

На правах рукописи



Горбунова Анна Олеговна

**УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ
НЕФТЕГАЗОНОСНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ВАСЮГАНСКОЙ СВИТЫ
СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ШИРОТНОГО ПРИОБЬЯ**

Специальность 25.00.06 – литология

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата геолого-минералогических наук

г. Москва, 2017 год

Работа выполнена на кафедре литологии и морской геологии геологического факультета Московского государственного университета им. М.В.Ломоносова
и в ЗАО " Моделирование и мониторинг геологических объектов им. В.А. Двуреченского"

Научный руководитель:

доктор геолого-минералогических наук,
профессор, и.о. зав. кафедрой литологии и
морской геологии МГУ

Ростовцева Юлиана Валерьевна

Научный консультант:

кандидат геолого-минералогических наук

Гаврилов Сергей Сергеевич

Официальные оппоненты:

доктор геолого-минералогических наук,
Предтеченская Елена Андреевна
АО «СНИИГГиМС», г. Новосибирск

кандидат геолого-минералогических наук,
Жуковская Елена Анатольевна
ООО "Газпромнефть НТЦ",
г. Санкт-Петербург

Ведущая организация: Российский государственный университет нефти и газа (национальный исследовательский университет) имени И.М. Губкина

Защита состоится 19 мая 2017 г. в 14 час 30 мин на заседании диссертационного совета Д 501.001.40 по защите докторских и кандидатских диссертаций при Московском государственном университете имени М.В.Ломоносова по адресу: 119991, Москва, ГСП-1, Ленинские горы, МГУ, геологический факультет.

С диссертацией можно ознакомиться в читальном зале Отдела диссертаций Научной библиотеки МГУ (Ленинский проспект, д. 27, Фундаментальная библиотека, сектор «А», 8 этаж, к. 812) и на сайте в системе «Наука-МГУ» по адресу: <http://istina.msu.ru/dissertations/48897505/>

Автореферат разослан « » _____ 2017 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
к.г.-м.н.

Е.Н. Полудеткина

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность проблемы. Отложения васюганской свиты широко распространены на территории Западно-Сибирского бассейна. Среди этих толщ наибольший интерес с точки зрения нефтегазоносности представляют верхнеюрские отложения горизонта Ю₁, отличающиеся продуктивностью. Высокая степень изученности территорий с развитием типовых («классических») разрезов васюганской свиты не позволяет ожидать открытия на этих площадях значительного числа новых средних и крупных нефтегазовых месторождений. В связи с этим особый интерес вызывает исследование неосвоенных районов, прилегающих к областям, отличающихся большим числом уже выявленных залежей углеводородов (УВ).

В регионе Широтного Приобья длительная разработка продуктивного пласта Ю₁ на ряде месторождений привела к снижению добычи углеводородного сырья, связанному с ухудшением структуры извлекаемых запасов. В настоящее время еще до конца не определены все литолого-минералогические параметры рассматриваемых пород-коллекторов, особенности их пустотного пространства, а также окончательно не завершена оценка степени влияния седиментационных процессов и вторичных преобразований на формирование фильтрационно-емкостных свойств (ФЕС) песчаных пород. Для выявления всех характеристик природных резервуаров, размещения зон улучшенных песчаных пород-коллекторов и создания высококачественных геолого-геофизических моделей строения келловей-оксфордских отложений необходимо восстановление условий их формирования. Для продуктивного пласта Ю₁ васюганской свиты, отличающегося значительной фациальной изменчивостью как по вертикали, так и по латерали, ранее были выполнены многочисленные седиментологические реконструкции, разработанные, в основном, на примере отдельных месторождений или их частей. Сейчас для ряда перспективных районов возникла острая необходимость в создании единой концептуальной модели осадконакопления верхнеюрских нефтеносных отложений, отражающей развитие крупных фациальных комплексов. В связи с этим исследования, направленные на получение новых данных о закономерностях формирования васюганской свиты с созданием широкоплощадных детальных палеофациальных схем, безусловно, являются актуальными.

Цель работы. Основной целью проведенного исследования являлось восстановление условий формирования отложений васюганской свиты в северо-восточной части Широтного Приобья с последующим выявлением зон размещения улучшенных песчаных пород-коллекторов.

Задачи исследований. Для достижения поставленной цели решались следующие основные задачи:

- изучение особенностей литологического строения рассматриваемых отложений по керновому материалу скважин с детальным описанием пород и анализом первичных текстур осадков;

- проведение литолого-стратиграфического расчленения и послонной корреляции разрезов скважин по данным керна и ГИС;
- выделение основных литологических типов пород и выявление их парагенетических ассоциаций;
- определение вещественного состава пород по шлифам, а также с помощью прецизионных методов лабораторных исследований;
- выявление особенностей постседиментационных преобразований песчаных пород с оценкой их влияния на формирование фильтрационно-емкостных свойств рассматриваемых коллекторов;
- определение основных фациальных типов осадков, их изменчивости по вертикали и латерали с учетом интерпретаций сейсмических и скважинных данных;
- реконструкция обстановок осадконакопления и построение седиментологической модели формирования исследуемых отложений;
- обоснование генезиса отложений горизонта Ю₁ васюганской свиты с выделением зон размещения улучшенных песчаных пород-коллекторов.

Фактический материал. Работа основана на результатах детального комплексного изучения керна 62 скважин северо-восточной части Широкого Приобья (месторождения: Грибное, Ватъеганское, Равенское, Кустовое, Ново-Ортыгунское, Южно-Ягунское, Яркое, Тевлинско-Русскинское, Северо-Кочевское, Повховское, Западно-Котухтинское и другие). Исследования керна производилось при участии автора в составе большого рабочего коллектива ЗАО «МиМГО» и ФГУПНПП «Геологоразведка». В ходе исследований было описано около 950 погонных метров кернового материала рассматриваемых толщ, отобрано и сфотографировано около 3000 образцов пород, изучено порядка 150 шлифов. Специально отобранная коллекция проб анализировалась рентгенофазовым методом, был проведен гранулометрический анализ. В работе использованы данные лабораторных исследований, полученные ранее (более 1000 определений), и материалы геофизических исследований по 1000 скважин (ГИС), расположенных в пределах рассматриваемого района.

Личный вклад автора. При участии автора проделаны все ступени комплексной работы – от описания керна скважин и отбора образцов до интерпретации результатов. Лично автором проведен сбор, систематизация, документация существующей литологической информации, а также результатов лабораторных исследований по изучаемым месторождениям. Выполнена интегрированная интерпретация геолого-геофизических данных, анализ литологического строения толщ по разрезам с построением фациальных карт, реконструкция этапов формирования рассматриваемых пород васюганской свиты, создана концептуальная седиментологическая модель формирования отложений.

Методы исследований и последовательность работ. Одним из основных методов проведенного исследования был литолого-фациальный анализ, предполагающий детальное изучение строения отложений. В результате анализа кернового материала выделялись литологические типы

пород, их парагенезы, что послужило основой для определения фациального состава толщ. В результате проведенно литолого-фациального анализа были установлены основные фациальные типы отложений и обстановки осадконакопления, что обусловило построение концептуальной седиментологической модели и фациальных карт.

Научная новизна:

- на основе установленной фациальной принадлежности изучаемых толщ впервые построены поэтапные литолого-фациальные карты рассматриваемой территории на конец васюганского времени, объединяющие целый ряд месторождений и разведочных площадей;
- определено развитие накоплений песчаных покровов в кровельной части изучаемых толщ, формировавшихся при перемыве подводно-дельтовых наносов и постепенном распространении морской трансгрессии;
- проведено выделение двух крупных седиментационных циклов в строении рассматриваемых толщ, связанных со сменой регрессивных условий осадконакопления трансгрессивными;
- по особенностям литологического строения толщ, выделяемых ассоциаций фациальных типов осадков и их изменчивости во времени и на площади предложена единая схема корреляции исследуемых отложений;
- определена взаимосвязь воздействия седиментационных и литогенетических процессов, обусловивших формирование коллекторских свойств рассматриваемых пород;
- впервые предложена единая концептуальная модель формирования изучаемых толщ, основанная на результатах детального литологического изучения строения отложений, а также анализе данных ГИС и интерпретации сейсмических данных.

Практическая значимость работы. В соответствии с созданной концептуальной седиментологической моделью даны рекомендации для дальнейших геологоразведочных работ на территории разрабатываемых и разведываемых месторождений. Составленные фациальные карты и выявленные закономерности изменчивости толщ используются в ЗАО «МиМГО» и ООО «ЛУКОЙЛ-Западная Сибирь» при проведении работ по интерпретации скважинных и сейсмических данных для повышения надежности и достоверности прогнозных рекомендаций. Результаты работ позволили установить алгоритмы и скорректировать методики прогноза ФЕС в зависимости от выделенных литотипов и этапов осадконакопления отложений продуктивного пласта Ю₁¹.

Защищаемые научные положения:

1. В отложениях васюганской свиты на территории исследований выделено пятнадцать основных фациальных типов осадков, сформировавшихся в условиях дельтовой наземной равнины, авандельтовых и межавандельтовых областей побережья (взморья), песчаных покровов, удаленных участков прибрежного, а также открытого мелководья.
2. Осадконакопление происходило поэтапно и определялось двумя режимами седиментации, действующими в обстановке морского побережья.

Сначала отложения накапливались в регрессивных условиях при активном развитии флювиальных процессов, обусловивших устойчивую проградацию авандельты с юго-востока и востока на северо-запад. Затем постепенное наступление морской трансгрессии сказалось на усилении волновой деятельности, что привело к образованию песчаных покровов.

3. ФЕС пород-коллекторов определили: флювиальный и волновой генезис осадков, обеспечивших накопление средне- и мелкозернистых песчаных отложений; особенности петрофонда терригенного материала, обусловившие только кластерное (очаговое) развитие кварцевого регенерационного цемента; действие гравитационной коррозии, сопровождающейся образованием вторичных пустот из-за растворения неустойчивых компонентов (в основном полевых шпатов) и широкой аутигенной каолинитизацией. Улучшенными ФЕС характеризуются отложения песчаных покровов, прирусловых валов и русел рукавов верхней части фронта дельты рассматриваемых толщ, коллекторские свойства которых формировались при взаимосвязанном влиянии как седиментационных, так и постседиментационных процессов.

4. По площадному развитию песчаных покровов, прирусловых валов и русел рукавов верхней части фронта дельты, отличающихся улучшенными значениями ФЕС, юго-западные и северо-восточные участки склонов Когалымского поднятия Сургутского свода, а также зоны центральной части Пякупурского прогиба представляются наиболее перспективными для выявления залежей УВ среди неосвоенных районов.

Апробация работы и публикации. Результаты исследований докладывались на международных и российских конференциях и совещаниях: XVIII научно-практической конференции «Пути реализации нефтегазового и рудного потенциала Ханты-Мансийского автономного округа - Югры» (2014 г.), 8-ом Всероссийском литологическом совещании «Эволюция осадочных процессов в истории Земли» (2015 г.). Основные результаты работ обсуждались на научно-технических советах ЗАО «МиМГО им В.А. Двуреченского», ООО «ЛУКОЙЛ-Западная Сибирь».

Полученные данные, основные защищаемые положения и выводы изложены в 5 публикациях. Среди них 3 статьи в журналах из списка ВАК, 1 статья в сборнике материалов литологического совещания, 1 работа напечатана в виде тезисов конференции.

Структура и объем работы. Диссертационная работа содержит 178 страниц текста, состоит из 5 глав, введения и заключения. Работа иллюстрирована 73 рисунками и включает 17 таблиц. Список использованной литературы насчитывает 134 наименований.

* * *

Автор выражает огромную благодарность всему коллективу ЗАО «МиМГО» за поддержку и помощь во время проведения данных исследований, коллективу кафедры литологии и морской геологии геологического факультета МГУ за консультации и дискуссии по вопросам,

рассмотренным в работе, а также руководству ООО «ЛУКОЙЛ-Западная Сибирь» за предоставленную возможность изучения кернового материала.

Автор благодарит научного руководителя д.г.-м.н., профессора Ю.В. Ростовцеву за советы, помощь и поддержку при выполнении исследования. Особую признательность автор выражает д.г.-м.н., профессору, академику РАН, О.В. Япаскурту† за формирование фундаментальных литологических представлений и дискуссии по разным аспектам диссертационной работы.

Автор также благодарит научного консультанта директора ЗАО «МиМГО» к.г.-м.н. С.С. Гаврилова за обсуждение идейных и практических вопросов построения концептуальной седиментологической модели, а также руководителя сектора ЗАО "МиМГО" Н.Н. Гатину за ценные советы и всестороннюю помощь в работе.

Автор выражает благодарность за помощь в проведении лабораторных исследований, описании керна скважин, а также получении практических навыков выполнения фациального анализа коллективу литологов ФГУП НПП «Геологоразведка» и зав. лабораторией И.С. Низяеву.

ГЛАВА 1. ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ И НЕФТЕГАЗОНОСНОСТЬ ВАСЮГАНСКОЙ СВИТЫ В СЕВЕРО- ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ШИРОТНОГО ПРИОБЬЯ

1.1. Стратиграфическая характеристика изучаемых отложений

В работе стратиграфическое расчленение рассматриваемых отложений приводится в соответствии с унифицированной стратиграфической схемой мезозойских и кайнозойских отложений Западно-Сибирской равнины, утвержденной МСК СССР 30 января 1991 года. При описании мезозойских отложений учитывались уточнения и дополнения, принятые по результатам 6-го Межведомственного стратиграфического совещания, утвержденного МСК РФ в 2004 году. Объектом изучения являлся васюганский горизонт келловей-оксфордского возраста, который на большей части изучаемой территории соответствует васюганской свите (J_2k-J_3o). Исключение составляет лишь крайний северо-запад изучаемого района, где васюганская свита переходит в абалакскую свиту. Васюганская свита в пределах территории исследования представлена, в основном, морскими отложениями и по литологическому составу разделяется на две подсвиты: нижнюю, преимущественно глинистую и верхнюю алеврито-песчаную. Общая мощность отложений васюганской свиты изменяется от 60 м до 150 м.

1.2. Тектоническое строение

За основу тектонического районирования территории исследования в данной работе взята тектоническая карта центральной части Западно-Сибирской плиты под редакцией В.И. Шпильмана и др. (1998). Согласно данной карте, изученные в рамках диссертационной работы районы расположены в пределах следующих структурных элементов: Сургутского свода – на западе и в центральной части, Северо-Вартовской мегатеррасы – в центральной и южной частях, Пякупурского мегапрогиба - на востоке.

1.2. История геологического развития

Со второй половины 50-х годов XX века проводится изучение палеогеографии Западной Сибири в мезозойское время. Результаты этих работ освещены в трудах В.П. Казаринова, В.Н. Сакса, Н.Н. Ростовцева, А.В. Гольберта, Н.А. Ясаманова, С.П. Булынниковой, И.И. Нестерова, Ф.Г. Гурари, А.Э. Конторовича, В.Б. Белозерова, Л.Г. Вакуленко, П.А. Яна, О.С. Черновой, В.П. Алексеева и многих других ученых.

1.3. Нефтегазоносность

Рассматриваемые в работе месторождения в нефтегеологическом отношении относятся преимущественно к Среднеобской нефтегазоносной области (НГО). Сургутский и Вартовский нефтегазоносные районы занимают преобладающую часть территории исследования. В изучаемых районах выделяются следующие продуктивные нефтегазоносные комплексы (НГК): нижнеюрский, среднеюрский, васюганский и неокомский.

ГЛАВА 2. ИЗУЧЕННОСТЬ ОТЛОЖЕНИЙ ВАСЮГАНСКОЙ СВИТЫ В СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ШИРОТНОГО ПРИОБЬЯ

2.1. Геолого-геофизическая изученность

Геофизическая изученность большей части рассматриваемой области достаточно детальная, полевые сейсмогеологические работы выполнены по методике 2Д и 3Д. Общая площадь съемок 3Д на территории исследования более 9000 км². В пределах рассматриваемого района пробурено более 1000 разведочных скважин, общий фонд эксплуатационных скважин превышает 5000. Плотность изученности сейсморазведкой и бурением неравномерная, слабо изученные участки располагаются преимущественно на севере. Основные результаты многолетних геолого-геофизических исследований были использованы в работе для анализа структурного плана территории, изменчивости свойств коллекторов и создания единой концептуальной модели строения рассматриваемых отложений васюганской свиты.

2.2. История развития представлений о структурно-фациальной модели строения изучаемых отложений

Литолого-фациальные модели строения верхнеюрских отложений Западно-Сибирского мегабассейна приводятся в работах И.И. Нестерова (1976), А.П. Соколовского (1972), Н.А. Ясаманова (1976), Г.П. Мясниковой (1978), А.И. Сидоренкова (1979), Г.Г. Шемина (2003), Г.Д. Исаева (2001), М.О. Захряминой (2004) и многих других ученых. Одни модели описывают региональный характер смены фациальных зон, другие – представлены детальными литолого-фациальными картами, обычно созданными на примере отдельных месторождений. Многочисленные региональные работы по строению и литолого-фациальному районированию васюганской свиты в районе северо-восточной части Широкого Приобья пока ещё не решают до конца все вопросы, касающиеся изучения значительной вертикальной изменчивости пород внутри продуктивных пластов. Детальные литолого-фациальные карты зачастую описывают латеральную изменчивость толщ в пределах отдельных месторождений, не учитывая существующих региональных закономерностей. Таким образом, несмотря на наличие

региональных работ и детальных отчетов по созданию седиментологических моделей отдельных месторождений, единая концептуальная модель формирования отложений васюганского горизонта Ю₁ для изучаемого района пока еще не разработана.

ГЛАВА 3. ЛИТОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОТЛОЖЕНИЙ

3.1. Общая характеристика строения отложений

3.1.1. Основные сейсмостратиграфические комплексы

На северо-востоке Широтного Приобья на сейсмических разрезах уверенно прослеживаются основные опорные отражающие горизонты, отождествляемые с границами регионально выдержанных сиквенс - стратиграфических мегакомплексов. В поздней юре в региональном плане выделяется один циклит с позднеоксфордской регрессивной фазой (время накопления верхневасюганской подсвиты) и киммеридж-титонской трансгрессивной фазой, во время которой накапливались георгиевская и баженовская свиты. На временных разрезах в интервале верхнеюрских отложений выделяется несколько отражающих горизонтов (ОГ): ОГ Б, отождествляемый с кровлей баженовской свиты; ОГ Ю₁¹, отождествляемый с кровлей пласта Ю₁¹ васюганской свиты; ОГ Ю₂, отождествляемый с кровлей тюменской свиты. Поскольку мощность отложений васюганской свиты не превышает 100–150 м, однозначно проследить по сейсмическим данным внутреннее ее деление не представляется возможным.

3.1.2. Характеристика отложений по описанию керна опорных скважин

В рамках исследований описано около 950 погонных метров керна по изучаемому интервалу разреза васюганской свиты, охватывающему 62 скважины с керном (Рис. 1).

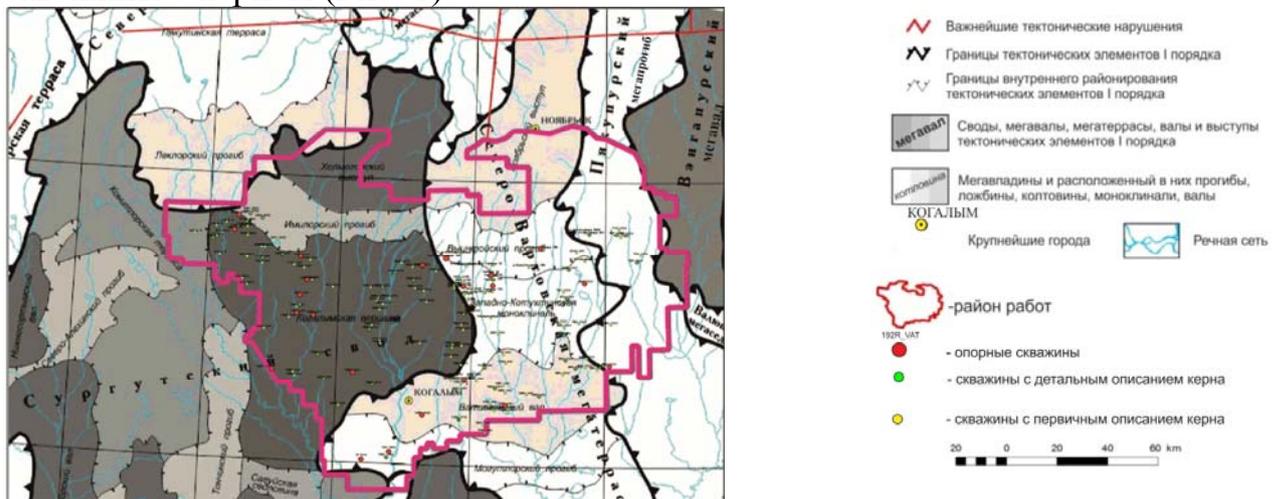


Рис. 1. Расположение изученных скважин. Фрагмент тектонической карты центральной части Западно-Сибирской плиты под ред. В.И. Шпильмана, Н.И. Змановского, Л.Л. Подсосовой (1998), с добавлениями автора.

В ходе исследований в качестве опорных было отобрано 22 разреза скважин, вскрывающих, в том числе продуктивный пласт Ю₁¹. Выбранные разрезы расположены таким образом, что позволяют охарактеризовать строение изучаемых отложений в пределах всей рассматриваемой территории.

3.1.3. Характеристика отложений васюганской свиты по данным ГИС

Корреляция юрских отложений опирается на данные каротажа и базируется на выделении и прослеживании в разрезах скважин седиментационных циклов, отвечающим определенным этапам тектонического развития. Для целей детальной корреляции в верхней подсвите васюганской свиты выделено четыре основных рециклита, индексируемых по аналогии со стратотипом одновозрастных толщ Томской области.

3.2. Литологические типы пород горизонта Ю₁ васюганской свиты

В результате детального литологического изучения рассматриваемых отложений, основанном на анализе имеющегося каменного материала, представленного большей частью керном продуктивного пласта Ю₁¹ васюганской свиты, было выделено **27 основных литологических типов** пород (Таблица 1). В изученных отложениях преобладают песчаники, характеризующиеся различными структурно-текстурными признаками, а также алевролиты и тонкое переслаивание песчаников, алевролитов и аргиллитов. Среди песчаников преобладают средне-мелкозернистые разности, присутствуют мелко-среднезернистые с примесью крупнопесчаных зерен и мелкозернистые алевритовые. В рассматриваемых толщах в подчиненном количестве развиты аргиллиты, встречаются редкие пропластки углей. Литотипы выделялись на основании макроскопического и микроскопического изучения пород, что позволило иллюстрировать особенности их литологического строения фотографиями керна и шлифов.

3.3. Вещественный состав пород-коллекторов горизонта Ю₁ васюганской свиты

Вещественный состав всех изученных обломочных пород продуктивного пласта Ю₁¹ является однотипным, что обусловлено их принадлежностью к существовавшей в прошлом единой питающей провинции. Обломочная часть составляет от 55 до 97% породы и состоит преимущественно из кристаллокластов, представленных обломками кварца и полевых шпатов (плагиоклазов и калиевых шпатов - КПШ). Сортировка обломочного материала преимущественно средняя, реже встречаются слабо и хорошо сортированные разности пород. Зерна, в основном, полукатанные и слабоокатанные, реже присутствуют хорошо окатанные и угловатые обломки. По вещественному составу, согласно классификации В.Д. Шутова (1967), рассматриваемые песчаники и алевролиты отвечают полимиктовым граувакковым аркозам и полевошпатовым грауваккам. Содержание кварца, в среднем, составляет 35–45%, полевых шпатов (ПШ) 35–45%, слюдистых минералов порядка 3–4%. Литокласты (в основном, вулканиты, метаморфические и осадочные породы) составляют, в среднем, около 18–23%. Цемент в песчаных и алевролитовых породах неоднородный, смешанный пленочно-поровый карбонатно-глинистый и глинистый, реже регенерационный полевошпатовый и кварцевый.

Таблица 1. Литотипы пород изучаемых отложений.

Литотипы		Краткая характеристика породы
песчаники	<i>Пз</i>	Песчаник мелкозернистый алевритовый с горизонтальной слоистостью
	<i>Пв/с(б)</i>	Песчаник мелкозернистый алевритовый с волнистой слоистостью биотурбированный
	<i>Пм/с</i>	Песчаник мелкозернистый алевритовый с мелкой косою слойчатостью с рябью течения
	<i>Пд</i>	Песчаник мелкозернистый крупноалевритовый с текстурами конседиментационной деформации
	<i>Пкк</i>	Песчаник мелкозернистый алевритистый с редкой примесью среднепесчаных зерен, с бугорчатой слоистостью
	<i>Пм</i>	Песчаник мелкозернистый с примесью среднепесчаных и алевритовых зерен массивный
	<i>Пв/с</i>	Песчаник средне-мелкозернистый алевритистый с волнистой слоистостью
	<i>Пв</i>	Песчаник мелко-среднезернистый с текстурой волновая рябь
	<i>Пфл</i>	Песчаник мелко-среднезернистый с примесью крупно песчаных зерен с флазерной слоистостью
	<i>Пи</i>	Песчаник мелко-среднезернистый с примесью крупнопесчаных зерен с интракластами
	<i>Пб</i>	Песчаник мелко-крупно-среднезернистый, массивный с текстурами биотурбации
	<i>Пкт</i>	Песчаник мелко-крупно-среднезернистый с троговой (мульдообразной) косою слойчатостью
	<i>Пк</i>	Песчаник мелко-крупно-среднезернистый с крупной косою слоистостью
алевролиты	<i>Ам</i>	Алевролит глинистый массивный
	<i>Ад</i>	Алевролит глинистый с текстурами деформации
	<i>А л/с</i>	Алевролит глинистый с линзовидно-волнистой текстурой
	<i>Аз</i>	Алевролита с тонкопесчаной примесью с горизонтальной слоистостью
аргиллиты	<i>Аг^{уг}</i>	Аргиллит углистый
	<i>Аз^м</i>	Аргиллит алевритистый массивный
	<i>Аз^д</i>	Аргиллит алевритистый с деформационной слоистостью
	<i>Аз^{с/с}</i>	Аргиллит алевритистый градиционно-слоистый
	<i>Аз^{л/с}</i>	Аргиллит алевритистый с линзами песчаника тонкозернистого
переслаивание	<i>Га</i>	Неравномерное переслаивание алевролита глинистого, песчаника тонкозернистого и аргиллита (преобладает)
	<i>Га(б)</i>	Неравномерное переслаивание аргиллита (преобладает), алевролита глинистого и песчаника тонкозернистого с биотурбациями
	<i>Гп</i>	Переслаивание песчаника (преобладает) от мелко-тонкозернистого алевритистого, алевролита глинистого, аргиллита.
	<i>Гп(б)</i>	Неравномерное переслаивание песчаника тонкозернистого алевритистого, алевролита песчаного с аргиллитом, порода биотурбирована.
угли	<i>Уз</i>	Угли

Местами наблюдается сочленение зерен за счет инкорпорации (вдавливания) и пластических деформаций. Количество цемента колеблется от 5 до 35%, в среднем, составляет 15–20%. Среди глинистых минералов преобладает каолинит, подчиненную роль имеют гидрослюда, хлорит и смешаннослойные образования.

3.4. Вторичные преобразования песчаных пород-коллекторов

3.4.1. Основные типы вторичных преобразований

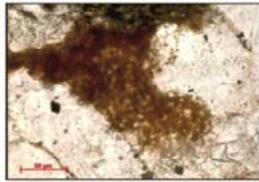
Исследуемые отложения васюганской свиты залегают на глубинах около 3115–2870 м. В этом интервале Земной коры расчетные термодинамические условия соответствуют 85–95°C и 790–850 атм., что, в целом, отвечает кровле зоны раннего (начального) катагенеза и градациям ПКЗ и МК1 (концу протокатагенеза и началу мезокатагенеза) вторичной преобразованности пород. В подобных обстановках породообразования более заметным становится воздействие литостатического давления, проявляющегося в уплотнении, отжати воды, конформном приспособлении зерен, а также появлению структур инкорпорации. Физико-механические изменения пород сопровождаются развитием физико-химических и химических процессов, которые определяют растворение и коррозию неустойчивых компонентов, синтез новых минералов в поровом пространстве. В исследуемых отложениях были выявлены признаки литогенетических преобразований, свойственные концу раннего катагенеза. Особенности условий накопления осадков сказались на своеобразии вторичных изменений рассматриваемых пород. В последних отмечаются следующие **основные типы вторичных преобразований**: уплотнение (образование конформных контактов, точечная инкорпорация), карбонатизация, пиритизация и образование оксидных соединений железа, глинизация полевых шпатов, вторичное преобразование слюд, растворение и коррозия, регенерация, каолинитизация, а также в подчиненном виде хлоритизация и слюдизация.

3.4.2. Стадийность вторичных преобразований

В песчаниках наблюдаются постседиментационные изменения, возникшие на разных стадиях породообразования, что показано на сводной схеме (Рис. 2). В раннюю стадию литогенетических изменений, соответствующую **диагенезу**, образовывались аутигенные минералы: глобулярный пирит, оксидные соединения железа, карбонаты. В стадию **катагенеза** в песчаниках наблюдается интенсивная регенерация кварца, образуются яснозернистые агрегаты позднего каолинита, происходит активное растворение зерен полевого шпата, иногда литокластов и кварца. На завершающем этапе флюидного метасоматоза, как при каолинитизации, так и карбонатизации пород, формировались сульфиды. Максимально интенсивно вторичные изменения проявились в литотипах Пм, Пв/с, Пв, Пб, Пкт, Пк, имеющих хорошую сортировку, более грубозернистый гранулометрический состав и среднюю степень окатанности обломочных компонентов.

ДИАГЕНЕТИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ

Карбонатизация
ранняя



Сидеритизация
очаговая



Развитие кальцитового
цемента порового,
пойкилитового

Сульфидизация
ранняя

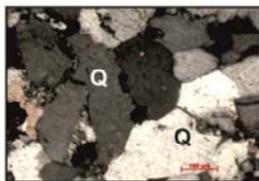


Глобулярные выделения
сульфидов (пирита, марказита)

КАТАГЕНЕТИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ

(P~750-850 атм, T~80-95 °C)

УПЛОТНЕНИЕ



«Сгруживание»



Инкорпорация



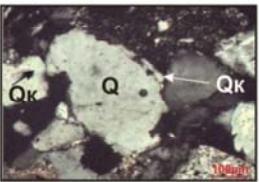
Трещиноватость



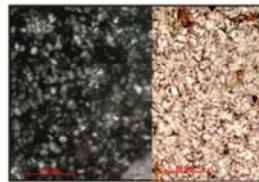
ГРАВИТАЦИОННАЯ КОРРОЗИЯ



Растворение
неустойчивых
компонентов
(полевых шпатов)



Очаговая регенерация
(каемки кварца и альбита)



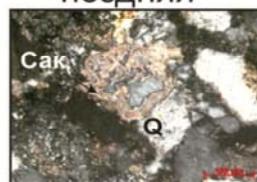
Аутигенная
каолинитизация



Аутигенная
хлоритизация и
слюдитизация

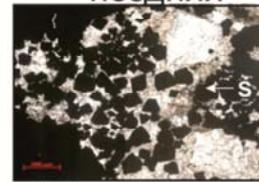
ЭЛЛИЗИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ

Карбонатизация
поздняя



Развитие кальцитового
коррозионного цемента

Сульфидизация
поздняя



Выделение ограниченных
кристаллов пирита



Сульфидные стяжения

Преобразование слюд и глинизация полевых шпатов



Изменение слюд (биотита)
(гидротизация, хлоритизация,
выделение сидерита и пирита)



Изменение КПШ и
плагиоклазов

Рис. 2. Характеристика основных типов вторичных преобразований пород-коллекторов васюганской свиты (Q-кварц, Qк- регенерационный кварц, Сак-коррозионный кальцит).

ГЛАВА 4. ФАЦИАЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ОТЛОЖЕНИЙ ВАСЮГАНСКОЙ СВИТЫ

4.1. Фациальная характеристика отложений

При создании седиментологической модели формирования изучаемых отложений был использован литолого-фациальный анализ, методика проведения которого детально освещена как в отечественной, так и в зарубежной литературе. Генетическая интерпретация отложений основана на сравнительном анализе их структурно-текстурных признаков с признаками фациальных типов осадков, которые описаны в фундаментальных трудах (Крашенинников, 1971; Coleman, 1980; Walker, 1963; Рейнек, Сингх, 1981; Хэллэм, 1983; Лидер, 1986; Рединг, 1990; Фролов, 1992; Алексеев, 2007). Выделение фациальных типов осадков проводилось по определению парагенезов выявленных литологических типов пород, при прослеживании их распределения в изучаемых разрезах, как по вертикали, так и по латерали.

В изучаемых отложениях было выявлено **15 фациальных типов осадков**, выделенных по парагенетическим ассоциациям (парагенезам) литотипов (литогенетических типов) (Таблица 2). На основе классификаций (Крашенинников, 1971; Coleman, 1980; Walker Roger, 1963; Рейнек, Сингх, 1981; Рединг, 1990; Фролов, 1992; Алексеев, 2007, 2014) выделены следующие фациальные типы отложений: глинистые осадки открытого мелководья (ФОМ); глинисто-алевритовые осадки нижней части удаленных участков прибрежного мелководья (ФНМ); глинисто-алевритовые осадки верхней части удаленных участков прибрежного мелководья (ФВМ); глинисто-алевритово-песчаных осадки нижней части песчаных покровов (ФНП); песчаные осадки средней части песчаных покровов (ФСП); песчаные осадки верхней части песчаных покровов (ФВП); глинисто-алевритовые осадки нижней части продельты (ФНД); глинисто-алевритовые осадки верхней части продельты (ФВД); алеврито-песчаные осадки нижней части фронта дельты (ФНФ); песчаные осадки средней части фронта дельты (ФСФ); песчаные осадки прирусловых валов верхней части фронта дельты (ФВФ); песчаные осадки русел рукавов верхней части фронта дельты (ФРФ); глинисто-алевритовые осадки междельтовых заливов (ФМД); глинисто-алевритовые осадки пойменных участков (ФПУ); глинистые осадки озер и болот (ФОБ). Реконструкция обстановок осадконакопления, соответствующих крупным участкам ландшафтов, приводится с учетом определения макрофациальных условий седиментации.

В результате исследований отложений продуктивного горизонта Ю₁ васюганской свиты были установлены следующие макрофации (См. Таблица 2): отложения 1 - мелководно-бассейновые (МБ) (фации ФОМ, ФНМ, ФВМ); 2 - песчаных покровов (ПП) (фации ФНП, ФСП, ФВП), 3 - авандельтовых и межавандельтовых участков побережья (АВ) (фации ФНД, ФВД, ФНФ, ФСФ, ФВФ, ФРФ, ФМД); 4 - дельтовой (наземной) равнины (ДР) (фации ФПУ, ФОБ).

Таблица 2. Характеристика выделенных фациальных типов осадков.

ОБСТА-НОВКИ	МАКРОФАЦИИ	ФАЦИИ	Биотурбация			Ихнофоссилии
			Литотипы	Степень биотурбации	Ихнофафии	
Морские	Отложенный мелководно-бассейновые (МБ)	глинистых осадков открытого мелководья (ФОМ)	Аг ^{nc} , Аг ^{pc}		Zoo	
		глинисто-алевритовых осадков нижней части удаленных участков прибрежного мелководья (ФНМ)	Аг ^{nc} , Аг ^{pc}	3-5	DistalCruziana	Phycosiphones, Helminthopsis
		глинисто-алевритовых осадков верхней части удаленных участков прибрежного мелководья (ФВМ)	Га (б), Гп (б), прослоями Пв, Пкк	3-5	ProximalCruziana	Phycosiphones, Thalassinoides, Teichichmus, Scolicia
		глинисто-алевритово-песчаных осадков нижней части песчаных покровов (ФНП)	Пв/с(б), Пв, Пб, Ал/с	2-4	ProximalCruziana, Distal Skolithos	Rosselia, Asterosoma, Teichichmus, Scolicia, Chondrites, Thalassinoides, Diplocraterion, Skolithos
Прибрежно-морские (переходные)	Отложенный песчаных покровов подвижного прибрежного мелководья (ПП)	песчаных осадков средней части песчаных покровов (ФСП)	Пв/с(б), Пв, Пб, Пкк	2-3	Skolithos, ProximalCruziana	Skolithos, Planolites, Palaeophycus, Ophiomorpha, Cylindrichnus, Asterosoma, Chondrites, Scolicia
		песчаных осадков верхней части песчаных покровов (ФВП)	Пк, Пкт, Пм, прослои Пв/с	1-2, спорадически	Skolithos	Skolithos, Planolites, Ophiomorpha
		глинисто-алевритовых осадков нижней части продельты (ФНД)	Ам, Аг ⁿ , Ад, Аг, Ал/с, Аг ^{pc}	1-2 спорадически	DistalCruziana	Phycosiphones
		глинисто-алевритовых осадков верхней части продельты (ФВД)	Га, Гп, Ал/с, Аг, Аг ^{pc} прослоями Пкк, Пм/с	1-3, спорадически, прослоями	ProximalCruziana	Phycosiphones, Thalassinoides, Teichichmus, Scolicia, Planolites, Asterosoma
		алеврито-песчаных осадков нижней части фронта дельты (ФНФ)	Гп, Га, Пв/с, Пв, Пкк, Пм/с, прослоями Ад	0-3, спорадически, прослоями	ProximalCruziana, Skolithos	Phycosiphones, Thalassinoides, Teichichmus, Scolicia, Planolites, Skolithos, Palaeophycus
		песчаных осадков средней части фронта дельты (ФСФ)	Пм, Пкк, Пк, Пд, Пм/с, Пв, Пфл	0-2 спорадически	Skolithos, ProximalCruziana	Skolithos, Planolites, Palaeophycus, Arenicolites, Ophiomorpha, Teichichmus, Thalassinoides, Phycosiphones
Континентально-морские	Отложенный дельтовой (наземной) равнины (ДР)	песчаных осадков прирусловых валов верхней части фронта дельты (ФВФ)	Пм, Пд, Пкт, Пг, Ам, Ад, Аг, Ал/с	0-1	Skolithos	
		песчаных осадков русел рукавов верхней части фронта дельты (ФРФ)	Пм, Пкт, Пп, Пк, Пг, Пфл	0		
		глинисто-алевритовых осадков междельтовых заливов (ФМД)	Пм/с, Пв, Ал/с, Ам	1-3	Skolithos	Skolithos, Planolites, Arenicolites
		глинисто-алевритовых осадков пойменных участков (ФПУ)	Ал/с, Аг ^{nc} , Аг ^{pc} , Аг ⁿ , Аг st	0		
		глинистых осадков озер и болот (ФОБ)	Ал/с, Аг ^{nc} , Аг ^{pc} , Аг ⁿ , Уг	0		

4.2. Седиментологическая модель и этапы формирования отложений

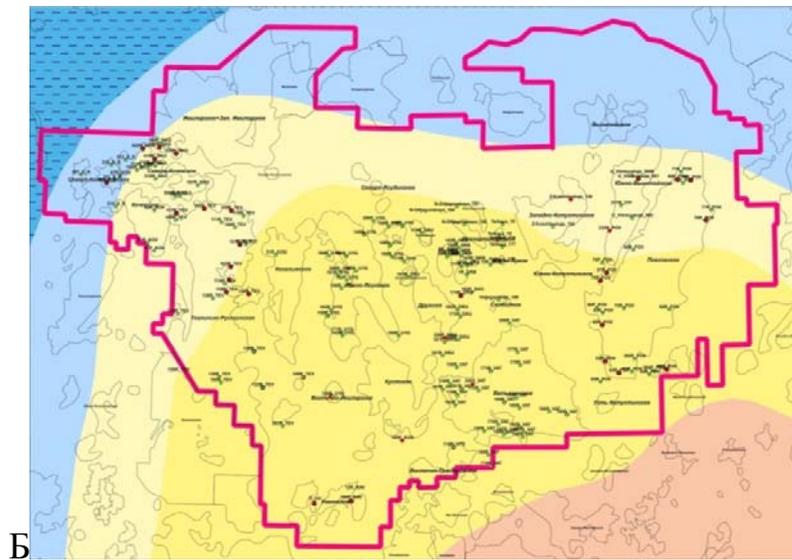
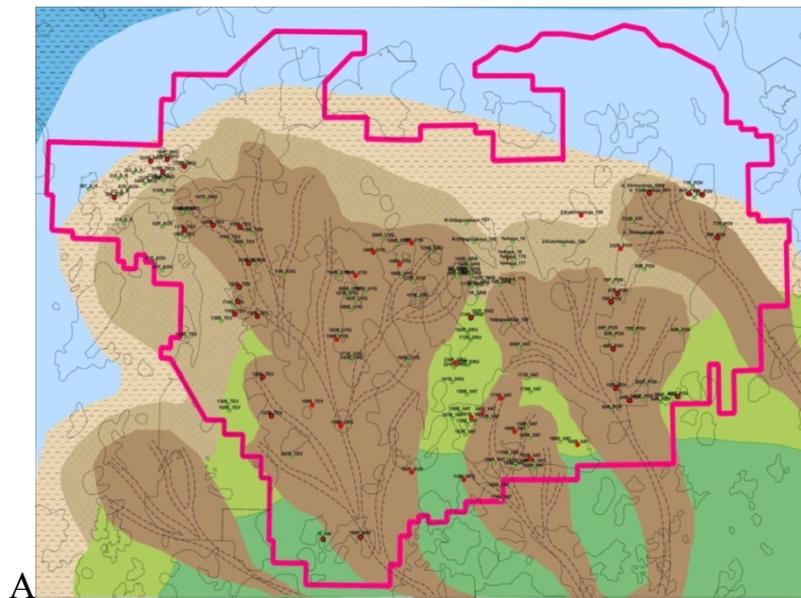
По результатам проведенного литолого-фациального исследования и комплексной интерпретации данных ГИС, в строении изучаемых отложений пласта Ю₁¹ можно выделить два крупных седиментационных цикла, отражающих смену крупных этапов осадконакопления.

Регрессивный (первый) цикл выделяется в нижней части рассматриваемых отложений, представленной преимущественно осадками подводной дельтовой системы. В этом интервале снизу вверх по разрезу прослеживается переход глинисто-алевритовых осадков продельты в алеврито-песчаные и песчаные осадки фронта дельты, сменяющиеся затем глинисто-алевритовыми осадками междельтовых заливов.

В основании вышеупомянутого разреза с фациями осадков продельты встречаются и мелководно-бассейновые отложения удаленных участков прибрежного мелководья, характеризующиеся более заметным влиянием волновых процессов. В результате анализа всех полученных данных было установлено, что реконструированная система палеodelьт имела преимущественно смешанный (флювиально-волновой) тип распределения материала (Рис.3, А). Формирование первого (регрессивного) цикла седиментации происходило при устойчивой проградации дельтовых отложений с юго-востока и востока на северо-запад вглубь морского бассейна. В результате детальной корреляции разрезов скважин, а также анализа керновых материалов по отдельным месторождениям выявлено, что снос материала в установленном направлении шел предположительно с приподнятой части Нижневартовского свода. В развитии дельтовой системы можно выделить три этапа, сменяющих друг друга во времени: 1) начало проградации дельтовых наносов, 2) интенсивное продвижение речных выносов вглубь бассейна и 3) максимальная проградация дельтовой системы с появлением фациальных условий краевых частей дельтовой равнины.

Трансгрессивный (второй) цикл выделяется в верхней части рассматриваемых отложений, представленной преимущественно осадками песчаных покровов (Рис.3, Б).

Формирование песчаных покровов было связано с началом наступления морской трансгрессии, усилившей влияние волновых процессов в рассматриваемой мелководной части бассейна. Изменение условий седиментации привело к активному перемыву подводных речных выносов, прежде всего, в пределах приподнятых участков дна (на вершинах и склонах палеоподнятий), формируя вытянутые вдоль берега песчаные плащеобразные накопления. В дальнейшем (в георгиевское время) наступление трансгрессии привело к заиливанию бассейна. Во втором седиментационном цикле можно выделить этапы начального, а также устойчивого (постепенного) и усиленного развития трансгрессии.



Условные обозначения:

Макрофация мелководно-бассейновых отложений (морские)

- Глинистые осадки открытого мелководья (ФОМ)
- Глинисто-алевритовые осадки нижней и верхней части удаленных участков прибрежного мелководья (ФНМ, ФВМ)

Макрофация отложений песчаных покровов (переходные)

- Алеврито-песчаные осадки нижней и песчаные осадки верхней частей песчаных покровов (ФНП, ФСП)
- Песчаные осадки средней и верхней части песчаных покровов (ФСП, ФВП)
- Песчаные осадки верхней зоны пляжа (ФПЛ)

Макрофация отложений авандельтовых и межавандельтовых участков побережья (переходные)

- Глинисто-алевритовые осадки проделты (ФНД, ФВД)
- Алеврито-песчаные осадки нижней и песчаные осадки средней части фронта дельты (ФНФ, ФСФ)
- Песчаные осадки прирусловых валов и русел рукавов верхней части фронта дельты (ФВФ, ФРФ)
- Глинисто-алевритовые осадки междельтовых заливов (ФМД)

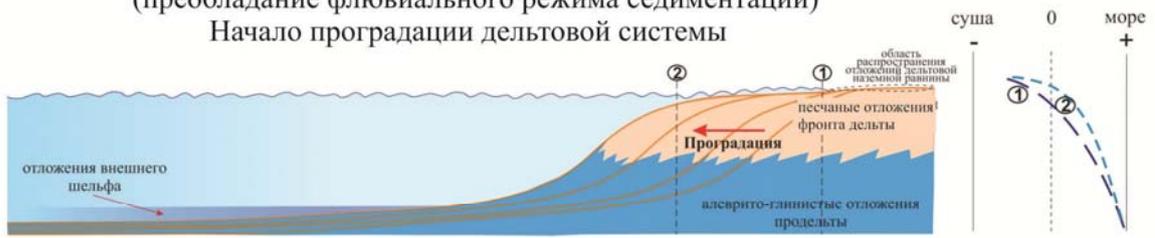
Макрофация отложений дельтовой (наземной) равнины (континентальные)

- Глинисто-алевритовые осадки пойменных участков, озер и болот (ФПУ, ФОБ)
- условно выделенные контуры фации песчаных осадков русел рукавов верхней части фронта дельты (ФРФ)
- основные направления переноса песчаного материала

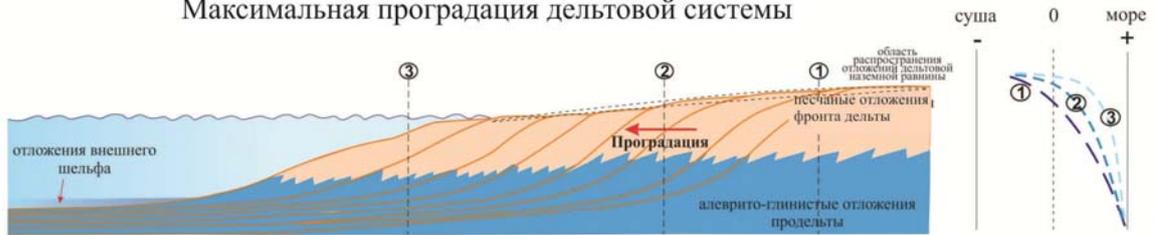
Рис.3. Литолого-фациальные карты на время формирования пласта Ю₁¹ васюганской свиты, отвечающие: А – концу регрессивного цикла, Б – началу трансгрессивного цикла.

Первый этап формирования изучаемых отложений васюганской свиты

Регрессивный седиментационный цикл
(преобладание флювиального режима седиментации)
Начало проградации дельтовой системы



Максимальная проградация дельтовой системы

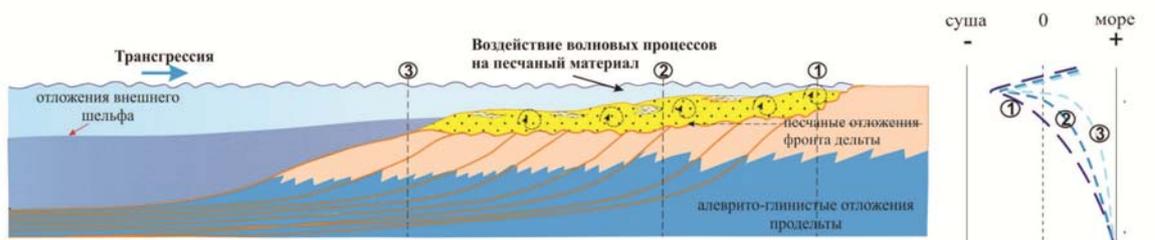


Второй этап формирования изучаемых отложений васюганской свиты

Трансгрессивный седиментационный цикл
(преобладание волнового режима седиментации)
Начало развития песчаных покровов



Широкое развитие осадков песчаных покровов



Усиление трансгрессии и заиливание бассейна (георгиевское время)

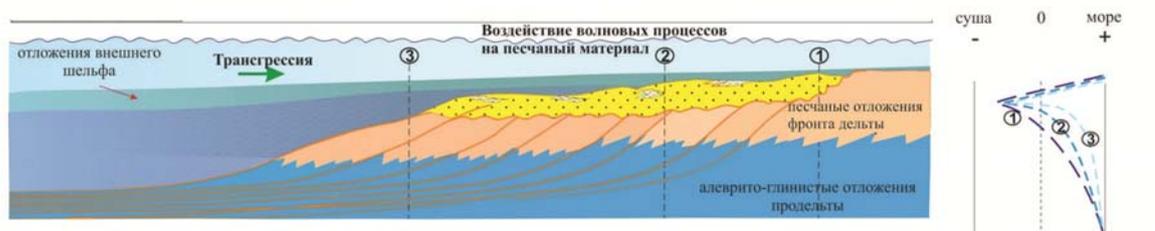


Рис. 4. Седиментологическая модель формирования горизонта Ю₁ васюганской свиты на территории исследований.

ГЛАВА 5. ЗАКОНОМЕРНОСТИ СТРОЕНИЯ И РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПОРОД-КОЛЛЕКТОРОВ В ОТЛОЖЕНИЯХ ВАСЮГАНСКОЙ СВИТЫ

5.1. Общая характеристика коллекторских свойств отложений

Емкостное пространство в породах васюганской свиты представлено преимущественно мелкими порами и кавернами, реже встречаются единичные разнонаправленные трещины, чаще всего заполненные кальцитом и глинистым веществом (каолинитом). В среднем, по результатам петрографического анализа, а также учитывая данные оценки пористости по петрофизическим образцам, емкостное пространство в породах составляет от 1–2 % до 10–15%, в редких образцах до 20–25%. Открытые поры в песчаниках с карбонатным базально-поровым цементом отсутствуют. В результате детально петрографического анализа выявлено, что пористость резко уменьшается и исчезает в песчаниках с количеством цемента более 20%. Все пористые песчаники содержат не более 20% общего (суммарного) цемента, не более 15–20% карбонатного и не более 10–15% глинистого. В песчаниках, где открытых пор больше 5%, количество цемента в целом составляет не более 15%, а содержание карбонатного и глинистого не превышает 10%.

5.2. Влияние седиментационных и постседиментационных факторов на формирование ФЕС пород-коллекторов

В результате проведенных работ установлено, что на формирование улучшенных ФЕС пород-коллекторов заметное влияние оказали как седиментационные, так и постседиментационные процессы, действующие взаимосвязано. К седиментационным факторам, влияющим на формирование пород-коллекторов, можно отнести: фациальные условия, состав обломочной компоненты. Активное действие сначала флювиальных русловых, а затем волновых процессов обусловило накопление песчаных осадков средней и мелкой зернистости, местами отмытых, что определило особенности первичной пористости, а также положительно сказалось на образовании вторичных пустот за счет действия гравитационной коррозии и растворения, более интенсивно проявившейся именно в этих типах отложений. Максимально высокие значения пористости характерны для *фаций песчаных отложений: покровов верхней и средней части, прирусловых валов и русел рукавов верхней части фронта дельты* (Рис. 5). Подчиненное содержание зерен кварца в сравнении с суммарным содержанием обломков пород и ПШ, ограничило широкое распространение гранобластовых структур и обусловило лишь очаговое «кластерное» развитие участков с кварцевым цементом регенерации. К постседиментационным факторам, влияющим на формирование улучшенных ФЕС пород-коллекторов, относятся: выщелачивание ПШ и обломков пород; очаговая регенерация кварцевых зерен; формирование аутигенного каолинита (Рис.6).

В результате смены физико-химических условий в процессе выщелачивания происходит растворение неустойчивых компонентов породы, в частности зерен полевого шпата, и формирование открытого пустотного пространства, местами образуется открытая и минерализованная

трещиноватость. На стадии катагенеза происходит активное растворение зерен полевого шпата, иногда зернистых осадочных и метаморфических пород и кварца, образуется вторичная пористость выщелачивания и мелкая кавернозность с внутризерновыми порами растворения. При этом количество цемента в песчаниках заметно уменьшается и формируются породы с хорошими коллекторскими свойствами.

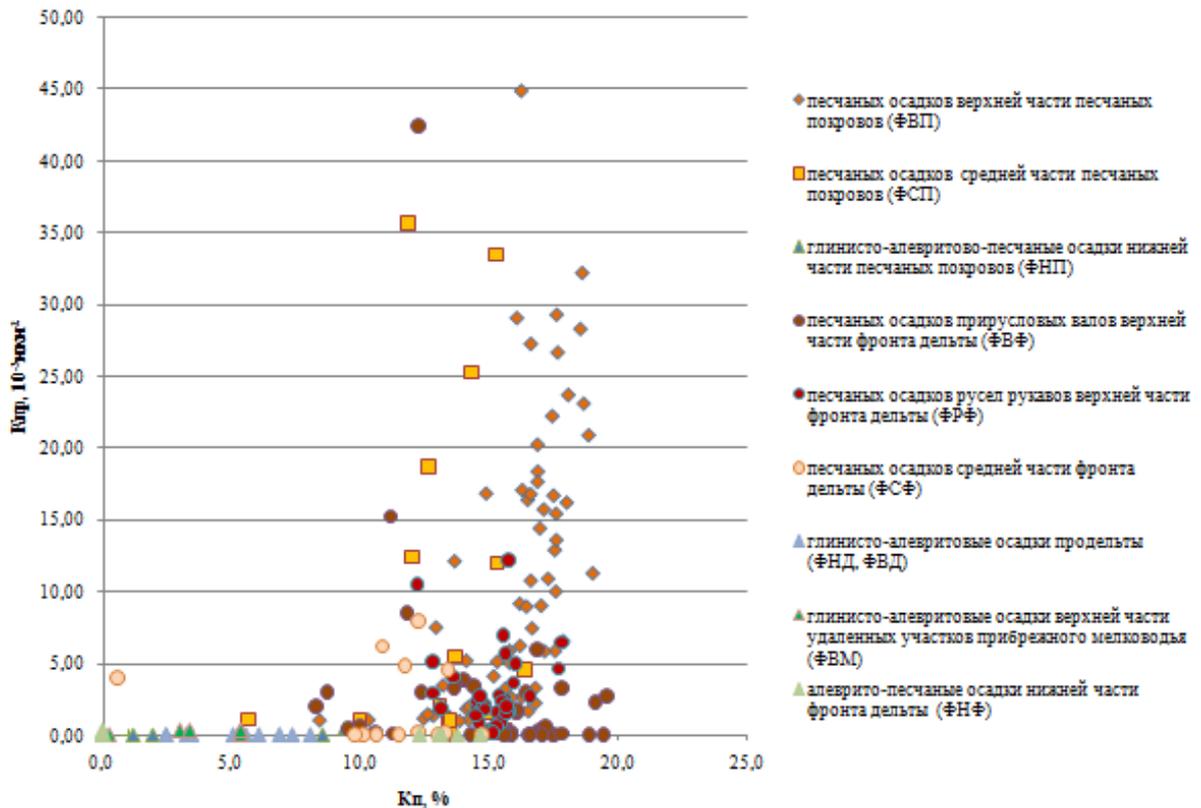


Рис. 5. Зависимость значений пористости и проницаемости пород от принадлежности к различным фациальным типам осадков васюганской свиты.

Таким образом, коллекторские свойства пород горизонта Ю₁ васюганской свиты и их высокая неоднородность по разрезу и латерали определяются как генезисом, так и вторичной преобразованностью отложений, особенности которой обусловлены первичными характеристиками пород.

5.3. Прогноз зон развития пород-коллекторов

Одним из важных результатов проведенных работ является оценка площадей района исследования по степени перспективности. Согласно установленной концептуальной модели осадконакопления, основное направление переноса терригенного материала было с юго-востока на северо-запад. Скважинными данными подтверждено развитие песчаных отложений авандельты, с миграцией которых связано увеличение мощностей изучаемых песчаных пластов горизонта Ю₁.

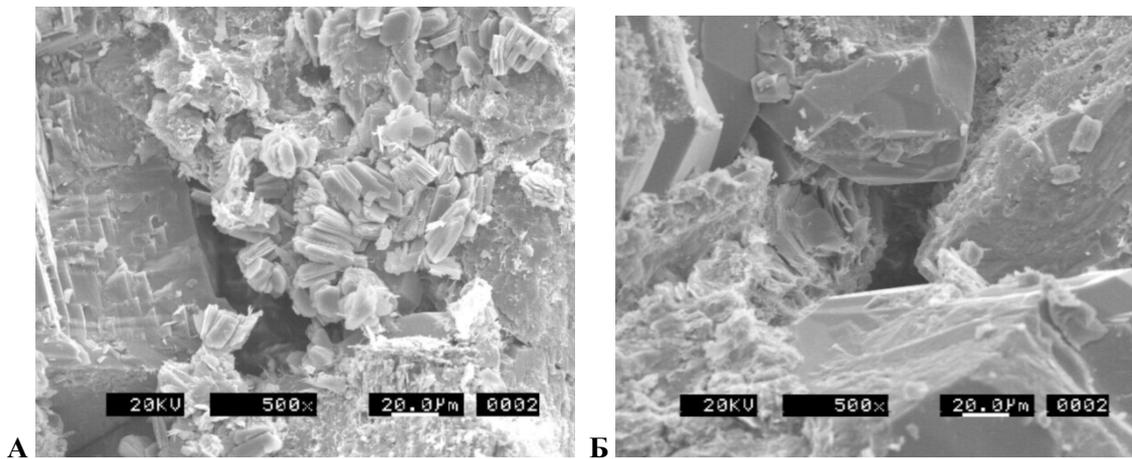


Рис. 6. А – открытая пора сечением 60х90 мкм, образованная за счет растворения, преимущественно, зерен ПШ. Более половины межзернового пространства выполнено агрегатами порового каолинита; Б – открытая пора многоугольной формы сечением 60х80 мкм, образованная между зернами кварца и обломками пород. В поровом пространстве – участок с регенерацией кварца.

В зоне распространения песчаных отложений средней и верхней частей фронта дельты значения эффективных толщин увеличены, песчаные коллекторы, в основном, приурочены к крупным палеоподнятиям. При совмещении фациальных карт, построенных для разных седиментационных циклов, выделяются области с наличием в нижней части толщ песчаных отложений средней и верхней частей фронта дельты, в верхней – развитием осадков средней и верхней частей песчаных покровов. Именно к этим зонам на восточных склонах Когалымского поднятия Сургутского свода и в зоне Ватьеганского вала приурочены разрабатываемые месторождения с высокими первоначальными дебитами. Отмечаются также области, внутри которых в нижней части разреза выделяются глинисто-алевритовые отложения продельты и алеврито-песчаные осадки нижней части фронта дельты. Верхняя часть разреза в этих зонах представлена фациями песчаных и глинисто-алевритовых осадков нижней и средней частей песчаных покровов. Подобное строение отложений обусловило увеличение доли вертикальной неоднородности продуктивного горизонта Ю₁ и изменение ФЕС пород в центральной части Сургутского свода, в районе Имилорского, Могутлорского прогибов, на западном окончании Выинтойского прогиба и Западно-Котухтинской моноклинали. В зоне распространения фаций глинисто-алевритово-песчаных осадков нижней части песчаных покровов, глинисто-алевритовых отложений верхней части удаленных участков прибрежного мелководья и нижней части удаленных участков прибрежного мелководья резко понижаются значения ФЕС и заметно увеличивается изменчивость коллектора, до полного его замещения на породы-флюидоупоры. Такие зоны расположены на северо-востоке и севере территории исследования в районе Конитлорской террасы, Холмогорского и

Ноябрьского выступов. Песчаные отложения покровов, прирусловых валов и русел рукавов верхней части фронта дельты отличаются улучшенными значениями ФЕС. По площадному развитию этих фациальных типов осадков юго-западные и северо-восточные участки склонов Когалымского поднятия Сургутского свода, а также зоны центральной части Пякупурского прогиба представляются перспективными для выявления залежей углеводородов среди неосвоенных районов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенного детального литолого-фациального анализа нефтегазоносных отложений васюганской свиты были выявлены парагенезы литологических типов пород, определены фациальные условия и восстановлены этапы их формирования. В рассматриваемых толщах было выделено *пятнадцать основных фациальных типов осадков*, отражающих существование условий седиментации в пределах дельтовой наземной равнины, авандельтовых и межавандельтовых участков побережья, песчаных покровов, удаленных участков прибрежного, а также открытого мелководья. По комплексам сопряженных фаций, отвечающим крупным участкам ландшафта, установлены *четыре макрофации отложений* и определены континентальные, прибрежно-морские (переходные) и морские обстановки седиментации. Установлено, что накопление осадков, выделяемых в макрофацию мелководно-бассейновых отложений, происходило под влиянием преимущественно волновых процессов. Преобладание флювиально-волнового режима седиментации выявлено при формировании макрофации отложений песчаных покровов. Широко распространенные осадки макрофации авандельтовых и межавандельтовых участков побережья формировались при большем влиянии флювиальных процессов и менее заметном действии волнового режима седиментации. Отложения макрофации дельтовой (наземной) равнины, отражающие существование континентальных условий осадконакопления, в изучаемых толщах развиты в меньшей степени. По результатам литолого-фациального анализа и интерпретации данных ГИС была разработана седиментологическая модель образования рассматриваемого нефтеносного горизонта.

Выявлены основные закономерности строения отложений продуктивного пласта Ю₁¹ васюганской свиты в районе исследований. Установлено, что в нижней части рассматриваемого разреза преобладают мелководно-бассейновые осадки, сменяющиеся выше по разрезу отложениями авандельтовых и межавандельтовых участков побережья. Средняя часть разреза представлена фациями песчаных отложений нижней и средней частей фронта дельты, которые часто сменяются отложениями прирусловых валов и русел рукавов верхней части фронта дельты, образуя единые мощные преимущественно песчаные циклы и формируя большую часть пласта Ю₁¹. В этом интервале разреза отложения пойменных участков, озер и болот распространены лишь на юго-востоке изучаемой территории. Отложения макрофации песчаных покровов снизу вверх по разрезу сменяют отложения авандельтовых и межавандельтовых участков побережья, их

мощности значительно варьируют по площади. Выявлено, что осадконакопление происходило поэтапно и определялось двумя режимами седиментации, действующими в обстановке морского побережья. На раннем этапе накопление отложений происходило в регрессивных условиях при активном развитии флювиальных процессов, обусловивших устойчивую проградацию фронта дельты. Поздний этап осадконакопления связан с формированием фаций песчаных покровов в условиях постепенного наступления морской трансгрессии и усиления волновой деятельности.

Изучение состава, генезиса, коллекторских свойств и вторичных преобразований пород позволило комплексно рассмотреть основные закономерности формирования ФЕС исследуемых отложений. Коллекторские свойства пород горизонта Ю₁ васюганской свиты и их высокая неоднородность по вертикали и латерали определяются как полифациальными условиями седиментации, так и вторичной преобразованностью толщ, тесно связанной с первичными характеристиками пород. Флювиальный и волновой генезис осадков определили накопление средне- и мелкозернистых песчаных накоплений фаций песчаных покровов верхней и средней частей, песчаных отложений русел и прирусловых валов верхней части фронта дельты. Относительно невысокое содержание обломочного кварца в изучаемых отложениях в сравнении с суммарным содержанием обломков пород и ПШ определило кластерное (очаговое) развитие кварцевого регенерационного цемента. Формирование вторичных пустот и их частичное минеральное заполнение происходило за счет процессов гравитационной коррозии, сопровождающейся растворением неустойчивых компонентов (в основном полевых шпатов) и широкой аутигенной каолинитизацией.

Комплексный подход с учетом детальной литолого-фациальной характеристики отложений, данных ГИС, анализа карт мощностей позволил построить карты распределения фациальных обстановок, которые легли в основу прогнозных рекомендаций по промысловой разработки изучаемого района. По площадному развитию отложений песчаных покровов, прирусловых валов и русел рукавов авандельты, отличающихся улучшенными значениями ФЕС, юго-западные и северо-восточные участки склонов Когалымского поднятия Сургутского свода, а также зоны центральной части Пякупурского прогиба представляются перспективными для выявления залежей углеводородов среди неосвоенных районов. Для прогноза зон пород-улучшенных коллекторов и увеличения эффективности эксплуатационного и разведочного бурения создана концептуальная седиментологическая модель, детализированная с помощью сейсмических данных на локальных участках отдельных месторождений.

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Статьи в журналах, входящих в список ВАК:

Гатина Н.Н., Гаврилов С.С., **Горбунова А.О.**, Ким О.О., Тихомиров Е.В. Опыт применения сейсмоседиментологических исследований для картирования неантиклинальных ловушек на примере территории юго-восточного склона Среднемессояхского вала // Геология нефти и газа, №3, 2015, С. 15–20.

Горбунова А.О., Гаврилов С.С., Шайхутдинов А.Н., Дулкарнаев М.Р., Шайхутдинова Г.Х. Концептуальная модель формирования пород васюганской свиты в пределах сочленения структур Сургутского свода и Северо-Вартовской мегатеррасы // Геология нефти и газа, № 6, 2015, С. 33–39.

Горбунова А.О., Гаврилов С.С., Низяева И.С., Гатина Н.Н. Фациальное строение отложений васюганской свиты в пределах сочленения структур Сургутского свода и Северо-Вартовской мегатеррасы // Вестник Московского университета, Серия 4. Геология, №1, 2016, С. 56–62.

Другие публикации:

Горбунова А.О., Гаврилов С.С., Гатина Н.Н.; Низяева И.С., Шайхутдинов А.Н., Шайхутдинова Г.Х. Комплексные литолого-фациальные исследования зонального масштаба как инструмент повышения эффективности геологоразведочных работ и лицензирования// XVIII научно-практическая конференция «Пути реализации нефтегазового и рудного потенциала Ханты-Мансийского автономного округа - Югры», г. Ханты-Мансийск, Россия, 17-21 ноября, 2014, С.115-117.

Горбунова А.О., Гаврилов С.С. Строение и обстановки осадконакопления васюганского горизонта на территории Сургутского свода и Северо-Вартовской мегатеррасы // Эволюция осадочных процессов в истории Земли: материалы 8-го Всероссийского литологического совещания (Москва, 27-30 октября 2015 г). Москва: РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина, 2015, Том II, С. 37–40.