолитов, на месторождениях Западно-Сибирской плитыцеолитсодержащая горная порода имеет песчано-алевритовуюоснову, часть пор которой заполняется хлоритовым и карбонатным цементом, а

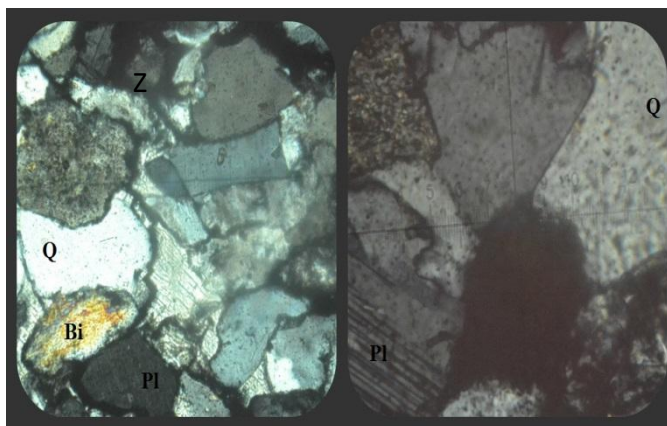


Рисунок 2 – Фотографии шлифа аркозового  
песчаника,  
с включенным анализатором:  
Q – кварц, P1 – плагиоклаз, Vi – биотит, Z – цеолит

другая часть – цеолитами. Процесс формирования цеолитов протекал долгое время, с периодами усиления или ослабления процесса. Учитывая морфологические особенности и вторичность процессов, с которыми связана цеолитизация, можно говорить об эпигенетическом характере происхождения цеолитов [1]. Такое представление достаточно хорошо определяет последовательность минералообразования пород Хальмерпаютинского месторождения. Анализ показал, что одним из первых образовался кварц, в более позднее время образовалась гидрослюда (каолинит). В дальнейшем происходило формирование хлорита. Завершающей стадией является кристаллизация цеолитов, которые достаточно часто замещают отдельные зерна полевых шпатов (рисунок 3). Все это свидетельствует о том, что процесс образования изменялся от кислой до щелочной среды.

Таким образом, на основании kernового материала и данных геофизических исследований скважин можно сделать вывод о том, что отложения формировались в условиях сильных речных или вдольбереговых течений.

Происхождение цеолитов связано главным образом с преобразованием силикатного материала в процессе диагенеза или катагенеза. На формирование цеолитов определенное влияние оказывают и эпигенетические (наложенные) изменения продуктивных пластов. Эти изменения заключаются в образовании вторичных ассоциаций и сопровождаются дегидратацией минералов с возможным разуплотнением пород.

Процесс цеолитизации четко приурочен к определенному стратиграфическому горизонту – пласту БУ<sub>20</sub>, который формировался на границе фациальных обстановок – морской и континентальной.

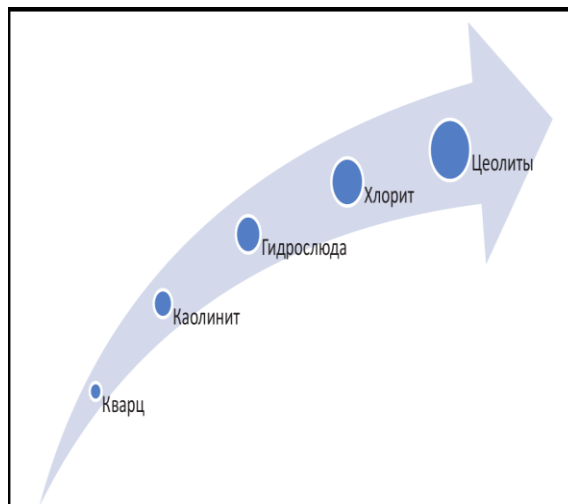


Рисунок 3 – Стадийность минералообразования в песчаниках Хальмерпаютинского месторождения [2]

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Коссовская А. Г. Генетические типы цеолитов стратифицированных формаций // Литология и полезные ископаемые. 1975. № 2. С. 23–44.
2. Поднебесных А. В., Решетников Д. А. Проблемы диагностики цеолитов и влияние наличия на разработку продуктивных отложений Мессояхской группы месторождений // Изв. ТПУ. 2014. Т. 324. № 1. С. 137–145.

**ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ СТАТИСТИКИ  
ДЛЯ РЕКОНСТРУКЦИИ ОБСТАНОВОК ОСАДКОНАКОПЛЕНИЯ  
НА ПРИМЕРЕ НИЖНЕМЕЛОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ  
ТЕВЛИНСКО-РУССКИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (ЗАПАДНАЯ СИБИРЬ)**

ЧЕРЕНЕВАК.Р.

Научный руководитель: д.г.-м.н., профессор В.П. Алексеев  
ФГБОУ ВПО «Уральский государственный горный университет»

В геологии в целом, а в литологии в особенности большое значение имеет реконструкция генезиса. Эта задача, в частности, решается с помощью литолого-фациального анализа (ЛФА), благодаря которому можно смоделировать условия осадконакопления. Для этого нужно заменить термины, описывающие особенности модели разреза скважины, числовыми характеристиками [1]. В основе этой процедуры лежит метризация традиционного набора диагностических признаков, включающего в себя гранулометрический состав (S1), сортированность (S2), текстуру (слоистость) (S3), характер органики (S4 и S5), удалённость от области сноса (S6). В классической методике ЛФА, разработанной для угленосных отложений Донбасса, в роли органики выступает растительный материал, а в данной работе рассмотрены ихнофоссилии – следы жизнедеятельности организмов [2]. Общий перечень диагностических признаков и принципы их метризации приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Кодирование признаков

Признак	Метризуемый параметр	Индекс	Примеры
Гранулометрический состав	Средний размер частиц (увеличение)	S1	1 – уголь, ..., 5 – крупнозернистый алевролит, ..., 9 – среднезернистый песчаник
Сортированность	Соотношение различных фракций (увеличение дисперсии)	S2	1 – очень хорошая, ..., 4 – средняя, ..., 7 – очень плохая
Текстура	Интенсивность гидродинамики (увеличение)	S3	1 – массивная, ..., 4 – пологоволнистая, ..., 9 – слоеватость
Количество ихнофоссилий (ii)	Количество (уменьшение)	S4	1 – полная переработка, ..., 3 – сохраняется основное строение осадка, ..., 5 – отсутствуют
Ихнофации	Удаленность от берега (увеличение)	S5	1 – Scoenija, 2 – Skolithos, 3 – Crusiana, 4 – Zoophycos, 5 – Nereites
Фаии	Удаленность от области сноса (увеличение)	S6	1 – континентальные отложения, ..., 5 – прибрежное мелководье, ..., 9 – открытая часть бассейна

Для исследований взяты три интервала нижнемеловых отложений, вскрытых скважиной 135 Тевлинско-Русскинского месторождения. При общей толщине 117 м для них выделено 39 слоев.

Первичная геологическая информация представляет собой матрицу исходных данных, при анализе которой с помощью методов математической статистики можно выявить взаимосвязь признаков, влияющих на осадконакопление [1].

В таблице 2 приведены результаты расчета корреляционных связей. Наиболее значимые из них с коэффициентом выше критического на уровне 1% выделены полужирным шрифтом, выше критического на уровне 5% – курсивом. Наглядно эти связи отражены на рисунке, представляющем собой кластерную диаграмму.

По результатам расчетов, представленных в корреляционной матрице (таблица 2), подтвержденных кластерной диаграммой (рисунок 1) выделяются две группы признаков: S1 – S2 – S3 и S5 – S6, которые принципиально противоположны друг другу. Это соответствует характеру параметров, представленных в таблице 1. Признаки S1, S2, S3 – основные, характеризующие породу, а S5 и S6 определяют генезис отложений, то есть обстановки осадконакопления и, в первую очередь, глубину бассейна седиментации. Индекс биотурбации (S4) «присоединяется» к седиментологическим параметрам. Вся общность признаков формируется только при  $1 - r > 2$ .

Таблица 2 – Корреляционная матрица и матрица смежности (коэффициенты Пирсона:  $R_{0,01}=0,41$ ;  $R_{0,05}=0,26$ )

	S1	S2	S3	S4	S5	S6
S1	1	0,24	<b>0,56</b>	0,21	–	–
S2	–	1	<b>0,64</b>	0	–	–
S3	1	1	1	–	–	–0,4
S4	–	–	–	1	–0,3	–0,3
S5	–	–1	–1	–1	1	<b>0,88</b>
S6	–	–1	–1	–1	1	1

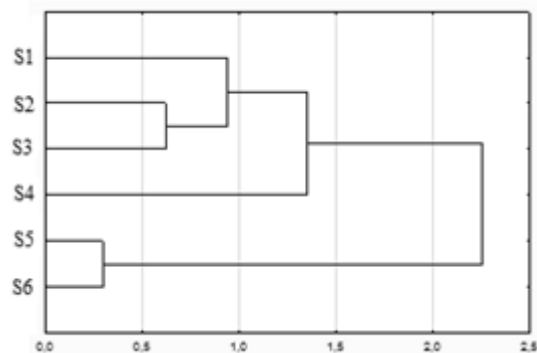


Рисунок 1 – Кластерная диаграмма связи признаков осадконакопления (по оси абсцисс значения дистанционного показателя  $1 - r$ )

Следующим этапом обработки данных явился факторный анализ, результаты которого приведены в таблице 3. Судя по вкладу конкретных признаков, фактор F1 можно интерпретировать как гидродинамический, так как основная часть принадлежит параметрам S2, S3, S5 и S6. Отрицательные значения S5 и S6 и положительные для S2 и S3 соответствуют предыдущим расчетам. Рассматривая F2, можно отметить важность индекса биотурбации (S4) как диагностического признака. Именно он влияет на формирование данного фактора.

Параметр S1 участвует в обоих факторах, но не значимо. Как следствие, это заставляет критически относиться к использованию данных по гранулометрическому составу пород в качестве главного показателя в любых геологических реконструкциях. На первый план выходит комплекс всех остальных признаков, определяющих обстановки осадконакопления.

Таблица 3 – Результаты факторного анализа

	F1	F2
S1	0,48	0,42
S2	<b>0,76</b>	0,26
S3	<b>0,79</b>	0,52
S4	0,27	<b>-0,70</b>
S5	<b>-0,89</b>	0,30
S6	<b>-0,80</b>	0,44
Общий вклад	0,49	0,21

Приведённые результаты дают представление о механизме и условиях осадконакопления. Некоторые из них принципиально не новы и получены ранее при изучении других толщ. Новые данные свидетельствуют о том, что для реконструкции генезиса необходимо использовать все параметры, в том числе количество и характер ихнофоссилий.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Состав и генезис отложений тюменской свиты Шаимского нефтегазоносного района / под ред. В. П. Алексеева. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2007. 209 с.
2. Алексеев В. П. Атлас субаквальных фаций нижнемеловых отложений Западной Сибири (ХМАО-Югра). Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2014. 284 с.



## ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЮРСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ КОТУХТИНСКОЙ СВИТЫ В ЯРУДЕЙСКОЙ № 38 ПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ СКВАЖИНЕ (ЗАПАДНАЯ СИБИРЬ)

ШЛЯПНИКОВА Л.А.

Научный руководитель: д.г.-м.н., профессор В.П. Алексеев  
ФГБОУ ВПО «Уральский государственный горный университет»

Параметрическая скважина Ярудейская №38 расположена в Надымском районе ЯНАО. В тектоническом отношении участок работ приурочен к северо-западной части Надым-Тазовской синеклизы и относится к южному окончанию Ярудейского мегавала.

Цель данной работы – микро- и макроописание пород котухтинской свиты параметрической скважины.

Из керна скважины были отобраны образцы, представленные песчаниками и алевритами котухтинской свиты, детально изучались два образца: № 1 (284) и № 2 (634). По ним были изготовлены шлифы. Интервал отбора керна 3753,5–3826,8 м. Для макроскопического описания пород было сделано по 2 фотографии для каждого образца: в видимом и ультрафиолетовом (360) свете (рисунок 1).

Образец № 1 (284) – песчаник тонкозернистый, хорошей сортировки, косоволнистой слоистости, цемент карбонатный (светится в ультрафиолете). Присутствует фрагмент органики растительного происхождения. Фация – АРП (алеврито-песчаных осадков русел малых рек и приток крупных равнинных рек) [1].

Образец № 2 (634) – песчаник тонкозернистый, сортировка материала от средней до хорошей, слоистость косоволнистая сильно срезанная мутьдообразная. Фация – ОВМ (алеврито-песчаных осадков открытого подвижного озёрного мелководья) [1].

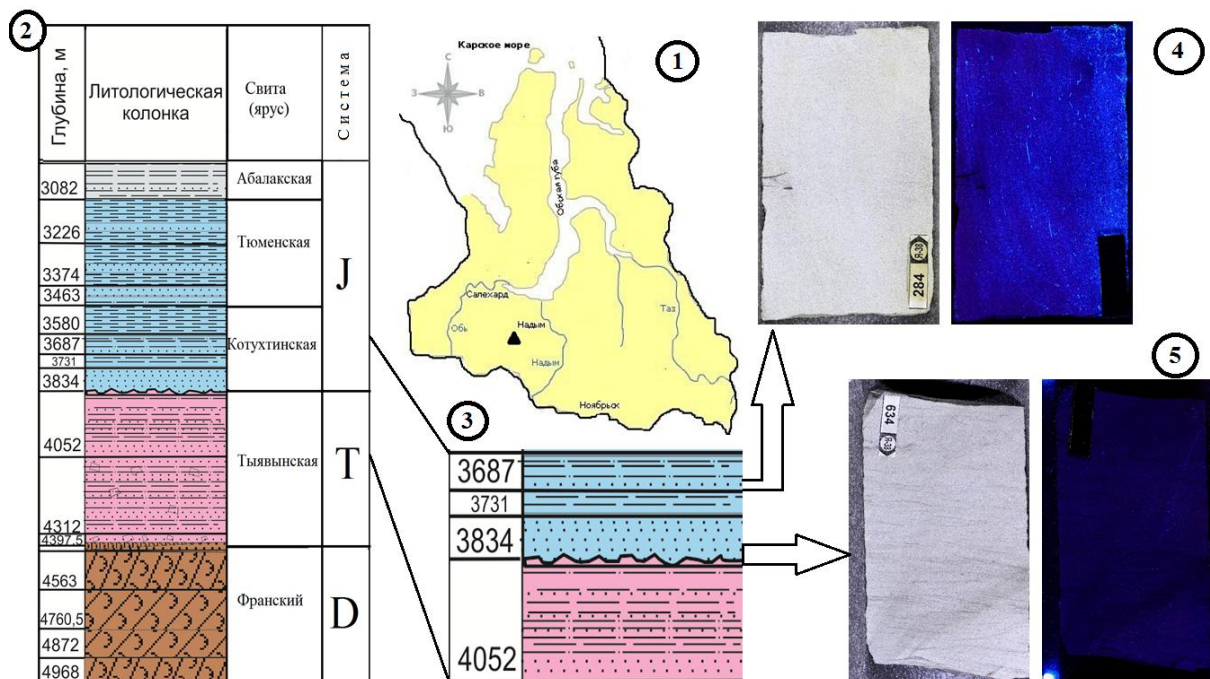


Рисунок 1 – Местоположение отбора образцов:

1 – обзорная карта; 2 – стратиграфическая колонка; 3 – фрагмент колонки; 4 – образец № 1 (284); 5 – образец № 2 (634)

Гранулометрический анализ проведен по 2 шлифам, для каждого из которых было подсчитано по 300 зёрен.

Таблица 1 – Результаты гранулометрического анализа в шлифах

	$X_{cp}(мм)$	$\sigma$	A	E
Шлиф №1	0,1653	1,6072	0,3977	0,0736
Шлиф №2	0,1563	2,1863	0,0894	-0,2184

По данным расчетам были построены генетические диаграммы Г. Ф. Рожкова и Р. Пассеги. На динамогенетической диаграмме Г.Ф. Рожкова (рисунок 2) с линиями координат эксцесс – асимметрия для образца № 1 точка попала в правую нижнюю часть прямоугольника, а образец № 2 в правую верхнюю часть (поле VII). Это свидетельствует о том, что отложения образовались в условиях широких участков устьев рек, участков мелководья, речных плёсов; прибрежморские фации (уточнение) для образца № 1 и морские фации для образца № 2. По диаграмме Р. Пассеги (рисунок 3) точки образовались в области качения/градиционной суспензии.

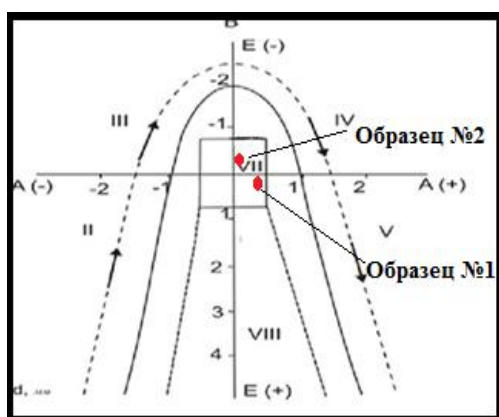


Рисунок 2 – Динамогенетическая диаграмма Г.Ф. Рожкова

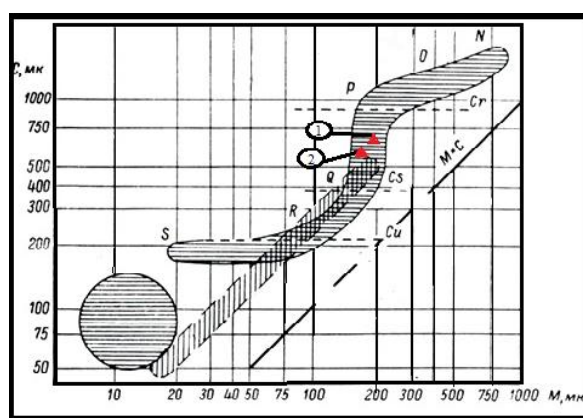


Рисунок 3 – Диаграмма Р. Пассеги

### Выводы.

При одинаковой размерности образец № 1 значительно лучше сортирован (приусловная отмель), что подтверждается при макроскопическом описании. Точка попала в нижнюю четверть поля VII, так как эта четверть более мористая.

Чем больше значение асимметрии на образце № 1, тем больше правый сдвиг (т.е. больше тонких частиц), у образца № 2 меньше правый сдвиг – в нем больше относительно грубых частиц, что и ожидалось.

Образец № 2 имеет отрицательный эксцесс, а образец № 1 (условный) хорошо отмученный. Эксцесс соответствует сортировке: во 2-м образце плохая сортировка и отрицательный эксцесс, образец № 1 – лучшая сортировка и эксцесс островершинный (прибереговая часть плёса).

Генезис подтвердился, что не противоречит макроскопической диагностике и переводит ее на количественную основу.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Алексеев В. П. Атлас фаций юрских терригенных отложений (угленосные толщи Северной Евразии). Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2007. 209 с.
2. Алексеев В. П., Носова Н. С. Методы исследования осадочных пород. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2013. 66 с.