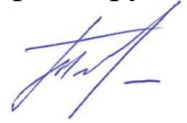


На правах рукописи



ТИТОВ ЮРИЙ ВЛАДИМИРОВИЧ

**ЛИТОЛОГИЯ И КОЛЛЕКТОРСКИЕ СВОЙСТВА НИЖНЕМЕЛОВЫХ
ОТЛОЖЕНИЙ ПЯКЯХИНО-ХАЛЬМЕРПАЮТИНСКОГО ВАЛА
(БОЛЬШЕХЕТСКАЯ ВПАДИНА
ЗАПАДНОЙ СИБИРИ)**

Специальность 1.6.5. Литология

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата геолого-минералогических наук

Казань – 2024

Работа выполнена в Центре исследования керна и пластовых флюидов Филиала ООО «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг» «ПермНИПИнефть» в г. Перми

Научный руководитель: **Мизенс Гунар Андреевич**, доктор геолого-минералогических наук

Официальные оппоненты: **Чернова Оксана Сергеевна**, доктор геолого-минералогических наук, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (г. Томск), профессор Отделения нефтегазового дела инженерной школы природных ресурсов

Кудаманов Александр Иванович, кандидат геолого-минералогических наук, ООО «Тюменский нефтяной научный центр» (ООО «ТННЦ», г. Тюмень), эксперт

Ведущая организация: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный университет нефти и газа (национальный исследовательский университет) им. И.М. Губкина» (РГУ нефти и газа (НИУ) им. И.М. Губкина, г. Москва)

Защита диссертации состоится «18» сентября 2024 года в 14-00 часов на заседании диссертационного совета КФУ.016.1 при Казанском (Приволжском) федеральном университете по адресу: 420008, г. Казань, ул. Кремлевская, д. 4/5, Институт геологии и нефтегазовых технологий КФУ, ауд. 204.

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского Казанского (Приволжского) федерального университета (г. Казань, ул. Кремлевская, д. 35). Сведения о защите, электронные версии диссертации и автореферата доступны на официальных сайтах ВАК при Министерстве науки и высшего образования РФ (<https://vak.minobrnauki.gov.ru>) и Казанского (Приволжского) федерального университета (<http://kpfu.ru/>).

Ваш отзыв на автореферат просим направлять по адресу: 420008, г. Казань, ул. Кремлевская, д. 18, Казанский (Приволжский) федеральный университет, отдел аттестации научно-педагогических кадров.

Автореферат разослан «___» _____ 2024 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета



А.А. Галеев

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. Объектом проводимого исследования являются нижнемеловые отложения территории Пякяхино-Хальмерпаютинского вала, расположенного в пределах Большехетской впадины Западно-Сибирской плиты. Территория Большехетской впадины – приоритетный для поисков углеводородов участок северной части Западной Сибири. Несмотря на более чем 50-летнее её освоение, изученность геолого-геофизических условий на исследуемой территории неравномерна и недостаточна, особенно в области изучения керна перспективных отложений. Приоритетными для исследований кернавого материала являются нижнемеловые отложения, у которых наблюдаются катагенетические аномалии и различия в распределении фильтрационно-емкостных свойств. В связи с чем актуальность комплексных литологических исследований нижнемеловых отложений изучаемой территории не вызывает сомнений. Проведение подобных исследований позволит обнаружить в геологическом разрезе интервалы, в которых происходили процессы, приводящие к изменениям порового пространства, что, в свою очередь, определит подходы к их разработке и определению рисков при проведении геологоразведочных работ.

Степень разработанности темы исследования. При написании диссертационной работы автор опирался на труды Э.Ю. Юдовича, М.П. Кетрис, А.В. Маслова, В.А. Дрица, А.Г. Коссовской, А.Д. Коробова, О.В. Япаскурта, Р.Ч. Селли, Г.Э. Рейнека, Х.Г. Рединга, П.П. Тимофеева, Л.Н. Ботвинкиной, В.Т. Фролова, В.А. Гроссгейма, а также исследователей, изучавших нижнемеловые отложения Западной Сибири: О.С. Черновой, В.П. Алексеева, Л.Г. Вакуленко и многих других специалистов. Кроме того, коллективом авторов во главе с Н.П. Косоревой при участии автора диссертации был подготовлен отчет по актуализации единой сейсмогеологической модели меловых отложений Пякяхинского месторождения на основе переинтерпретации сейсмических материалов 3D с учетом кернавого материала.

Цель и задачи исследования. Основной целью работы является – выявить литологические, минералого-петрографические, геохимические и петрофизические свойства, определяющие генезис и коллекторские свойства отложений нижнего мела Пякяхино-Хальмерпаютинского вала, а также разработать научно-методическую основу для геолого-технических мероприятий по улучшению показателей разработки цеолитизированных коллекторов. В соответствии с этой целью были определены следующие задачи:

1. Обобщить и проанализировать имеющийся геолого-геофизический материал, а также данные многолетних исследований по истории геологического развития исследуемой территории.

2. Изучить литологические особенности пород, выполнить минералогические, петрографические, литогеохимические и

гранулометрические исследования, провести стадийный анализ.

3. Реконструировать палеогеографические условия формирования пород-коллекторов исследуемой территории в раннемеловое время.

4. Определить влияние структурно-вещественного состава пород на формирование пустотно-порового пространства нижнемеловых отложений.

5. Изучить влияние кислотных реагентов на цеолитсодержащие породы и подобрать оптимальный кислотный состав.

Научная новизна. Дана подробная минералого-петрографическая и литогеохимическая характеристика нижнемеловых пород в пределах Пякяхино-Хальмерпаютинского вала. Выявлен комплекс аутигенных минералов, указывающий на степень катагенетических преобразований пород, а именно МК₂ (покурская и тангаловская свиты) и МК₃ (сортымская, заполярная, мегионская свиты). Впервые для исследуемых отложений установлено двенадцать субобстановок, седиментация которых происходила в условиях дельт речного влияния и прибрежно-морской, мелководно-морской обстановках. Проведена оценка коллекторских свойств исследуемых пород и выявлены аутигенные минералы, влияющие на формирование пустотно-порового пространства коллекторов. Установлено, что процесс цеолитизации оказывает отрицательное влияние на коллекторские свойства горных пород, что влечет за собой оптимизацию геолого-технологических мероприятий, проводимых на скважинах.

Теоретическая и практическая значимость работы. Результаты исследований позволили детализировать строение нижнемеловых пород Пякяхино-Хальмерпаютинского вала Большехетской впадины. Уточнены особенности состава областей размыва и реконструированы условия осадконакопления нижнемеловых отложений на территории исследований.

На основе минералого-петрографических исследований вещественного состава пород в разрезе выделены зоны с интенсивно выраженными постседиментационными изменениями. Уточнено негативное влияние цеолитизации пород на их фильтрационно-емкостные свойства и процессы эксплуатации скважин. В рамках проведения геолого-технологических мероприятий на скважинах рекомендовано отказаться от использования сильных неорганических кислот с заменой их на органические кислотные композиции.

Материалы диссертационной работы вошли в состав научно-исследовательских отчетов Филиала ООО «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг» «КогалымНИПИнефть» в г. Тюмени в виде рекомендаций при разработке технологий воздействия на призабойную зону пласта с проведением специальных исследований керна Пякяхинского месторождения.

Методология и методы исследований. Выполнение диссертационных исследований проводилось на основе системного подхода и комплексного литологического анализа с применением современных аналитических методов. Изучение включало реконструкцию условий осадконакопления, проведение и интерпретацию литогеохимических, гранулометрических, оптико-петрографических и электронно-микроскопических исследований.

Химико-аналитические исследования цеолитсодержащих пород и определение фильтрационно-емкостных свойств стандартными методами (Аттестат аккредитации RA.RU.21AI65) выполнены в лабораториях в Центре исследования керн и пластовых флюидов г. Когалым (далее – ЦИКиПФ).

Положения, выносимые на защиту:

1. Нижнемеловые песчаники Пяяхино-Хальмерпаютинского вала сложены аркозой ассоциацией обломочных пород. Цемент полиминеральный, сложен глинистыми, карбонатными минералами и цеолитами. По химическому составу песчаники относятся к сиаллитам и гидролизатам. Комплекс аутигенных минералов и их парагенетических ассоциаций свидетельствует о том, что породы покурской и тангаловской свит преобразованы до стадии среднего катагенеза (градация МК₂), а сортымская, заполярная, мегионская свиты – до позднего катагенеза (градация МК₃).

2. Исследуемые породы формировались в условиях дельты речного влияния, прибрежно-морской и мелководно-морской обстановках, подразделяющиеся на 12 отдельных субобстановок. Область сноса располагалась на северо-востоке и востоке, где размывались вулканиты кислого и среднего состава, а также метаморфические породы, слагающие западную окраину Сибирской платформы.

3. Коллекторские свойства нижнемеловых пород Пяяхино-Хальмерпаютинского вала в значительной степени определяются присутствием постседиментационных минералов. Среди них наибольшее влияние на коллекторские свойства оказывают цеолиты, кристаллизация которых приводит к уменьшению пористости и проницаемости. В результате проведения комплексных лабораторных исследований подобран ряд органических реактивов, с помощью которых можно улучшить фильтрационно-емкостные свойства пород.

Степень достоверности диссертационной работы определяется большими объемами проанализированного кернового материала и данными лабораторных исследований. В пределах месторождений Пяяхинского и имени В.Н. Черномырдина (Хальмерпаютинское) изучено свыше 700 метров кернового материала по 33 скважинам, вскрывшим отложения мегионской, сортымской, заполярной, тангаловской и покурской свит. Оптико-петрографические исследования выполнены по 146 шлифам, определение гранулометрического состава песчаных и алевритовых пород – по 760 образцам. Особенности строения порового пространства и цементирующего материала коллекторов изучены с помощью сканирующей электронной микроскопии. Обобщены результаты анализов валового химического состава более 300 образцов, исследовано свыше 2000 образцов на определение пустотно-порового пространства и их фильтрационных свойств. Для цеолитизированных пород сортымской свиты проведены тестирования и фильтрационные эксперименты по эффективности различных кислотных составов в зависимости от их растворяющей способности.

Упомянутые лабораторные исследования выполнены на базе ЦИКиПФ Филиала ООО «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг» «ПермНИПИнефть» в г. Перми

(далее – Филиал). Определение редкоземельных элементов (РЗЭ) методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (ICP MS) и цеолитов рентгенофазовым анализом проводились в Институте геологии и геохимии имени академика А.Н. Заварицкого Уральского отделения РАН.

Личный вклад автора заключается в постановке задач исследования, в обобщении и систематизации имеющегося фондового материала и научных публикаций по истории геологического развития территории Большехетской впадины; обработке и анализе вещественного состава отложений с помощью рентгеновских и литогеохимических методов, лазерной дифракции, сканирующей электронной микроскопии. Автором выполнены литологическое и седиментологическое описание керна с выделением обстановок осадконакопления, петрографическое описание шлифов с подробной характеристикой вторичных изменений пород, а также проведен анализ результатов определения фильтрационно-емкостных характеристик пород-коллекторов и оценка их зависимости от структурно-вещественных параметров. Проведены исследования влияния различных кислотных составов на цеолитсодержащие породы (совместно с А.Р. Халиковой).

Апробация результатов исследования. Промежуточные и итоговые результаты исследований представлены на конференциях молодых ученых и специалистов Филиала ООО «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг» «КогалымНИПИнефть» в г. Тюмени (Тюмень, 2013-2017; 2019), конкурсах на лучшую научно-техническую разработку молодых ученых и специалистов ООО «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг» (Пермь, 2015; Тюмень, 2016); «XV конференции молодых специалистов, работающих в организациях, осуществляющих деятельность, связанную с использованием участков недр на территории Ханты-Мансийского автономного округа – Югры» (Ханты-Мансийск, 2015); XIX, XX научно-практических конференциях «Пути реализации нефтегазового и рудного потенциала Ханты-Мансийского автономного округа – Югры» (Ханты-Мансийск, 2015; Ханты-Мансийск, 2017); III Международной научно-практической конференции «Нефтепромысловая химия» (Москва, 2016); научной конференции «Ломоносовские чтения – 2016» (Москва, 2016); V научно-практической конференции «Геонауки – ключ к рациональному освоению недр» (Тюмень, 2017); конференции «Проблемы и опыт освоения месторождений Большехетской впадины» в рамках VIII Тюменского нефтегазового инновационного форума (Тюмень, 2017); научных конференциях «Трофимуковские чтения – 2017», «Трофимуковские чтения – 2019» (Новосибирск, 2017; 2019); IX Всероссийском совещании «Меловая система России и ближнего зарубежья: проблемы стратиграфии и палеогеографии» (Белгород, 2018); Уральском литологическом совещании «Осадочная геология Урала и прилежащих регионов: сегодня и завтра» (Екатеринбург, 2018), научных чтениях «Экзолит» (Москва, 2021; 2022; 2023).

Результаты диссертационных исследований опубликованы в 22 научных изданиях, в том числе, шесть – в рекомендованных Высшей аттестационной комиссией, из них три – по направлению «Литология».

Структура и объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, шести глав, выводов и списка литературы, содержащего 110 наименований. Диссертация выполнена на 152 страницах и содержит 76 рисунков и 19 таблиц.

Благодарности. Автор выражает искреннюю признательность за оказанную помощь и ценные советы при работе над диссертацией научному руководителю д.г.-м.н., профессору Г.А. Мизенсу, специалистам ЦИКиПФ Филиала «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг» «ПермНИПИнефть» в г. Перми С.В. Астаркину, Г.М. Галимовой, О.В. Гудушкиной, Н.В. Кожевниковой, А.Н. Мирхашимову, А.Р. Халиковой, Н.А. Черепановой, Г.Х. Шайхутдиновой. Искреннюю благодарность автор выражает преподавателям Уральского государственного горного университета, особенно д.г.-м.н., профессору В.П. Алексееву.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении приведена актуальность работы, цель и задачи исследования, научная новизна работы, ее практическая значимость, основные защищаемые положения, представлены фактический материал, методы и методология исследований, апробация работы.

В первой главе освещаются современные представления о тектоническом строении севера Западно-Сибирской платформы, которые были заложены в трудах А.А. Конторовича, И.И. Нестерова, В.С. Бочкарева, В.Д. Наливкина, Ф.Г. Гурари, К.И. Микуленко, М.Я. Рудкевича, Н.Н. Ростовцева, В.С. Старосельцева, В.С. Суркова, В.Н. Бородкина, А.Р. Курчикова, Н.А. Малышева и многих других. Следует отметить, что особенности геологического строения и развития территории предопределили многообразие схем тектонического районирования.

В целом, в структурно-тектоническом отношении Пякяхино-Хальмерпаютинский вал представляет собой положительную структуру II порядка, расположенную в пределах отрицательной структуры I порядка – Большехетской впадины. Большая часть исследований приходится на структурные элементы III порядка: Пякяхинское и Хальмерпаютинское брахиантиклинальные поднятия.

К настоящему времени на основе проведенных литологических и палеонтолого-стратиграфических исследований выявлено, что осадочный чехол в пределах Пякяхино-Хальмерпаютинского вала охватывает породы от триасового до четвертичного возрастов. Его строение в пределах рассматриваемой территории представлено на сводных геолого-геофизических разрезах. Стратиграфическая характеристика приводится в соответствии с региональными стратиграфическими схемами мезозоя Западной Сибири, утвержденными Межведомственным стратиграфическим комитетом (МСК) России в 2004 году. Особенно следует отметить, что Пякяхино-Хальмерпаютинский вал расположен в зоне сочленения нескольких литолого-фациальных районов (ЛФР), характеризующихся присутствием различных

типов разрезов, границы между которыми являются в достаточной степени условными.

Нижнемеловые отложения в пределах рассматриваемой территории относятся к северной части Тазовского ЛФР, разрез которого представлен глинистой малохетской и существенно песчаными заполярной, мегийонской свитами. Однако, берриасс-аптские отложения в пределах Пякяхинского поднятия отнесены к Уренгойско-Пурпейскому ЛФР, в составе которого выделены (снизу вверх) сортымская и тангаловская свиты. Апт-сеноманские отложения получили развитие в Тазовско-Уренгойском ЛФР, в составе которого выделена существенно песчаная покурская свита.

Накопление обломочного материала в раннемеловое время происходило в условиях регрессии. Согласно региональной модели, разработанной А.Л. Наумовым, отложения формировались в процессе некомпенсированного осадконакопления, которое в конце берриаса – начале валанжина сменилось лавинной терригенной седиментацией. На фоне кратковременных колебаний уровня моря происходило временное увеличение площади морского бассейна и накопление в разрезе переслаивающихся морских, прибрежно-морских и континентальных отложений.

Таким образом, территория Пякяхино-Хальмерпаютинского вала характеризуется сложным геологическим строением и сложным развитием. Именно тектоническое развитие территории предопределило изменчивость в условиях осадконакопления и литологическую неоднородность осадочного чехла, степень диа- и катагенетического преобразования пород.

Во второй главе приведены методы исследования и фактический материал. Отмечено, что в процессе исследования в рамках диссертации изучен керновый материал по 33 скважинам Пякяхинского и им. В.С. Черномырдина (Хальмерпаютинское) месторождений, вскрывших разрезы мегийонской (пласт БТ₁₀), заполярной (пласт БТ₈), сортымской (пласты БУ₁₈ и БУ₁₅), тангаловской (пласт БУ₅) и покурской (пласт ПК₁₈) свит (Рисунок 1).

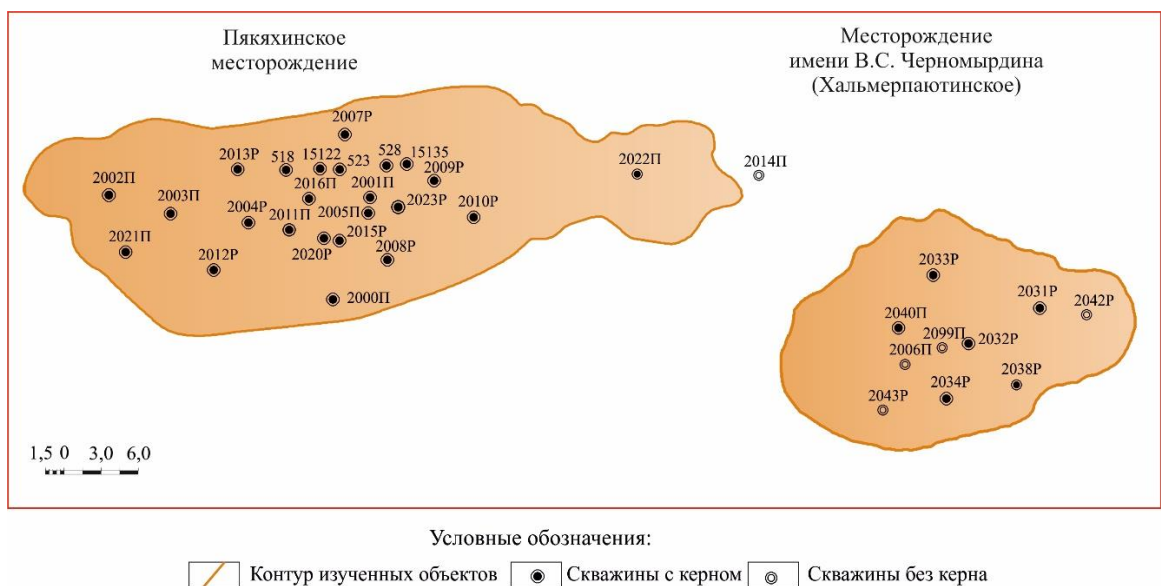


Рисунок 1 – Схема фактического материала

Для решения поставленных задач использовался комплекс методов: литологическое описание керна и его привязка к кривым ГИС, оптико-петрографические, гранулометрические, рентгеноструктурные, рентгенофлуоресцентные, литогеохимические, электронно-микроскопические, петрофизические и химико-аналитические исследования.

Результаты выполненных исследований позволили детализировать вещественный состав нижнемеловых отложений, реконструировать палеогеографические обстановки формирования пород, определить степень влияния развития вторичных процессов в породах-коллекторах на их фильтрационно-емкостные свойства и показатели эксплуатации скважин.

В третьей главе приведены результаты изучения химического состава терригенных пород. Особое внимание уделено определению степени зрелости кластических зерен, а также расшифровке палеоклиматических условий в областях сноса.

Для изучения породообразующих оксидов песчаных и алевроитовых пород Пякяхино-Хальмерпаютинского вала (Пякяхинское и Хальмерпаютинское месторождения) было подготовлено более 300 образцов. Подсчитаны геохимические модули, предложенные Я.Э. Юдовичем: алюмокремниевый, гидролизатный, фемический, натриевый, калиевый, титановый, щелочной, а также индекс химического выветривания. На основании проведенных литогеохимических исследований установлено, что проанализированные пробы песчаников и алевролитов относятся к силитам, сиалитам и гидролизатам. В формировании отложений принимали участие терригенные породы с преобладанием в их составе полевых шпатов, хлоритов и гидрослюд. В разрезе Пякяхинского месторождения степень зрелости алюмосиликокластики, поступавшей в область осадконакопления, указывает на постепенное усиление химического выветривания (от сортымской к покурской свитам) в области размыва и смены аридного климата на гумидный. Доминирование в областях сноса аридного климата и отсутствие выраженных признаков выветривания выявлены в отложениях Хальмерпаютинского месторождения.

Установлены особенности состава пород в областях размыва по диаграмме Б.П. Розера и Р.Й. Корша. Фигуративные точки пластов БУ₁₈ и БУ₁₅ Пякяхинского месторождения распределены преимущественно в полях изверженных пород кислого (в меньшей степени среднего) состава. Аналогичные данные получены по песчаникам пластов БТ₁₀ и БТ₈ месторождения им. В.С. Черномырдина (Хальмерпаютинское). Основная масса точек пласта БУ₅ разместилась примерно в равных количествах в полях изверженных образований кислого и среднего состава, а пласта ПК₁₈ – в поле изверженных пород среднего состава (Рисунок 2).

На основании анализа ряда редких и рассеянных элементов и их соотношений (Ni/Co, V/Cr, Ti/Zr, Ti/Mn, Mn/Ni, Sr/Ba) также выявлено, что в качестве источников сноса обломочного материала выступали магматические образования преимущественно кислого состава.

Палеобассейн, в пределах которого в настоящее время располагается Пякяхино-Хальмерпаютинский вал, представлял собой опресненный мелководный участок моря, располагающийся в непосредственной близости к береговой линии. Осадконакопление на протяжении раннемелового времени происходило в регрессивную стадию развития осадочного бассейна. Источники сноса в разное время находились на различной удаленности.

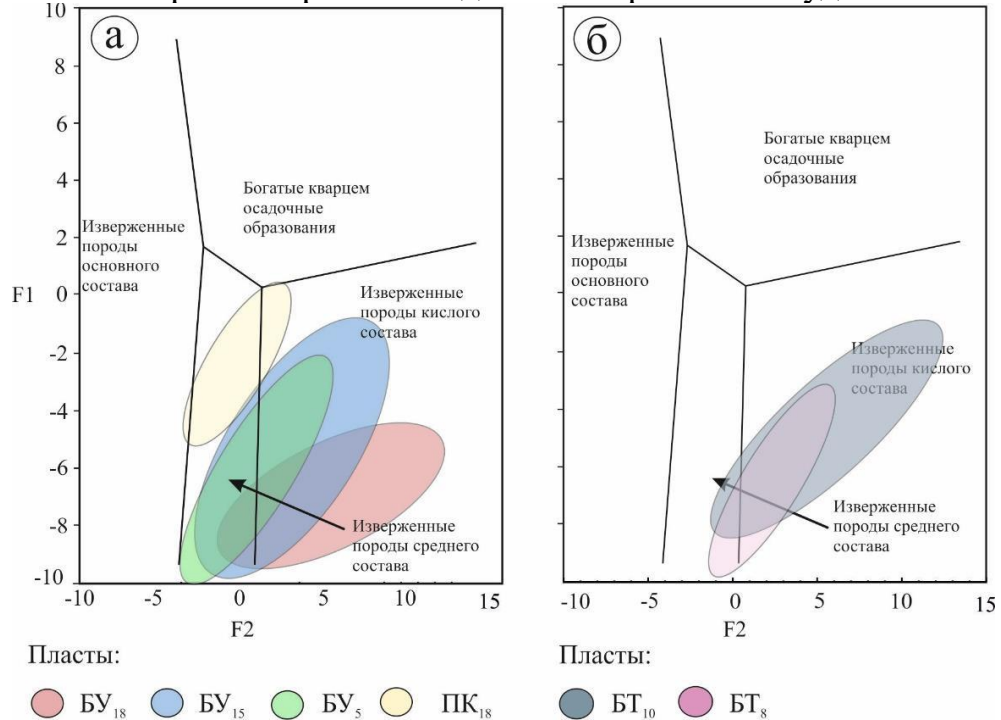
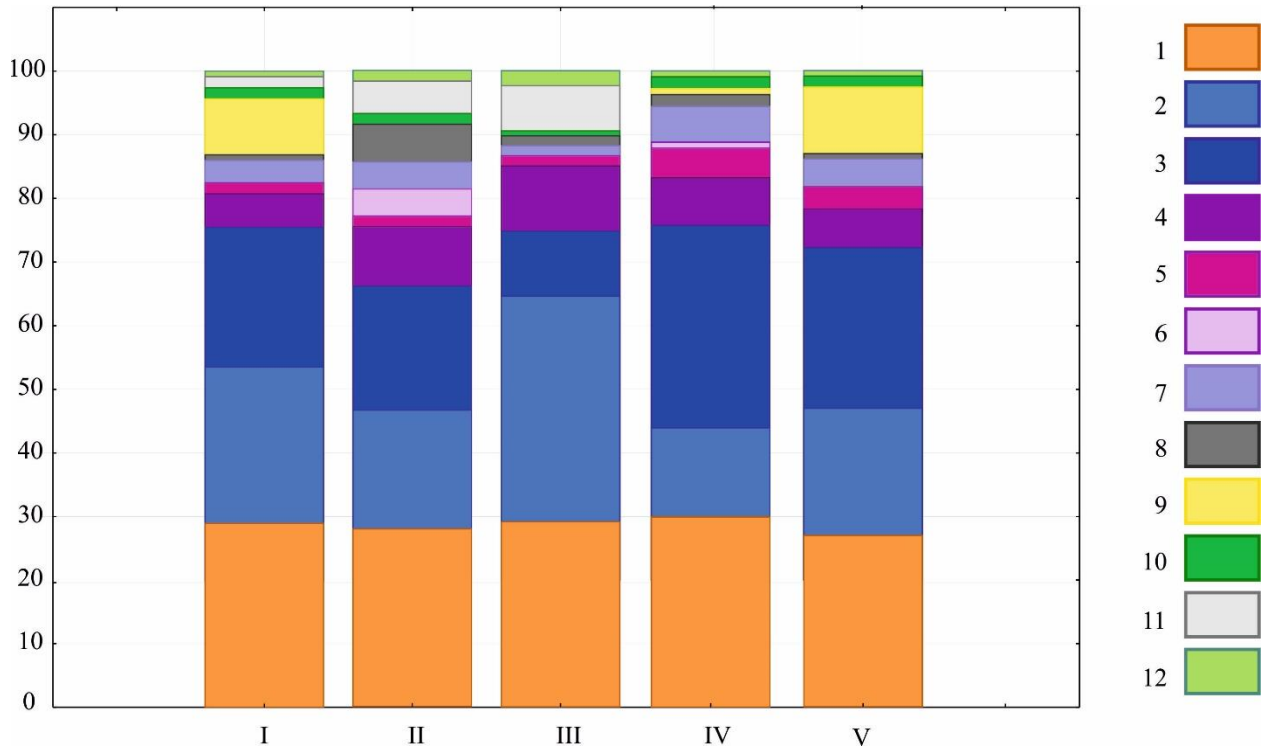


Рисунок 2 – Источники обломочного материала для пород Пякяхинского (а) и им. В.С. Черномырдина (Хальмерпаютинское) (б) месторождений по диаграмме Б.П. Розера и Р.Й. Корша с координатами $F1 = 30,638TiO_2/Al_2O_3 - 12,54Fe_2O_{3общ}/Al_2O_3 + 7,329MgO/Al_2O_3 + 12,031Na_2O/Al_2O_3 + 35,402K_2O/Al_2O_3 - 6,382$; $F2 = 56,5TiO_2/Al_2O_3 - 10,897Fe_2O_{3общ}/Al_2O_3 - 30,875MgO/Al_2O_3 - 5,404Na_2O/Al_2O_3 + 11,112K_2O/Al_2O_3 - 3,89$

В четвертой главе рассмотрена структура и вещественный состав нижнемеловых отложений. Гранулометрический состав исследуемых пород проанализирован на основании 760 образцов. Согласно диаграмме Ф. Шепарда, отражающей соотношение песчаных, алевритовых и глинистых составляющих, выделено до четырех гранулометрических типов пород в каждой свите. Значительно преобладают песчаники мелкозернистые, средне-мелкозернистые с подчиненным количеством алевритовых зерен, что подтверждается положительными значениями асимметрии. В целом для песчаников характерна хорошая и средняя сортировка, предполагающая стабильно активную динамику водной среды, что отражается на положительных значениях эксцесса и формах кривых распределения частиц. Динамогенетические диаграммы Р. Пассега и Г.Ф. Рожкова свидетельствуют о формировании отложений в речных и прибрежно-морских обстановках.

Минералого-петрографическая характеристика нижнемеловых отложений получена по результатам описания 146 шлифов. Установлено, что по

составу аллотигенной части песчаники и алевролиты отвечают аркозовой группе. Преобладающим компонентом у всех рассматриваемых песчаников являются полевые шпаты (плагноклазы) (Рисунок 3).



Условные обозначения: I-V – свиты: I – сортымская (пласты БУ₁₈+БУ₁₅), II – тангаловская (пласт БУ₅), III – покурская (пласт ПК₁₈), IV – мегионская (пласт БТ₁₀), V – заполярная (пласт БТ₈); 1-12 – компоненты вещественного состава: 1 – кварц, 2 – КПШ, 3 – плагноклаз, 4 – обломки эффузивных пород, 5 – обломки метаморфических пород, 6 – обломки осадочных пород, 7 – слюды, 8 – кальцит, 9 – цеолит, 10 – хлорит, 11 – каолинит, 12 – гидрослюда

Рисунок 3 – Средний петрографический состав нижнемеловых песчаников и алевролитов в пределах Пяяхино-Хальмерпаютинского вала (по данным оптико-петрографического исследования)

Среди обломков пород преимущественное распространение имеют эффузивы кислого и среднего состава, подчиненная роль принадлежит кристаллическим сланцам. Цемент – поровый и пленочный, по составу – глинистый (гидрослюдистый и хлоритовый) и цеолитовый, реже – кварцево-регенерационный. Среди акцессорных минералов по всему изучаемому разрезу присутствуют турмалин, циркон и апатит, для сортымской свиты и ее стратиграфических аналогов отмечено повышенное содержание минералов эпидот-цоизитовой группы.

Кроме того, в ходе стадийного анализа выявлено, что нижнемеловые породы характеризуются разнообразным комплексом аутигенных минералов и структур, свидетельствующих о стадии фонового катагенеза и о наложенных процессах. При этом верхняя часть разреза изученных отложений (покурская, тангаловская свиты) отвечает зоне среднего катагенеза (градация МК₂), характеризующейся интенсивной регенерацией кварца, внутрислойным растворением неустойчивых слюд и полевых шпатов, гидрослюдизацией, хлоритизацией и кальцитизацией (Рисунок 4).

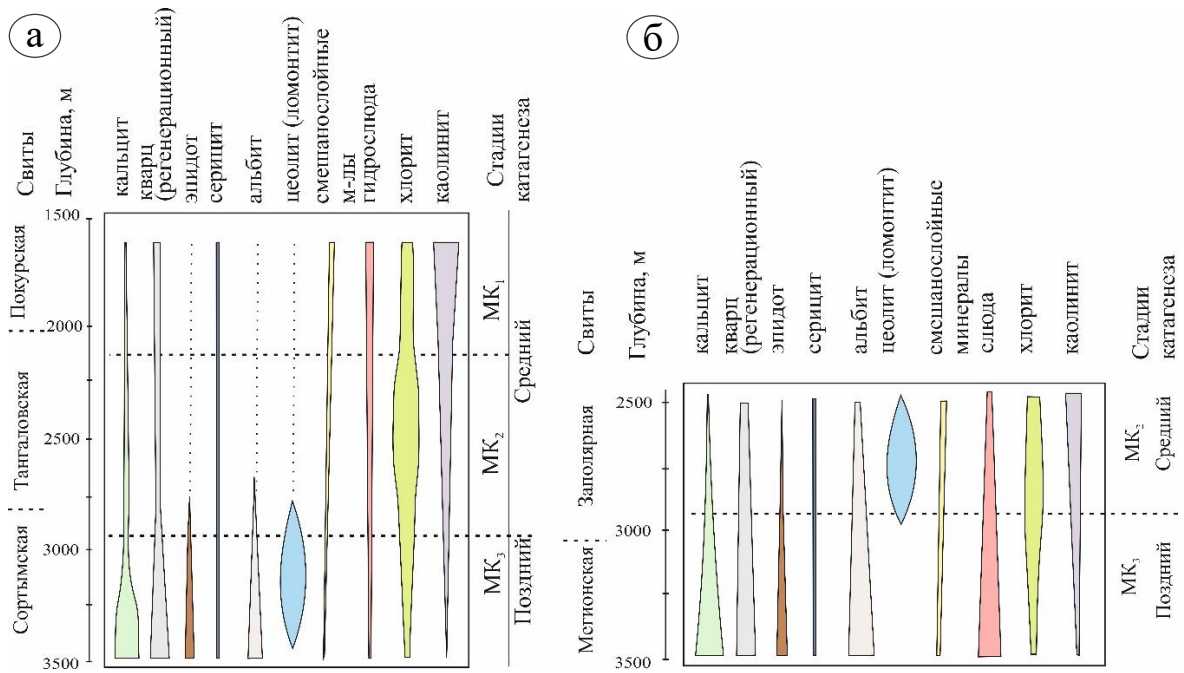


Рисунок 4 – Схема распространения аутигенных минералов в нижнемеловых отложениях Пякxинского (а) и им. В.С. Черномырдина (Хальмерпаютинское) (б) месторождений

Анализ нижней части разреза (сортымская, заполярная, мегинская свиты) показал, что породы преобразованы до стадии глубокого катагенеза (градация МК₃). Хорошим показателем такой степени изменения является наличие в зернах кварца прерывистых регенерационных каемок и частично восстановленных кристаллографических граней, замещение полевых шпатов, наличие ассоциации хлорит-гидрослюда, ломонтит в парагенезисе с эпидотом и кальцитом, доминирование конформных межзерновых контактов. При этом эпигенетический процесс протекал неравномерно, пульсационно, в связи с изменяющимися тектоническими условиями.

Выполненные комплексные петрографические исследования уточнили вещественный состав пород нижнемеловых отложений в пределах Пякxино-Хальмерпаютинского вала и позволили выделить зоны в разрезе с интенсивно выраженными постседиментационными изменениями. Результаты, представленные в третьей и четвертой главах, полученные в ходе исследований, являются доказательством первого защищаемого положения.

В пятой главе проведена реконструкция обстановок осадконакопления нижнемеловых отложений Пякxино-Хальмерпаютинского вала на основе детального послойного описания разреза по керновому материалу 33 опорных скважин Пякxинского и Хальмерпаютинского месторождений. По комплексу диагностических признаков установлено, что осадконакопление в сортымское время происходило в прибрежно-морской и мелководно-морской обстановках. В пределах прибрежно-морской обстановки выделены субобстановки береговых баров и валов. Это песчаники мелкозернистые до мелко-среднезернистых, с массивной текстурой, иногда субгоризонтальной слоистостью за счет обогащения слюдясто-углистым материалом. Большая

часть территории представляла собой зону затопляемого пляжа с предфронтальной, переходной зонами. Отложения сложены песчаниками тонкозернистыми, мелкозернистыми и алевролитами крупнозернистыми. Породы имеют пологоволнистую, субгоризонтальную текстуру, нарушенную взмучиванием волнения и биотурбацией осадка, связанную с жизнедеятельностью ихнофоссилий (*Skolithos, Palaeophycus*).

В составе сортымской свиты (преимущественно в нижних ее частях) скважинами вскрыты отложения субобстановки дальней зоны пляжа мелководно-морской обстановки. Породы представлены мелкозернистыми алевролитами, глинистыми, редко – с примесью песчаного материала. Текстура субгоризонтальная, пологоволнистая за счет линзовидных слоев алевролитов крупнозернистых, неравномерно песчаных. Проявлены следы волнения и биотурбации осадка (*Palaeophycus, Chondrites*).

Особенностью пород тангаловской свиты является наличие признаков, характерных как для прибрежно-морских, так и дельтовых обстановок седиментации. Отложения формировались в условиях проградации дельтовой лопасти, представленной субобстановками распределительных дельтовых рукавов и протоков, ориентированных в северо-западном направлении. Это песчаники средне-мелкозернистые, мелкозернистые, с незначительным содержанием алевритового материала. Текстура субгоризонтальная, мелкая косая, косая однонаправленная, пологоволнистая слоистая, распространены текстуры со слоями, обогащенными слюдисто-углистым материалом, реже встречаются массивные текстуры.

Между дельтовыми протоками и распределительными рукавами располагалась обширная дельтовая равнина, периодически заливаемая водой во время паводков. Здесь шло накопление алеврито-глинистых отложений с обильной растительной органикой.

Формирование покурской свиты происходило в дельтовой обстановке речного влияния, большую часть которой на рассматриваемой территории занимали песчаные тела распределительных дельтовых рукавов, малую – глинисто-алевролитовые отложения дельтовой равнины. Субобстановка распределительных дельтовых рукавов представляет собой песчаные тела с маломощными прослоями алевролитов, характеризующихся косой, субгоризонтальной, косоволнистой, пологоволнистой слоистостью. Часто породы карбонатизированы, спорадически с вкрапленностью сидерита.

В тесной парагенетической связи с отложениями распределительных дельтовых рукавов находятся отложения дельтовых протоков, которые в пределах Пякяхинского месторождения представлены песчано-алевролитовыми породами с мелкой косоволнистой, мелкой косой, реже субгоризонтальной слоистой текстурой за счет слоев, обогащенных слюдисто-углисто-глинистым и слюдисто-глинисто-углистым материалом. Нередко первичная текстура осложнена признаками волнения.

В пределах дельты речного влияния установлены субобстановки дельтовой равнины. Отложения сложены глинистыми и алевритовыми породами, иногда с прослоями углей, указывающими на заболачивание местности. Характерна

первичная тонкая горизонтальная, пологоволнистая слоистая текстура, неравномерно переработанная процессами волнения. Отмечается высокое содержание растительной органики, карбонатные стяжения.

Анализ кернового материала мегийонской и заполярной свит позволил установить обстановки и субобстановки, аналогичные сортымской свите.

Таким образом, результаты седиментационных исследований детализируют существующие представления об условиях формирования нижнемеловых отложений на рассматриваемой территории. Установлено двенадцать субобстановок, седиментация которых происходила в условиях регрессии, сопровождающейся периодическими трансгрессивно-регрессивными колебаниями. Привнос алеврито-песчаного материала происходил из речных систем, расположенных на северо-востоке и востоке от бассейна осадконакопления. Результаты исследований, представленные в третьей и пятой главах, доказывают второе защищаемое положение.

В шестой главе проанализированы фильтрационно-емкостные свойства по 2211 образцам керна. Установлено, что средние значения пористости сортымской свиты (пласты БУ₁₈ и БУ₁₅) варьируют от 9,7 до 15,1 %. Коэффициент проницаемости изменяется в широких пределах – от $0,06 \times 10^{-3}$ до $25,4 \times 10^{-3}$ мкм². Пористость пород-коллекторов тангаловской свиты (пласт БУ₅) изменяется от 12,6 до 16,4 %, проницаемость – от $3,95 \times 10^{-3}$ до $19,4 \times 10^{-3}$ мкм². Значения коэффициента пористости покурской свиты (пласт ПК₁₈) варьируют в пределах от 12,5 до 18,7 %, проницаемости – от $0,9 \times 10^{-3}$ до $56,4 \times 10^{-3}$ мкм². По результатам определения фильтрационно-емкостных свойств коллекторы мегийонской (пласт БТ₁₀) и заполярной свит (пласт БТ₈) Хальмерпаютинского месторождения обладают проницаемостью от $0,15 \times 10^{-3}$ до $89,1 \times 10^{-3}$ мкм², от $4,9 \times 10^{-3}$ до $12,4 \times 10^{-3}$ мкм² и пористостью от 9,7 до 14,7 %, от 9,9 до 12,8 % соответственно.

При сопоставлении средневзвешенных значений фильтрационно-емкостных свойств и распределения обстановок осадконакопления распространения покурской (пласт ПК₁₈) и тангаловской (пласт БУ₅) свит выявлено, что они зависят от литологических особенностей и контролируются палеогеографическими условиями накопления осадков. Выявлено, что низкие фильтрационные свойства пород покурской и тангаловской свит обусловлены повышенным содержанием карбонатно-глинистого цемента. Присутствие каолинита в цементе меньше влияет на проницаемость по сравнению с другими глинистыми минералами, особенно гидрослюдами.

В то же время изменение коллекторских свойств пород сортымской свиты (пласты БУ₁₈ и БУ₁₅) и ее стратиграфических аналогов в пределах Пякяхино-Хальмерпаютинского вала обусловлено в большей степени постседиментационными процессами. В результате статистического анализа образцов сортымской, мегийонской и заполярной свит выявлено слабое уменьшение значений коэффициента пористости при изменении коэффициента проницаемости, что связано с возрастанием в их составе цеолита.

Известно, что в растворах сильных кислот цеолиты переходят в

растворимую форму и со временем превращаются в структурированный гель кремниевой кислоты (Рисунок 5).

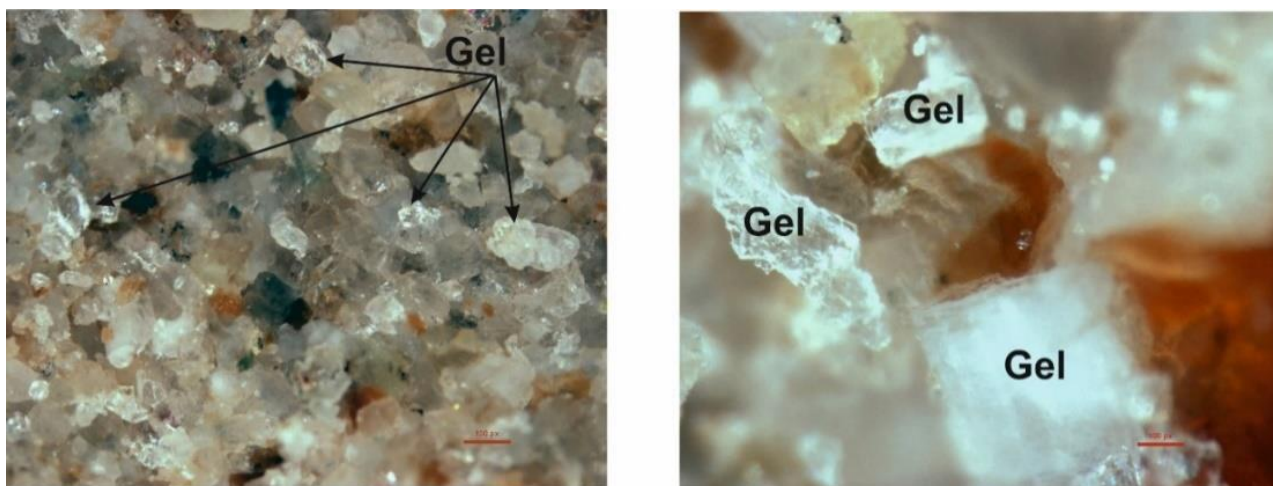



Рисунок 5 – Образование геля в средней части цилиндра после воздействия 12 % соляной кислоты

Процесс перехода цеолитсодержащих минералов в растворимую форму определяется типом и кислотностью среды, температурой, а также количественным содержанием цеолита в породе.

Проведены лабораторные исследования по влиянию кислотных реагентов на цеолитсодержащие породы (Таблица 1). Выявлено, что растворы соляной кислоты даже в минимальной концентрации 3 % с керном пласта БУ₁₅ Пякяхинского месторождения образуют гели в течение 1-6 часов. Растворы соляной и плавиковой кислот в базовых концентрациях 12 % с породой при пластовой температуре дают гель через 0,5-1 часа.

Таблица 1 – Образования гелеобразной системы

Кислотный состав	Концентрация, %	Время гелеобразования, ч		Описание геля	Внешний вид геля
		25 °С	81 °С		
HCl	3,0	408	5-6	Однородный бесцветный гель	
	6,0	264	4-5	Однородный гель светло-желтого цвета	
	9,0	72	2-3	Однородный гель желтого цвета	
	12,0	25	1-2	Однородный плотный гель ярко-желтого цвета	
HF	12,6	23	0,5-1	Однородный, плотный гель ярко-желтого цвета	
H ₂ C ₂ O ₄	7,3	1,5 месяца	15-16	Однородный бесцветный гель	
CH ₃ COOH	13,4	-	-	Гель не образуется	
NH ₂ SO ₃ H	0,8	-	-	Гель не образуется	

Примечание – HCl – соляная кислота, HF – плавиковая кислота, H₂C₂O₄ – щавелевая кислота, CH₃COOH – уксусная кислота, NH₂SO₃H – сульфаминовая кислота

Полученные гели представляют собой однородные плотные системы, плотность которых увеличивается на контакте с породой. Слабые кислоты, сульфаминовая и уксусная, не образуют гелей при взаимодействии с породой в течение длительного времени (до 10 дней). Состав на основе многоосновных органических кислот также способен к гелированию, но продолжительность реакции увеличивается до 15-16 часов по сравнению с соляной кислотой.

В результате фильтрационных экспериментов выявлен положительный эффект прироста фазовой проницаемости на 30 % по воде при воздействии органических кислотных составов CH_3COOH (Таблица 2) и $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ (коэффициент восстановления проницаемости соответственно 1,27 и 1,33). В остальных экспериментах наблюдается снижение фазовой проницаемости моделей керна (Таблица 2).

Таблица 2 – Влияние растворов кислот на фильтрационно-емкостные свойства образцов керна пласта БУ₁₅ в пластовых условиях

Кислотный состав	ФЕС модели		Кп (ЯМР)		Фазовая проницаемость воды, 10^{-3} мкм ²		Коэффициент восстановления проницаемости, д. ед.
	Кп, %	Кпр, $\times 10^{-3}$ мкм ²	до	после	до	после	
12 % HCL	11,2	18,0	9,3	11,2	10,5	0,03	0,032
$\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$	11,7	29,5	8,9	9,2	14,2	18,3	1,33
* CH_3COOH	10,62	18,52	12,2	12,4	8,1	10,3	1,27
	10,44	18,85	12,4	10,7			
$\text{NH}_2\text{SO}_3\text{H}$	12,9	32,9	5,6	6,5	17,7	13,1	0,74

П р и м е ч а н и я

*Составная модель, состоящая из двух образцов

Условные обозначения: ФЕС – фильтрационно-емкостные свойства; Кп – коэффициент пористости; Кпр – коэффициент проницаемости; ЯМР – ядерно-магнитный резонанс

Результаты исследований, отраженные в главе 6, служат доказательством третьего защищаемого положения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе комплексных исследований нижнемеловых отложений Пякяхино-Хальмерпаютинского вала, проведенных с целью определения состава, генезиса и коллекторских свойств, были получены следующие результаты и выводы.

Изученные отложения в целом характеризуются алеврито-песчаным составом с хорошей и средней степенью сортировки осадка, что предполагает стабильно активную динамику водной среды. Динамогенетические диаграммы

свидетельствуют о формировании отложений в речных и прибрежно-морских обстановках. При этом, по соотношению песчаной, алевроитовой и глинистой групп выделяется до четырех гранулометрических типов пород с преобладанием мелкозернистых и средне-мелкозернистых песчаников с подчиненным количеством алевроитовых зерен.

Алевроито-песчаные породы относятся к аркозовой, реже – граувакковой группам. Наиболее часто встречаются обломки кислых эффузивов, реже – метаморфических пород. Среди акцессорных минералов наибольшим распространением пользуются циркон, апатит, турмалин. Отличительной особенностью сортымской, заполярной и мегионской свит является присутствие минералов эпидот-цоизитовой группы. Цемент – пленочный и поровый, по составу – глинистый (гидрослюдистый и хлоритовый) и цеолитовый, реже – кварцево-регенерационный.

В результате постседиментационных минеральных преобразований установлено, что породы покурской и тангаловской свит преобразованы до стадии среднего катагенеза (градация МК₂), а сортымская, заполярная, мегионская свиты – до позднего катагенеза (градация МК₃).

Анализ геохимических модулей алевроито-песчаных пород позволил выявить в них незначительную изменчивость концентрации оксидов, вследствие чего их можно отнести к группам силитов, сиалитов и реже гидролизатов.

В результате микроскопического описания горных пород и обработки данных рентгенофлуоресцентного анализа было установлено, что в качестве материнских выступали эффузивные породы кислого и среднего состава. Присутствие акцессориев (эпидот-цоизита) указывает на то, что в областях сноса происходило разрушение и метаморфических пород. Об этом свидетельствует также присутствие в горных породах обломков кристаллических сланцев.

Процесс осадконакопления в раннемеловое время протекал в прибрежной зоне с волновой деятельностью в период регрессии и сопровождался трансгрессивно-регрессивными колебаниями. Привнос алевроито-песчаного материала происходил из речных систем, расположенных на северо-востоке и востоке от бассейна седиментации, это подтверждается интерпретацией гранулометрических данных. В частности, отсортированность зерен свидетельствует об активном воздействии на них волновой деятельности и течений. В процессе обработки динамогенетических диаграмм выявлено, что формирование отложений протекало преимущественно на шельфе в непосредственной близости от береговой линии. Интерпретация геохимических показателей говорит о том, что условия седиментации были стабильны. Концентрация растворенных в морской воде соединений была ниже нормально-морской. Рост концентрации солей в морской воде изменялся в сторону увеличения в западном направлении. Среда была хорошо аэрируемой, обстановки были в основном окислительные.

Установлено, что седиментогенез в раннемеловое время происходил в основном за счет материала, поступающего с территорий с различными климатическими условиями (как аридными, так и гумидными), на что

указывает распределение индексов химического выветривания.

Среди новообразованных минералов большая роль принадлежит цеолиту (ломонтиту), который приводит к усложнению структуры пустотно-порового пространства и снижению проницаемости изучаемых пород. По итогам экспериментальной оценки эффективности воздействия различных композиций на породы пласта БУ₁₅ был получен результат о невозможности применения в качестве разрушающих агентов соляной и плавиковой кислот, так как в результате их взаимодействия с цеолитсодержащими породами образуется гель, приводящий к закупорке фильтрационных каналов. В качестве альтернативных реагентов предлагается использование органических кислот – уксусной или щавелевой.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Научные статьи, опубликованные в отечественных изданиях, которые входят в международные реферативные базы данных и системы цитирования (ВАК, Scopus / Web of Science/ GeoRef):

1. Влияние вторичной цеолитизации коллекторов Большехетской впадины на оптимизацию геолого-технических мероприятий (на примере пласта БУ₁₅ Пякяхинского месторождения) / **Ю.В. Титов**, Н.А. Черепанова, В.В. Колпаков, Н.В. Кожевникова, А.Р. Халикова, В.В. Макиенко // Нефтяное хозяйство / Neftyanoe khozyaystvo - Oil Industry. – 2016. – №8. – С.16-19.
2. Учет термобарических условий при определении подсчетных параметров цеолитсодержащих пород продуктивных отложений месторождений Большехетской впадины / Н.В. Гильманова, Р.З. Ливаев, В.А. Зыкова, О.А. Драганчук, **Ю.В. Титов** // Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. – 2018. – №1 (127). – С.6-13.
3. Постседиментационные преобразования нижнемеловых отложений Большехетской впадины (Западная Сибирь) / **Ю.В. Титов**, Г.Х. Шайхутдинова, С.В. Астаркин, В.В. Колпаков, Н.В. Кожевникова // Литосфера / Litosfera Ekaterinburg / Lithosphere (Russia). – 2019. – Т.19. №1. – С.48-58.
4. Маслов А.В. Реконструкция состава пород питающих провинций. Статья 1. Минералого-петрографические подходы и методы / А.В. Маслов, О.Ю. Мельничук, Г.А. Мизенс, **Ю.В. Титов** // Литосфера / Litosfera Ekaterinburg / Lithosphere (Russia). – 2019. – Т.19. №6. – С.834-860.
5. Палеогеография раннемелового бассейна Пякяхино-Хальмерпаютинского вала по данным литогеохимических исследований / **Ю.В. Титов**, С.В. Астаркин, К.В. Павленко, Г.М. Галимова, О.В. Козакова // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. - 2020. – №9 (345). – С.80-86.

Научные статьи, опубликованные в журналах, включенных в перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук (ВАК):

6. Литогеохимическая характеристика терригенных пород сортымской свиты Пякяхинского месторождения (север Западной Сибири) / **Ю.В. Титов**, С.В. Астаркин, О.П. Гончаренко, В.В. Колпаков, О.В. Гудушкина // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия «Науки о Земле». – 2018. – Т.18. Вып. 1. – С.54–61.

7. **Титов Ю.В.** Цеолитовая минерализация пород-коллекторов севера Западной Сибири: литолого-геофизические аспекты и особенности разработки / **Ю.В. Титов**, С.Л. Кузнецов, И.В. Серебренников // Известия Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук. – 2023. – №2 (60). – С.86-96.

Публикации в иных научных изданиях:

8. **Титов Ю.В.** К вопросу об условиях образования нижнемеловых отложений Большехетской впадины (на примере пласта БУ₁₈ Пякяхинского месторождения) / Ю.В. Титов // Геология в развивающемся мире: сборник научных трудов (по материалам V научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых с международным участием): в 2 т. – Пермь, 2012. – Т.1. – С.347–350.

9. **Титов Ю.В.** Цеолитовая минерализация в меловых отложениях Большехетской впадины на севере Западной Сибири (на примере пласта БТ₈ Пякяхинского месторождения) / Ю.В. Титов // Ежегодник-2013. – Труды Института геологии и геохимии им. акад. А.Н. Заварицкого. - 2014. – Вып.161. – С.120-123.

10. **Титов Ю.В.** Взаимосвязь фильтрационно-емкостных свойств с литогеохимическими параметрами заполярной свиты на территории Пякяхинского месторождения Пур-Тазовской нефтегазоносной области / Ю.В. Титов // XIII конференция молодых ученых и специалистов Филиала ООО «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг» «КогалымНИПИнефть» в г. Тюмени: сборник докладов. – Шадринск: Изд-во ОГУП «Шадринский Дом Печати», 2014. – С.71-83.

11. **Титов Ю.В.** Применение индикатора гидравлической единицы потока для оценки неоднородностей терригенных коллекторов заполярной свиты Пякяхинского месторождения / Ю.В. Титов // XIV конференция молодых ученых и специалистов Филиала ООО «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг» «КогалымНИПИнефть» в г. Тюмени: сборник докладов. – Шадринск: Изд-во ОГУП «Шадринский Дом Печати», 2014. – С.87-91.

12. Халикова А.Р. Подбор типа кислотной композиции в зависимости от минерального состава пород терригенных коллекторов / А.Р. Халикова, **Ю.В. Титов**, Н.А. Черепанова, Н.В. Кожевникова // XV юбилейная конференция молодых специалистов, работающих в организациях, осуществляющих деятельность, связанную с использованием участков недр на территории Ханты-Мансийского автономного округа – Югры: сборник материалов конференции. – Новосибирск: Параллель, 2015. – С.211-215.

13. **Титов Ю.В.** Литологические особенности пород коллекторов пласта БУ₁₅ Пякяхинского месторождения / Ю.В. Титов, Я.С. Колпакова, Ю.К.

Романов // Пути реализации нефтегазового потенциала Ханты-Мансийского автономного округа – Югры. Т.1 (Девятнадцатая научно-практическая конференция). – Ханты-Мансийск: ООО Издательский дом «ИздатНаукаСервис», 2016. – С.231-237.

14. **Титов Ю.В.** Особенности минерального состава пород-коллекторов, как основа выбора типа кислотной обработки призабойной зоны пласта / Ю.В. Титов, А.Р. Халикова, Н.А. Черепанова, Н.В. Кожевникова // XV конференция молодых ученых и специалистов Филиала ООО «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг» «КогалымНИПИнефть» в г. Тюмени: сборник докладов. – Шадринск: Изд-во ОГУП «Шадринский Дом Печати», 2016. – С.403-411.

15. Реконструкция обстановок формирования продуктивных пластов покурской свиты Большехетской впадины (на примере Пякяхинского месторождения) / **Ю.В. Титов**, С.В. Астаркин, И.В. Суполкина, Н.В. Кожевникова, Я.Х. Саэтгалеев // Пути реализации нефтегазового потенциала Ханты-Мансийского автономного округа – Югры. Т.1. (Двадцатая научно-практическая конференция). - Ханты-Мансийск: ООО Издательский дом «ИздатНаукаСервис», 2017. – С.256-262.

16. Халикова А.Р. Влияние литолого-петрофизических особенностей пласта БУ₁₅ Пякяхинского месторождения на выбор кислотных составов, применяемых для обработки призабойной зоны пласта / А.Р. Халикова, **Ю.В. Титов** // XVI конференция молодых ученых и специалистов Филиала ООО «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг» «КогалымНИПИнефть» в г. Тюмени: сборник докладов. – Шадринск: Изд-во ОГУП «Шадринский Дом Печати», 2017. – С.169-178.

17. **Титов Ю.В.** К вопросу изучения цеолитизации неокомских отложений Пякяхинского месторождения: литолого-геофизические аспекты / Ю.В. Титов, А.Н. Мирхашимов, А.Р. Халикова // XVII конференция молодых ученых и специалистов Филиала ООО «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг» «КогалымНИПИнефть» в г. Тюмени: сборник докладов. – Тюмень: Тюменский дом печати, 2017. – С.22-29.

18. Астаркин С.В. Строение и условия формирования покурской свиты Пякяхинского месторождения (Большехетская впадина) / С.В. Астаркин, **Ю.В. Титов**, В.В. Колпаков // Трофимуксовские чтения-2017: материалы Всероссийской молодежной научной конференции с участием иностранных ученых (Новосибирск, 8–14 октября 2017 г.). – Новосибирск, 2017. – С.46-49.

19. **Титов Ю.В.** Литогеохимическая характеристика песчаных пород покурской свиты центральной части Большехетской зоны / Ю.В. Титов, А.Н. Мирхашимов // Осадочная геология Урала и прилежащих регионов: сегодня и завтра: материалы 12 Уральского литологического совещания. – Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2018. – С.347-349.

20. Реконструкция обстановок осадконакопления нижнемеловых отложений Пякяхинской структуры (центральная часть Большехетской впадины) / С.В. Астаркин, **Ю.В. Титов**, В.В. Колпаков, А.А. Качкин, А.Н. Мирхашимов, Л.С. Михеева // Меловая система России и ближнего зарубежья: проблемы стратиграфии и палеогеографии: Материалы IX Всероссийского

совещания 17-21 сентября 2018 г., НИУ «БелГУ», г. Белгород. – Белгород: ПОЛИТЕРРА, 2018. – С.38-42.

21. **Титов Ю.В.** Вещественный состав и условия осадконакопления нижнемеловых отложений Пякхино-Хальмерпаютинский вала / Ю.В. Титов, С.В. Астаркин, Г.М. Галимова, О.В. Гудушкина // Экзолит – 2021. Актуальные проблемы литологии: задачи и решения. Годичное собрание (научные чтения). Москва, 25–26 мая 2021 г.: сборник научных материалов. – Москва: МАКС Пресс, 2021.– С.174-176.

22. **Титов Ю.В.** Литология и условия образования нижнемеловых отложений сортымской свиты Пякхино-Хальмерпаютинского вала Большехетской впадины / Ю.В. Титов, С.В. Астаркин, К.В. Павленко, О.Е. Хазеева // Экзолит – 2022. Литология осадочных комплексов фанерозоя и докембрия. Годичное собрание (научные чтения). Москва, 15–16 июня 2022 г.: сборник научных материалов. – Москва: МАКС Пресс, 2022. – С.132-134.