

На правах рукописи



Кудаманов Александр Иванович

**ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ И УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ
ОТЛОЖЕНИЙ ВАЛАНЖИНА НА ПРИМЕРЕ ПРОДУКТИВНЫХ
ПЛАСТОВ СУРГУТСКОГО СВОДА ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ ПЛИТЫ**

Специальность 25.00.01 – общая и региональная геология

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата геолого-минералогических наук

Томск – 2007

Работа выполнена в Государственном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Томский государственный университет»

Научный руководитель: доктор геолого-минералогических наук,
профессор Алексей Иванович Чернышов

Официальные оппоненты: доктор геолого-минералогических наук,
профессор Вера Михайловна Подобина

кандидат геолого-минералогических наук,
доцент Наталья Михайловна Недоливко

Ведущая организация: Институт нефтегазовой геологии и геофизики
СО РАН (г. Новосибирск)

Защита состоится « 4 » апреля 2007 года в 14 часов 30 мин. в 119 ауд.
главного корпуса ТГУ на заседании диссертационного совета
К 212.267.04 в Томском государственном университете.

Адрес: 654050, г. Томск, пр. Ленина, 36.

С диссертацией можно ознакомиться в Научной библиотеке Томского
государственного университета.

Автореферат разослан «22» февраля 2007 года.

Ученый секретарь диссертационного совета,
кандидат геолого-минералогических наук, доцент


О.В. Бетхер

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы

Неокомский комплекс нижнего мела Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции (ЗСНГП) является основным и наиболее перспективным объектом добычи нефти в России. В настоящее время на территории Сургутского свода все крупные положительные структуры уже изучены глубоким бурением поэтому все большее значение приобретают нефтепоисковые работы, направленные на выявление ловушек неантиклинального типа. Определение положения таких ловушек требует реконструкции фациальных и палеогеоморфологических условий формирования тел-коллекторов. Неокомский нефтегазоносный комплекс по сравнению с другими продуктивными комплексами ЗСНГП является не только главным объектом добычи УВ, но и наиболее сложным, что обусловлено, в первую очередь, его клиноформным строением.

Клиноформная модель неокома, предполагающая боковое заполнение палеобассейна в условиях лавинной седиментации, уже в достаточной степени разработана. Однако еще многие вопросы носят дискуссионный характер и не все исследователи согласны с этой моделью. Кроме того, предложенные ранее модели неокома, учитывая в основном пространственное распространение пластов, не отражают их внутреннее строение. При проведении работ крупного масштаба, детализации разреза неокома не уделялось достаточного внимания.

Актуальными задачами являются установление закономерностей распространения коллекторов с хорошими фильтрационно-емкостными свойствами (ФЕС) на основе реконструкции обстановок осадконакопления и прогноз выявления новых залежей в районе с хорошо развитой инфраструктурой.

Цель исследований – создание модели геологического строения группы пластов BC_{10}^2 в северной части Сургутского свода, определение пространственного размещения коллекторов с различными фильтрационно-емкостными свойствами (ФЕС).

Основные задачи:

1. Провести детальную корреляцию и установить пространственно-временное положение объекта исследований (группы пластов BC_{10}^2);
2. Провести седиментологический и литолого-фациальный анализы, выявить связь между ФЕС пород и условиями их формирования;
3. Разработать теоретически обоснованную комплексную литолого-фациальную модель;
4. Выявить пространственное размещение литолого-фациальных зон на площади исследований и участки распространения пород с улучшенными коллекторскими свойствами.

Фактический материал и методы исследования

В последнее время в исследуемом районе проведен значительный объем геологоразведочных работ. Выделенные по материалам детальной сейсморазведки 2D и 3D на площади работ такие фациальные элементы, как бровка шельфа, граница выклинивания группы БС₁₀² и линии фациального замещения, позволяют предположить чешуйчатое или черепитчатое строение группы пластов БС₁₀². Основным недостатком 2D и 3D работ является отсутствие детального прослеживания в пространстве отдельных залежей.

Невыдержанность глубины водонефтяного контакта (ВНК) в пределах площади исследований и низкое качество геолого-геофизической информации в основном 80-90-ых годов прошлого века, также существенно затрудняют создание непротиворечивой геометрической модели залежи.

В процессе выполнения работ были собраны, обобщены и проанализированы результаты предыдущих исследований, касающиеся теоретических вопросов и проведенных непосредственно на площади исследований геологоразведочных и эксплуатационных работ.

При изучении керна использовался стандартный комплекс методов исследования. Автором проведено детальное описание 14 разрезов скважин по керну (более 300 п.м.). Выполнено фотографирование образцов с основными генетическими признаками (250 шт). Проанализированы комплекс каротажных диаграмм масштабов 1:200 и 1:500 (58 скважин), временные региональные и детальные сейсмические разрезы (12 шт), структурные карты, карты общих и эффективных толщин для площади работ и прилегающих участков (6 шт). Привлечены и проинтерпретированы данные лабораторных анализов: гранулометрического (Микротрек, 400), определения карбонатности (300), описания шлифов (150), определения ФЕС (800), рентгеноструктурного анализа (100).

Основные защищаемые положения

1. В пределах северной части Сургутского свода отложения пластов группы БС₁₀² сформировались в обстановках мелководно-морского, прибрежно-морского и прибрежно-континентального комплексов, и в обстановках преимущественно подводной части дельты волнового типа крупной палеореки;

2. Пласты группы БС₁₀² чешуйчато (черепицеобразно) перекрывают друг друга с востока на запад, с чередованием линзовидных тел песчаников и покровных тел глинистых алевролитов, с резко различными коллекторскими свойствами;

3. Ритмичность выдвигания дельты обусловлена периодами ингрессий с образованием оползней, разрушения и переотложения осадков верхнего и нижнего пляжа за счет усиления активности волновой гидродинамики;

4. В верхней части пластов группы БС₁₀² выделяются наиболее отсортированные средне-мелкозернистые песчаники вдольбереговых

барьерных образований (валов, баров и островов), сформировавшиеся в начальную фазу развития субрегиональной чеускинской трансгрессии.

Научная новизна. Личный вклад автора

Впервые для площади работ сделан вывод о контроле нефтегазоносности залежей фациальными обстановками, свойственными стадиям развития дельты волнового типа. Установлено, что в пластах группы БС₁₀² большая часть осадков накапливалась в процессе ритмичного выдвижения дельты в завершение субрегионального *савуйского (покачевского) клиноциклита*. Маломощные песчаные отложения верхней части пластов группы БС₁₀² слагают вдольбереговые барьерные бары, сформировавшиеся в результате разрушения и переотложения дельтовых осадков в начальную стадию «чеускинской» трансгрессии, и относятся к базальной части субрегионального *чеускинского клиноциклита*.

Установлено, что пласты изолированы друг от друга глинистыми пачками, сформированными во время ингрессий моря.

Выявлена литологическая неоднородность пород и построена седиментологическая модель, отражающая циклическое строение пластов БС₁₀².

Предложенная седиментологическая модель объясняет пространственную неоднородность ФЕС продуктивных объектов группы пластов БС₁₀².

Практическая значимость работы

В результате проведенных исследований определены наиболее перспективные зоны развития коллекторов с наилучшими ФЕС, рекомендованные ТПП «Когалымнефтегаз» для проведения первоочередных геологоразведочных работ с целью выявления ловушек углеводородов неантиклинального типа.

Результаты исследований использованы при выборе основных направлений и планировании геологоразведочных работ на нефть (ТПП «Когалымнефтегаз», 2006-2007), при разработке геолого-геофизической модели строения группы пластов БС₁₀² для подсчета запасов в пределах площади исследований (ООО «КогалымНИПИнефть», 2006-2008).

Предложенная модель может быть использована при изучении осадочных терригенных комплексов широкого стратиграфического интервала, имеющих аналогичное строение и сформированных в сходных условиях, а именно, в дельтах волнового типа на фоне лавинной седиментации и эвстатических колебаний уровня моря.

Публикации и апробации

Результаты исследований докладывались на IX и X научно-практических конференциях «Пути реализации нефтегазового потенциала ХМАО» (г. Ханты-Мансийск, 2005, 2006), на II международной научно-практической конференции «Интенсификация добычи нефти» (ТПУ – HERIOT-WATT, г. Томск, 2006), на II научно-практической конференции

«Проблемы нефтегазового комплекса Западной Сибири и пути повышения его эффективности» (ООО «КогалымНИПИнефть», г. Когалым, 2006). Основные положения и отдельные разделы выполненной работы обсуждались на защите промежуточных отчетов на заседаниях НТС ТПП «Когалымнефтегаз» и ООО «КогалымНИПИнефть», на научно-практических семинарах кафедры петрографии ТГУ (Томск, 2004-2006). По результатам исследований опубликованы 3 печатные работы, в том числе 1 в рецензируемом издании; 5 готовится в печать, в том числе 1 в рецензируемое издание.

Материалы исследований и основные методические приемы изучения отложений изложены в двух научно-исследовательских отчетах ООО «КогалымНИПИнефть» по заказу ТПП «Когалымнефтегаз» ОАО «Лукойл-ЗС».

Объем и структура работы

Диссертация содержит 193 страниц машинописного текста, в том числе 45 рисунков и 1 таблицу. Состоит из введения, 5 глав и заключения. Список литературы включает 152 наименования.

Диссертационная работа выполнена на кафедре петрографии геолого-географического факультета Томского государственного университета. Автор выражает глубокую благодарность научному руководителю доктору геолого-минералогических наук, профессору А.И. Чернышову за внимание, обоснованные замечания и ценные советы.

Автор благодарен за консультации и методическую помощь специалистам ТПП «Когалымнефтегаз», ООО «КогалымНИПИнефть», Томского государственного университета, Томского политехнического университета: К.Г. Скачеку, А.А. Потрясову, В.Г. Евсюкову, Р.И. Гординой, И.А. Вылчану, О.В. Бетхер, А.В. Ежовой, Л.А. Краснощековой, Т.Е. Мартыновой. Автор искренне признателен своим коллегам, совместно с которыми проводились исследования, нашедшие отражение в диссертации: Д.А. Олькову, И.В. Суполкиной, О.В. Хориной.

Глава 1. МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

1.1. Расчленение и корреляция разрезов, принципы выделения циклитов и индексации пластов

Для расчленения и корреляции разреза использовался стандартный комплекс ГИС-методов, системный анализ породно-слоевых ассоциаций в комплексе с фашиально-циклическим, петрографо-минералогическим и биостратиграфическим методами. Реперами 1 категории являются толща аргиллитов баженовской свиты, отложения георгиевской свиты верхней юры и глинистые отложения кошайской пачки алымской свиты нижнего мела. Реперы 2 категории – аргиллиты чеускинской субрегиональной пачки,

залегающие на отложениях горизонта БС₁₀, и глинистые породы покачевской пачки, перекрывающие отложения горизонта БС₁₁.

Теоретической основой выделения циклитов послужили разработки новосибирских геологов (Карогодин и др.). Циклит – это относительно непрерывная во времени формирования последовательность слоев (или их групп), ограниченная в кровле и подошве несогласиями или коррелятивными им согласными поверхностями (Трофимук, Карогодин, 1976). Для каждого типа циклитов использованы простые модели-символы – треугольники и их простые комбинации. Использовались элементарные циклиты размером от 10-20 до 60-70 см (реже 3-6 см), ритмично повторяющиеся в разрезе и образующие пачки (локальные и сублокальные циклиты) иногда мощностью до 6-8 м.

Индексация пластов производилась сверху вниз: БС₁₀²⁻¹, БС₁₀²⁻² и т.д.

1.2. Литологические методы

Литологические методы включали макроскопическое описание разрезов по керну скважин с учетом материалов ГИС и лабораторных анализов согласно «Общему руководству по документации керна в ОИКиПФ ООО «КогалымНИПИнефть» (Кудаманов, 2004) и минералогическое петрографическое изучение прозрачных шлифов.

1.3. Лабораторные (инструментальные) аналитические исследования

Лабораторные исследования на инструментальной и приборной основе включали гранулометрический анализ (Микротрек, с интервалом 15-30 см), растровую электронную микроскопию, определение карбонатности пород, рентгеноструктурный анализ и определение ФЕС (4-5 образцов на 1 м).

1.4. Палеотектонический анализ

Производился анализ мощности осадков, выявленных перерывов и несогласий, структурных изменений, с учетом стратиграфического разреза и региональных особенностей фациально-палеогеографических условий осадконакопления.

1.5. Сейсморазведочные работы 3D для фациального анализа

Проводился сейсмофациальный анализ геометрической формы (конфигурации) отражений и других сейсмических параметров в рамках корреляционной основы, построенной по выделенным сейсмическим комплексам. Представлен прогноз литологического состава по результатам интерпретации группы параметров (конфигурация отражений, амплитуд, степени непрерывности, частоты), отражающих обстановку и энергетический потенциал среды осадконакопления, а также параметров, непосредственно характеризующих определенные физические свойства изучаемых пород, например интервальной скорости.

1.6. Литолого-фациальный анализ на основе комплекса геофизических материалов, керновых и лабораторных данных

Литолого-фациальный анализ включал комплексное использование результатов литологических методов (особенно анализ Микротрек и текстурный анализ) и электрометрических данных (диаграммы ПС, КС, ИК и др.), проводился с использованием всех материалов, полученных на предыдущих этапах исследований.

1.7. Прогноз размещения коллекторов

Для выделения зон размещения пород с улучшенными ФЭС литолого-фациальные карты совмещались с картами коллекторов, построенными по методике В.С. Муромцева (1984). Карта размещения типов коллекторов пласта сопоставлялась со структурной картой, построенной по его кровле. Учитывая абсолютные отметки положения ВНК, оконтуривалась продуктивная площадь и расположение структурно-литологических и литологических ловушек на территории исследования.

Глава 2. ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ РАЙНА РАБОТ

2.1. Обзор результатов предыдущих исследований. Краткая история развития представлений о строении неокома

Формирование продуктивного комплекса неокома до сих пор служит предметом разногласий геологов, придерживающихся различных представлений. Выделяются две основные группы: сторонники горизонтально-слоистого и сторонники косослоистого (клиноформного) строения неокома.

Модель горизонтально-слоистого строения была принята на начальном этапе геологоразведочных работ и отстаивается определенной группой геологов до настоящего времени. Но уже в 60-ых годах XX в. было установлено возрастное смещение границы отложений баженовской и тарской свит в северо-западном направлении (Гурари, 1962; Трушкова, 1969).

Во второй половине 70-ых годов А.Л. Наумовым и др. была предложена региональная косослоистая модель мегионской свиты. Материалы сейсморазведочных работ методом ОГТ, проводимых в Западной Сибири, начиная с 80-ых годов, также свидетельствуют о косослоистом, клиноформном строении неокома, сформировавшегося в условиях лавинного, ритмичного бокового заполнения глубоководного морского бассейна.

В разрезе неокома Западной Сибири выделяется до 30 клиноформ с собственными названиями (А.А. Нежданов, Ю.Н. Карогодин и др.). Отложения каждой клиноформы, накапливаясь в течение трансгрессивно-регрессивного цикла, слагают тело определенного циклита (клиноциклита). В строении клиноформы выделяют покровную (ундаформную, шельфовую),

проксимальную (склоновую, собственно клиноформную) и дистальную (фондоформную) части (Павлова, 1993). Численные эксперименты с целью выявления факторов, определяющих форму седиментационных тел бокового наращивания, подтвердили клиноформную модель неокома и выявили возможность локального прогноза нефтеносности (Кулагин, 1994).

2.2. Стратиграфия

Доюрские образования. Представлены вулканогенно-обломочными и вулканогенно-осадочными породами кислого и андезитового состава, участками глинистыми сланцы, известняками и терригенными породами. Породы испытали активное воздействие метаморфических и гидротермально-метасоматических процессов. На границе юрских и палеозойских пород фиксируется кора выветривания. К кровле доюрского комплекса приурочен отражающий горизонт «А».

Юрская система (до 500 м). Отложения юры залегают с угловым стратиграфическим несогласием на породах коры выветривания и представлены тремя отделами. Отложения нижнего и среднего отделов сложены терригенными породами горелой свиты и континентальными осадками тюменской свиты (в кровле отражающий горизонт «Г»). Верхний отдел представлен породами прибрежно-морского и морского происхождения васюганской, георгиевской и баженовской свит (в кровле отражающий горизонт «Б»).

Меловая система (до 2100 м). Отложения меловой системы на рассматриваемой территории развиты повсеместно, представлены в полном объеме, и разделяются на два отдела. Нижний отдел (неоком) представлен сортымской, усть-балыкской (в кровле отражающий горизонт «Н»), сангопайской, алымской свитами и нижней частью покурской свиты. Верхний отдел – верхней частью покурской свиты, кузнецовской (в подошве отражающий горизонт «Г»), березовской (в кровле отражающий горизонт «С») свитами и нижней частью ганькинской свиты.

Объект исследований выделяется в разрезе *сортымской свиты*. В нижней части сортымской свиты на битуминозных аргиллитах баженовской свиты (нормальный разрез) залегают пачка («подачимовская», около 10 м) почти черных, слабо известковистых, прослоями битуминозных, аргиллитов. Выше залегают толща («ачимовская», до 220 м) переслаивания мелкозернистых, слюдистых, иногда карбонатных песчаников, алевролитов и аргиллитов. Ачимовская толща на площади исследований характеризуется резкой литологической изменчивостью вплоть до полной глинизации; содержит ряд песчано-алевритовых пластов участками нефтенасыщенных.

Верхняя часть *сортымской свиты* (до 180 м) сложена алевритистыми аргиллитами, с маломощными продуктивными пластами горизонтов БС₁₁ и БС₁₀, разделенными савуйской (покачевской) глинистой пачкой (до 40 м). Группа БС₁₀² включает пласты БС₁₀²⁻⁵, БС₁₀²⁻⁴, БС₁₀²⁻³, БС₁₀^{2-2a}, БС₁₀^{2-2б}, БС₁₀²⁻¹,

вмещающие самостоятельные залежи нефти. В разрезах единичных скважин пласт БС₁₁ также продуктивен.

В кровле сортымской свиты залегает *чеускинская пачка* (10-20 м), сложенная черными, слабо алевритистыми аргиллитами, с редкими органическими остатками. Возраст сортымской свиты на основании находок аммонитов, пелелипод и фораминифер определен как берриас-валанжинский. Общая мощность свиты 370-400 м.

Палеогеновая система (до 680 м). Представлена морскими осадками палеоцена и эоцена, континентальной толщей олигоцена и включает в себя талицкую, люлинворскую, чеганскую, атлымскую, новомихайловскую и журавскую свиты.

Четвертичная система (до 80 м). Отложения четвертичной системы несогласно залегают на отложениях журавской свиты и сложены осадками аллювиальных, озерно-аллювиальных, ледниковых, флювиогляциальных фаций и современных отложений. Представлены чередованием песка, алеврита, супеси, суглинка, глины и торфа.

2.3. Тектоническое строение и краткая история развития

Согласно тектонической карте центральной части Западно-Сибирской плиты, составленной под редакцией В.И.Шпильмана, Н.И.Змановского, Л.Л.Подсосовой (1998г.), северный склон Сургутского свода, погружающийся в сторону Северо-Сургутской мегатеррасы и Леклорского прогиба, осложнен структурами II порядка – Когалымской вершиной, Конитлорской террасой и Имилорским прогибом. Современная поверхность доюрского комплекса представляет собой серию блоков, погружающихся в северо-восточном направлении в сторону Имилорского прогиба и в северо-западном направлении в сторону Леклорского прогиба. В осадочном чехле эти блоки в плане совпадают с такими крупными антиклинальными структурами, как Мало-Кочевская, Северо-Кочевская и Западно-Кочевская.

Исследуемый район приурочен к области позднегерцинской складчатости, затронувшей отложения нижнего и среднего палеозоя. Позднее, в результате временной консолидации происходило спаивание разновозрастных, крупных и мелких массивов. К началу мезозойской эры здесь существовали горные системы с сильно расчлененным рельефом, интенсивно пенеценизированные. В триасе начинается прогибание территории Западной Сибири, образование блоковой структуры и активизация вулканизма. В истории западно-сибирской плиты триас является промежуточным периодом – от геосинклиального к платформенному.

В доюрском комплексе территории исследования выделяют два структурно-тектонических этажа. Нижний этаж представлен палеозойскими метаморфизованными породами; верхний этаж – триасовыми породами вулканогенной и вулканогенно-осадочной формаций. Палеозойский комплекс

разбит на три крупных блока: западный, восточный и центральный, погруженный относительно соседних блоков в виде крупного грабена шириной около 15 км, испытавшего боковое заполнение на протяжении длительного периода вулканогенно-осадочными образованиями. К началу юрского периода на месте грабена образовалась крупная валообразная зона.

На протяжении всего мезо-кайнозойского времени блоки фундамента проявляли различную активность, что отразилось на развитии структурных элементов и на условиях осадконакопления. Анализ тектонических карт для разных горизонтов выявляет прямую зависимость структур осадочного чехла от блоковой структуры доюрского комплекса. В целом степень расчлененности и амплитуда структур снизу вверх постепенно уменьшаются.

Берриас-валанжинские отложения нижнего мела, ограниченные в кровле отражающим горизонтом BC_{10} , а в подошве – отражающим горизонтом Б, имеют ярко выраженное клиноформное строение. Комплекс фиксируется несогласием типа кровельного и подошвенного прилегания. Песчаные линзы берриас-валанжинского возраста классифицируются по их приуроченности к трем основным зонам развития глубоководных бассейнов: глубоководной части, склону шельфа и самого шельфа, которые хорошо идентифицируются на временных разрезах. Глубоководные и склоновые отложения слагают ачимовскую толщу, а шельфовые – пласты групп BC_{11} и BC_{10}^2 . Мощности отложений сортымской свиты в северо-западном направлении сокращаются. В пределах площади исследований песчано-алевритовые пласты группы BC_{10}^2 формировались в условиях мелководного моря, преимущественно, в период регрессивного цикла осадконакопления.

В раннепалеогеновое время тектоническая активность территории возобновилась. В результате резкого воздымания, совпадающего по времени с завершающей фазой альпийской складчатости, территория Западной Сибири вышла из-под уровня моря. Произошло формирование современных структурных планов.

2.4. Нефтегазоносность

В северной части Сургутского нефтегазоносного района этаж нефтеносности составляет 1000-1300 м (от средней юры по нижний мел включительно). Залежи нефти, выявленные в пластах горизонта ЮС₁ васюганской свиты, в ачимовской толще, в горизонтах BC_{11} и BC_{10} сортымской свиты относятся к структурно-литологическому типу, редко – к структурному или литологическому типам.

Коллекторы месторождений нефти на площади исследований сложены мелкозернистыми и среднезернистыми, полимиктовыми песчаниками; покрывками служат пакки глинистых алевритов. Разработка залежей неокома, в основном пластов группы BC_{10}^2 , в настоящее время обеспечивает более 90 % добычи нефти в районе. По величине запасов 50 % залежей относятся к средним и крупным; 45 % залежей относится к

малодобитным, порядка 40 % – к среднедобитным, остальные – к высокодобитным.

Наиболее сложные для разработки залежи ачимовских пластов находятся в стадии опытно-промышленной эксплуатации единичными скважинами. Коллекторы толщи часто выклиниваются; низкая продуктивность обусловлена низкими ФЕС коллекторов.

Верхнеюрский НГК на Сургутском своде, развитый повсеместно и продуктивный на большинстве месторождений (низкодобитные и среднедобитные залежи нефти), характеризуется высокой степенью неоднородности ФЕС по площади и по разрезу. Так, в пределах ограниченных участков рядом со скважинами, устойчиво работающими с дебитом 15-20 т/сут и выше, соседние скважины фактически не дают нефти.

Глава 3. СТРОЕНИЕ И ТИПИЗАЦИЯ РАЗРЕЗОВ ОТЛОЖЕНИЙ ГРУППЫ ПЛАСТОВ БС₁₀²

3.1. Расчленение и корреляция разрезов. Местоположение группы пластов БС₁₀² в составе нижнемеловых отложений

На территории Сургутского свода горизонт БС₁₀ и пачка чеускиных аргиллитов располагаются в кровле сортымской свиты валанжинского яруса нижнего мела (К_{1v}). Согласно Принципиальной модели строения неокома Северного Приобья Западной Сибири (Карогодин и др., 2000), горизонт БС₁₀ относится к савуйскому (покачевскому) субрегиональному клиноциклиту (КЦ). Его трансгрессивная (савуйская) глинистая пачка (15-40 м) является покрывкой для горизонта БС₁₁. Мощность субклиноформной части савуйского КЦ достигает 400 м. Перекрывается савуйский КЦ субрегиональной чеускинской пачкой, залегающей в основании следующего чеускинского КЦ, содержащего пласты БС₈₋₉.

Пласты группы БС₁₀² отражают фазу максимальной регрессии в завершение савуйского КЦ. Слабо выраженные прерывистые пласты БС₁₀⁰ и БС₁₀¹, залегающие выше, относятся к базальной, трансгрессивной части чеускинского КЦ. Группа пластов БС₁₀², таким образом, фактически занимает положение горизонта БС₁₀ в целом.

Отложения пластов БС₁₀², вскрытые 58 поисково-разведочными и эксплуатационными скважинами, на диаграммах каротажа характеризуются повышенными значениями БК, НКТ и пониженными значениями ПС и ГК. Чеускинская пачка аргиллитов в пределах площади работ является хорошим репером, способствующим уверенному прослеживанию группы пластов БС₁₀² по ГИС, и на каротажных диаграммах характеризуется понижением электрического сопротивления и повышенной радиоактивностью.

На площади исследований по данным сейсмоки 3D выделено шесть пластов (линз) с индексами сверху вниз: БС₁₀²⁻¹, БС₁₀²⁻²⁶, БС₁₀^{2-2a}, БС₁₀²⁻³,

БС₁₀²⁻⁴, БС₁₀²⁻⁵, чешуйчато налегающих друг на друга с востока на запад и соответствующих субзональным прорециклитам (Карогодин, 1996). Порядок индексации допускает выделение новых, подстилающих линз по мере продолжения исследований в восточном направлении.

3.2. Типы разрезов пластов группы БС₁₀²

Признаки и методы распознавания осадков различного происхождения подробно описаны в многочисленных публикациях (Ботвинкина, Алексеев, Вассоевич, Вылцан, Муромцев, Ежова, Рэйнек и Сингх, Рединг, Лидер, Эллиотт и др.). Применение данных методик для площади исследований позволяет выделить фациальные зоны переходных и морских режимов осадкообразования, соответствующие вдольбереговым гидродинамическим зонам, отражающим береговой профиль, известный как затопляемая зона пляжа (Рединг, 1990).

3.2.1. Фации дальней зоны (ДЗ)

Отложения фаций ДЗ слагают субрегиональную чеускинскую глинистую пачку, развитую в пределах всей площади исследований, и являются литологическим экраном для пластов группы БС₁₀². Породы представлены темно-серыми аргиллитами и глинистыми алевролитами. Текстура горизонтальная, часто линзовидная слоистая за счет линзовидных прослоев (обычно 1-2 см) алевролитов с пологоволнистой слойчатой текстурой. Характерны мелкие следы биотурбации (хондриты). В подошвенной части чеускинской пачки отмечаются пиритизированные остатки растений, отпечатки обугленных растительных остатков, чешуи рыб, онихиты и фрагменты мелких, тонкостенных раковин двустворчатых моллюсков. На плоскостях наложения отмечается обогащение углисто-слюдистым материалом. В шлифах цемент (до 60-65 %) представлен агрегатами тонкочешуйчатых гидрослюд. Содержание кварца 10-15 %; полевых шпатов 15-20 %; обломков пород до 2 % (кварциты); слюд до 3 %. Растительный детрит (РД, до 2-4 %) в виде удлинённых, нитевидных фюзенизированных обрывков. Отмечается аутигенный пирит. Проницаемость $(0,01-0,02) \times 10^{-3} \text{ мкм}^2$.

Палеогидродинамическая активность среды седиментации соответствует низшему, пятому уровню ($\alpha_{\text{ПС}} = 0,0-0,2$) (Муромцев, 1984).

3.2.2. Фации переходной зоны (ПЗ)

Отложения фаций ПЗ представлены темно-серыми мелкозернистыми алевролитами глинистыми. Текстура слоистая горизонтальная за счет тонких прослоев (до 1-2 см) светло-серых алевролитов, часто деформационная за счет пластической деформации и биотурбации. Отмечаются штормовые слои (от 0,1-0,2 до 1,3 м) светло-серых, мелкозернистых песчаников, реже

крупнозернистых алевролитов, с горизонтальной или косой слоистой текстурой.

В алевролитах сортировка средняя и плохая ($S_o=2,3-4,5$). До 5-10 % составляют слюды. До 2-3 % РД; проницаемость $(0,01-0,30)\times 10^{-3}\text{мкм}^2$; пористость насыщения – 2-17 %. Коэффициент сортировки штормовых песчаников – 1,4-2,4; до 1 % составляют слюды; отмечаются единичные знаки РД в виде обрывков; проницаемость колеблется от $(0,02-0,59)$ до $(105-490)\times 10^{-3}\text{мкм}^2$; пористость насыщения – 16-21 %.

Палеогидродинамическая активность среды седиментации соответствует четвертому уровню ($\acute{\alpha}\text{ПС} = 0,2-0,4$). Динамика штормов – третьему, редко второму уровню гидродинамической активности ($\acute{\alpha}\text{ПС} = 0,4-0,6$, редко до 0,8).

3.2.3. Фации предфронтальной зоны пляжа (ПФЗП)

Фации *нижней части* ПФЗП представлена переслаиванием аргиллитов, алевролитов сильно глинистых, алевролитов песчаных и песчаников буроватых. Текстура линзовидная за счет линзовидных прослоев (1-3 см), часто деформационная за счет следов биотурбации илюедами. Внутренняя текстура в прослоях косая, пологоволнистая слоистая.

В шлифе аргиллиты алевроитовые, с микрослоистой текстурой за счет ориентировки линз гидрослюдистого состава. РД (до 1 %) в виде мелких фюзенизированных обрывков. Коэффициент сортировки – 4,5. Проницаемость не превышает $(0,01)\times 10^{-3}\text{мкм}^2$; пористость по гелию – 5,7 %.

Песчаники буровато-серые, мелкозернистые, со слабо выраженной, горизонтальной слоистой текстурой. Участками отмечаются крупные обломки обугленных растительных остатков (ОРО), редкие обломки раковинного детрита и морских лилий, обильная примесь интракластов глинистых алевролитов со следами пластической деформации, следы интенсивной биотурбации. Содержание слюд от единичных знаков до 2 %. Коэффициент сортировки песчаников и алевролитов светло-серых – от 1,4 до 2,2. Проницаемость колеблется от 0,01 до 184,92, обычно 6,0-9,0 ($\times 10^{-3}\text{мкм}^2$). Пористость насыщения 12-19 %.

Характерные для отложений нижней части ПФЗП относительно высокая сортировка осадков, низкое содержание слюд и РД, пологоволнистая линзовидная текстура, детрит раковин и морских лилий, частые следы биотурбации свидетельствуют о мелководной обстановке с умеренным, временами интенсивным (штормовым) гидродинамическим режимом.

Режим среды седиментации отвечает третьему уровню активности ($\acute{\alpha}\text{ПС} = 0,4-0,6$).

Фации *верхней части* ПФЗП представлены светло-серыми, мелкозернистыми песчаниками со слабой примесью РД и слюд, редко со стяжениями пирита. Текстура пород массивная, участками слабо выраженная волнистая слоистая или со следами крупной ряби волнения, с редкими

следами пескожилов. Отмечаются прослой (до 60 см) серых, глинистых алевролитов с текстурой оползания и следами биотурбации; редко встречаются прослой (3-5 см) седиментационных брекчий. Участками отмечается примесь глауконита, раковины двустворчатых моллюсков. Преобладает коэффициент сортировки 2,0. Проницаемость обычно составляет $(100-400) \times 10^{-3} \text{ мкм}^2$, снижаясь к западу до $(2,5-15,0) \times 10^{-3} \text{ мкм}^2$. Пористость 17-22 %.

Преобладание песчаных фракций, редкие следы биотурбации, частые пластические деформации, повышенная степень сортировки осадочного материала свидетельствуют об активной волновой обстановке. Режим среды седиментации в целом соответствует третьему и второму уровню гидродинамической активности ($\alpha_{\text{ПС}} = \text{от } 0,4 \text{ до } 0,8$).

3.2.4. Фации нижней зоны пляжа (НЗП)

Отложения фаций НЗП представлены мелкозернистыми песчаниками. Участками отмечаются прослой (до 15 см) мелкозернистых, глинистых алевролитов с разнонаправленной косой слойчатой текстурой, иногда с текстурами пластической деформации, с редкими прослоями (до 15 см) обогащения интракластами сильно глинистых алевролитов. Породы с примесью РД, слюд и редкими отпечатками раковин двустворчатых моллюсков. Текстура массивная, реже горизонтальная или косая слойчатая. Иногда слойчатость разнонаправленная. Отмечаются следы биотурбации. Содержание слюд – от 1 до 3, редко до 9 %. РД (иногда до 3 %) в виде пластинчатых витринизированных и фюзенизированных обрывков (длиной до 0,2-0,5 мм); редко наблюдается раковинный детрит. Коэффициент сортировки изменяется от 1,4 до 2,9, преобладая 1,5-2,2. Проницаемость (50-600), реже до $(990) \times 10^{-3} \text{ мкм}^2$. Пористость насыщения – 14-25 %.

Разнонаправленная косая слойчатость отражает приливно-отливные течения. Редкие прослой глинистых алевролитов указывают на обстановки забаровых лагун и условия низкой гидродинамической активности. Преимущественно песчаный разрез, редкие следы биотурбации, частые пластические деформации, высокая степень сортировки осадка свидетельствуют о высокой волновой активности. Режим среды седиментации отвечает второму уровню гидродинамической активности ($\alpha_{\text{ПС}} = 0,6-0,8$).

3.2.5. Фации верхней зоны пляжа (ВЗП)

Надприливная область ВЗП затопляется только во время штормов. От НЗП обычно отделяется низким уступом (бермой). Преобладают процессы заплеска, прибоя и обрушения, дополняемые вдольбереговыми течениями. На площади исследований отложения ВЗП выделяются в ее восточной части в пределах развития пластов $\text{BC}_{10}^{2,4}$ и $\text{BC}_{10}^{2,5}$.

Фации ВЗП представлены светло-серыми, неравномерно бурыми средне-мелкозернистыми песчаниками, участками (от 7-10 см до 2 м) карбонатными. Текстура слабо выраженная, горизонтальная или косая слойчатая. Редко текстура массивная. Отмечаются единичные плитчатые обломки угля мощностью до 8 мм, единичные отпечатки двустворчатых раковин.

Содержание слюд до 2-7 %. РД (участками до 3 %) в виде пластинчатых витринизированных обрывков длиной до 0,2-0,5 мм. Сортировка хорошая ($S_o=1,6-1,8$). Проницаемость (250-540), участками до $(806) \times 10^{-3} \text{ мкм}^2$. Пористость насыщения 18-22 %.

3.3. Модель строения пластов группы БС₁₀²

Пласты группы БС₁₀² (БС₁₀²⁻⁵, БС₁₀²⁻⁴, БС₁₀²⁻³, БС₁₀^{2-2a}, БС₁₀²⁻²⁶ и БС₁₀²⁻¹) представляют собой песчано-алевритовые линзы (осадочные комплексы, «сиквенсы»), перекрывающие друг друга в западном направлении по схеме кровельного прилегания. В результате комплексного исследования керна и материалов ГИС установлено сходное строение выделенных пластов. С востока на запад, по мере омоложения осадков, отмечается постепенное уменьшение эффективной мощности пластов от 25-30 до 8-18 метров. Ниже приводится сводное описание разреза снизу вверх, отражающее общие закономерности строения каждого пласта.

Пачка I (редко более 10 метров) – алевролиты темно-серые мелкозернистые глинистые слабо песчаные редко с прослоями (иногда до 1,3 м) штормовых песчаников. Часто со следами пластической деформации, реже слабо биотурбированные. ПЗ с эпизодами штормов.

Пачка II (до 15-20 м) – светло-серые, зеленоватые мелкозернистые и среднезернистые алевритистые неравномерно глинистые песчаники, в верхней части прослоями карбонатные, с рассеянной примесью РД и слюд, редко со стяжениями пирита. Текстура массивная, участками горизонтальная, реже косая волнистая слойчатая. Редко отмечаются прослои (до 3-5 см) седиментационных брекчий с обилием включений алевролитов сильно глинистых, редкие раковины двустворчатых моллюсков. В нижней части пачки – прослои (до 0,6 м) алевролитов глинистых, с текстурой оползания. Обстановка ПФЗП.

Пачка III (до 20-25 м) – светло-серые мелкозернистые алевритовые слабо глинистые песчаники; в верхней части участками карбонатные, в нижней части – с прослоями обогащения интракластами сильно глинистых алевролитов. Породы с рассеянной примесью РД и слюд, в нижней части – с РД крупного размера. Текстура массивная, участками косая или волнистая слойчатая. Слойчатость однонаправленная, реже разнонаправленная. В средней и нижней части пачки – интервалы (20-30 см, до 1,08 м) чередования прослоев аргиллитов, алевролитов и песчаников, часто со следами

биотурбации и пластической деформации. НЗП с приливно-отливными протоками.

Пачка IV (до 3 м), в нижней части представлена алевролитами темно-серыми, мелкозернистыми, глинистыми, со следами пластической деформации, с примесью слюд, редко – РД мелкого размера (нижняя часть ПФЗП). В средней части – серые мелкозернистые песчаники с косой, часто разнонаправленной слоистостью, участками со следами пескожилов (верхняя часть ПФЗП+НЗП). В верхней части – серые крупнозернистые неравномерно песчаные и глинистые алевролиты с прослоями песчаников, с горизонтальной слоистостью, часто нарушенной оползнями, реже биотурбацией. Породы с рассеянной примесью РД и слюд. Подошвенная часть вышележащего пласта. Условия НЗП.

Пачка V (10-11 м) – песчаники светло-серые, мелкозернистые, реже среднезернистые, алевритовые, прослоями (10-35 см) карбонатные, с интракластами глинистых алевролитов. Слоистость обычно косая однонаправленная, реже разнонаправленная или волнистая. Редко текстура массивная. Отмечаются прослои (20-40 см) алевролитов серых, крупно-мелкозернистых, глинистых и песчаных, линзовидных со следами оползания, реже биотурбации. НЗП с приливно-отливными протоками.

Пачка VI (до 3,5 м) – темно-серые мелкозернистые глинистые, слабо песчаные алевролиты прерывистого распространения. Текстура массивная. В верхней части горизонтальная слоистость нарушенная ходами илюедов и взмучиванием. Часто отмечаются интракласты светло-серых алевролитов со следами биотурбации и пластической деформации. Лагунные обстановки ВЗП.

Пачка VII (до 7 м), невыдержанная по площади, сложена светло-серыми, бурыми средне-мелкозернистыми алевритистыми песчаниками. В средней части песчаники карбонатные (до 2 м). Слоистость горизонтальная и косая однонаправленная. Редко текстура массивная. Отмечаются редкие мелкие обломки угля (?). В карбонатных песчаниках – единичная находка двустворчатой раковины. Обстановки НЗП и ВЗП.

Пачка VIII (до 0,5 м) отмечается в разрезах всех скважин. В нижней части пачки – плохо сортированные серые мелкозернистые алевритовые, глинистые неравномерно карбонатные песчаники. В верхней части – серые крупнозернистые, песчаные и глинистые алевролиты. Текстура биотурбации. Пограничная обстановка между ПФЗП и ПЗ.

Чеускинская пачка IX в приподошвенной части представлена темно-серыми аргиллитами с прослоями (1-2 см) светло-серых мелкозернистых, глинистых, часто карбонатных алевролитов. Слоистость горизонтальная, линзовидная, нарушенная мелкими следами биотурбации. Отмечаются пиритизированные остатки растений. ПЗ и ДЗ.

Глава 4. УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОДУКТИВНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ГРУППЫ ПЛАСТОВ БС₁₀²

Наклонно-слоистое строение неокома отражает заполнение глубоководного до 400 м (Брадучан и др., 1986) морского бассейна в регрессивный этап крупного седиментационного цикла путем бокового наращивания осадков с востока на запад в обстановке лавинной седиментации. Граничными значениями выделения областей *лавинной седиментации* ЛС (Лисицин, 1982) являются скорости осадконакопления более 100 Б (1 бубнов = 1 мм/1000 лет или 1 м/млн. лет). Выделено три уровня ЛС (Лисицин, 1988): 1 – устья рек (50-70 % отложившегося материала взвешенного речного стока на площади 2% поверхности Земли); 2 – основание континентального (материкового) склона (20-40 %); 3 – глубоководные впадины (7-8 % стока). В современных дельтах, занимающих 2% поверхности Земли, осаждается более 50 % осадочного вещества. В целом, общая площадь водосбора равняется $88,6 \times 10^6$ кв. км, а взвешенный сток всех рек составляет $13\ 505 \times 10^6$ т/год (Алексеев, 2001).

4.1. Условия формирования отложений группы пластов БС₁₀²

Автор, согласно с представлениями ряда исследователей (Н.Х. Кулахметов, А.Г. Мухер, Г.П. Мясникова, Г.И. Плавник, Л.Г. Судат, В.И. Шпильман, Г.С. Ясович, Ю.Н. Карогодин, В.А. Казаненков и др.), считает клиноформы дельтовыми образованиями при активном участии бассейновых процессов распределяющих и перераспределяющих осадки. Большая протяженность, на которую пляжи наступали в сторону бассейна, указывает на то, что они являлись частью дельты с преобладанием ветрового (волнового) режима, так как маловероятно, чтобы такая степень наступления была достигнута без непосредственного речного привноса осадка (Рединг, 1990).

Результаты, полученные автором в процессе исследований, подтверждают данные предшественников, согласно которым разрезы дельтовых отложений неокома центральной части Западной Сибири характеризуются повышенной общей мощностью, разнообразными литолого-фациальными комплексами, обилием РД и слюд, ходов илоедов и пескожилов. При построении карт эффективных толщин по серии песчаных пластов в пределах Среднего Приобья выделяется ряд крупных палеodelт (Плавника и др., 1988). Осевая линия одной из дельт в центральной части Нижневартовского и Сургутского сводов проходит через Соснинскую, Советскую, Саянскую, Нивагальскую, Федоровскую, Кочевскую, Северо-Кочевскую, Тевлинско-Русскинскую и Северо-Конитлорскую площади.

С учетом схемы Г.И. Плавника с соавторами (1988) и эффекта «лавинной седиментации» первого уровня накопление отложений пластов группы БС₁₀² происходило во фронтальной, преимущественно подводной,

части наступающей с юго-востока дельты волнового типа крупной палеореки, с преобладающим режимом взаимодействия приливно-отливных и волновых процессов. На основании выделенного ряда фациальных обстановок была построена карта размещения фациальных зон на время завершения формирования группы пластов BC_{10}^2 , по подошве чеускинской пачки. Фациальные зоны ориентированы субмеридионально и отражают простираание береговой линии.

Наиболее мелководные осадки, распространенные в восточной и юго-восточной части площади, представлены комплексом песчаных отложений ВЗП. Выделенная в центральной части узкая субширотная зона неравномерного распространения отложений ВЗП являлась приливно-отливным каналом, соединяющим море и лагуну, расположенную восточнее площади исследований.

Западнее ВЗП сменяется мелкозернистыми песками НЗП. Ширина НЗП (4-8 км) и высота прилива (на современных побережьях 4-6 м) отражают наклон поверхности НЗП 1,0-1,5 м на 1 км, что соответствует углу наклона большинства сейсмических горизонтов 1-3 м на 1 км, или менее $0,2^\circ$ (Карогодин и др., 1996).

Поверхность ПФЗП (шириной 10-11 км), расположенной к западу от НЗП, при глубине штормового воздействия 35-36 м (Рединг, 1990) имеет уклон около 3 м на 1 км, что также близко к наклону большинства отражающих горизонтов.

Дельтовые отложения в виде удлиненного, вытянутого в меридиональном направлении лопастного тела, образованы рядом разновозрастных линзовидных пластов (осадочных комплексов) в западном направлении последовательно налегающих друг на друга. В том же направлении общие и эффективные мощности пластов уменьшаются (глинизация разреза).

Разделение пластов вызвано кратковременными этапами ингрессии с переработкой верхней части накопленных отложений волновыми и штормовыми процессами и формированием маломощных глинистых пачек, залегающих в основании каждого пласта (комплекса). При этом выдвигание моря в сторону суши могло достигать 30-50 км.

Общие закономерности, описанные в литературе (Онищук, 1972; Наумов, 1977; Нежданов, 1992; Карогодин, 1996 и др.) для крупных клиноформ и прослеженные автором для пластов группы BC_{10}^2 , указывают на существование в неокоме разномасштабных ритмичных колебаний уровня моря. Аналогичные следы колебаний уровня моря описаны в меловой формации Сан-Мигель в Техасе (Рединг, 1990).

Режим лавинной седиментации неизбежно приводит к накоплению в мелководной зоне критической массы осадков, глинистая часть которых, вследствие быстрого захоронения, находится в состоянии недоуплотнения. На сейсмопрофилях метода ОГТ достаточно отчетливо фиксируются

наклонные (иногда до 5°), отражающие границы (Карогодин и др., 1996), формирующие «по вертикали вкрест простирания серию «чешуйчато» сменяющих друг друга границ протяженностью от 2-5 до 25 км» (Кулахметов и др., 1983). Согласно современным представлениям угла наклона в $0,2-2,0^\circ$ на участках повышенного давления и недоуплотнения достаточно для образования оползней при усилении ударов волн во время штормов (Рединг, 1990). Часто наблюдаемые на площади работ текстуры пластической деформации могут указывать на широкое развитие оползневых процессов.

Отражающие границы с наклоном до 5° могут быть поверхностями локальных деформаций типа оползней вращения, возникающих при усилении волновой и штормовой активности в начальную фазу ингрессии. ВЗП в течение шторма интенсивно эродирована, осадок выносится в сторону моря в область НЗП и в отдаленную зону пляжа, образуя штормовые слои (Рединг, 1990). Следовательно, по мере наступления моря накопления ВЗП разрушаются под действием штормов, при этом часть песчаных осадков, смещаясь возвратными волнами в более глубоководные части бассейна, накапливается на месте отрыва оползня во вдольбереговом желобе. Таким образом, может сформироваться вдольбереговое клиновидное песчаное тело, контролируемое в подошве поверхностью отрыва оползня, а в кровле – глинистыми осадками ПЗ и ДЗ.

Наиболее древний пласт BC_{10}^{2-5} , расположенный в восточной части площади работ, представлен отложениями всех выделенных фациальных обстановок. Скважиной 129 вскрыты отложения пласта BC_{10}^{2-5} и перекрывающего его пласта BC_{10}^{2-4} с разделяющей их глинистой пачкой (до 2-3 м).

Выявленные работами 3D отражающие границы в западном направлении быстро выполаживаются до регионального наклона (порядка $0,2^\circ$). В результате межскважинной корреляции глубина «подныривания» одного пласта под другой составляет 20-40 м в интервале 2-3 км. С учетом уплотнения глин при погружении за счет дегидратации (35-65 %, Селли, 1976) первоначальный угол наклона границы достигал $1,0-1,5^\circ$.

Оценка угла наклона отражающих горизонтов делает маловероятным их осадочное происхождение без участия конседиментационных процессов деформации. Установленная в результате исследований автором последовательность накопления осадков характеризуется несовпадением колебаний водной разгрузки и режима бассейна, отражающим чередование периодов фактически беспрепятственного выдвижения дельты и периодов переработки осадков бассейновыми процессами. Периоды накопления представлены в разрезе слабо сортированными осадками с высоким содержанием слюды и РД, находившимися в состоянии неустойчивого равновесия (VI-V, редко IV класс коллекторов). Отложения с улучшенной сортировкой с низким содержанием слюды и РД и повышенным – обломков пород отражают усиление бассейновых процессов, приводящих к нарушению

равновесия, пластическим деформациям, разрушению и перераспределению осадков (II-III класс коллекторов).

Разрушение дельты фиксирует момент окончания регрессивной фазы сауэйского и начало трансгрессивной фазы чеускинского клиноциклитов. Усиление волновых процессов привело к частичному разрушению и переотложению осадков дельты в виде вдольбереговых валов, баров и барьерных островов. К востоку от барьерных островов формировались лагуны, возможно, опресненного типа (редкие следы биотурбации).

Для ряда крупных современных систем барьерных островов в течение голоценовой трансгрессии отмечается миграция барьерных островов в сторону суши через континентальный шельф, для некоторых эта тенденция сохраняется и в настоящее время. Возможно, действует следующий механизм миграции: барьер остается на месте в процессе относительно быстрого поднятия уровня моря пока зона бурунов не достигает вершины барьера. Начиная с этой отметки, зона бурунов резко передвигается к внутреннему краю лагуны и барьер затапливается (Рединг, 1990). Зона бурунов не перерабатывает целиком всю равнину, барьер не испытывает полного разрушения, часть его сохраняется в ископаемом виде, перекрытая глубоководными осадками открытого моря. Отступление берега контролируется абсолютной скоростью поднятия уровня моря, градиентом уклона, структурой дотрансгрессивной поверхности и привносом осадка (Рединг, 1990). Протяженность эрозионной поверхности предфронтальной зоны зависит от скорости поднятия уровня моря и скорости погружения. В районах с быстрым погружением и/или относительно быстрым поднятием уровня моря может сохраниться сравнительно полный трансгрессивный разрез, при медленном погружении и/или медленном поднятии уровня моря эрозия предфронтальной зоны более длительная и разрез будет сокращенным.

В западной части площади отмечается слабая эрозия накопленных осадков и захоронение сформированных там барьеров. Восточная часть характеризуется более длительной волновой переработкой дельтовых отложений. Таким образом, в пределах площади работ наступающее море, разрушая отложения дельты, формировало вдольбереговые барьеры первоначально вдоль западной границы площади, с последующей их миграцией в сторону берега. Отложения лагуны, расположенной к востоку от барьера, в дальнейшем участками перекрываются осадками фаций барьерных островов. Процесс миграции барьеров прекратился в средней части площади наших исследований, что было обусловлено снижением темпов трансгрессии в то время вследствие относительно большего уклона побережья. Наступающее море разрушало отложения ВЗП с перераспределением осадков в более глубокие части; происходило выравнивание профиля пляжа и образование эрозионной поверхности с углом наклона не более $0,2^\circ$, о чем было сказано выше.

Для площади работ по подошве чеускинской пачки построены схема размещения фаций группы БС₁₀² и фациальные профили, отражающие смещение обстановок осадконакопления, в соответствии с законом миграции фаций Вальтера-Головкинского.

Глава 5. ПРОГНОЗ РАЗМЕЩЕНИЯ КОЛЛЕКТОРОВ С УЧЕТОМ ФАЦИАЛЬНОЙ ЗОНАЛЬНОСТИ

Как показано выше, ФЕС напрямую зависят от литологических особенностей и фациальной принадлежности пород. Размещение пород-коллекторов также контролируется палеогеографическими условиями осадконакопления, колебаниями водной разгрузки привносящего потока и гидродинамической активности бассейна седиментации.

Коллекторы II-III, реже IV класса представлены песчаниками штормовых слоев и песчаниками вдольбереговых барьерных образований (валов, баров и островов), образованными в условиях высокой волновой активности. Отложениям, накопленным преимущественно за счет энергии привносящего потока, присущи коллекторам V-VI классов.

Эпизодические штормовые песчаники (от 0,1-0,2 до 1,0 м) характеризуются разбросом гранулометрических значений и ФЕС. Коэффициент сортировки изменяется в пределах 1,4-2,4, весовая глинистость – 1,5-6,0 %, проницаемость – $(0,59-490) \times 10^{-3} \text{ мкм}^2$, пористость – от 10-16 до 18-21 %. В западном направлении мощность прослоев и ФЕС снижаются.

Песчаники ВЗП барьерных островов преимущественно выделяются в восточной части площади. сортировка – от 1,6 до 2,0; глинистость – от 0,8 до 6,0 %; проницаемость $(250-540) \times 10^{-3} \text{ мкм}^2$, участками до $(806) \times 10^{-3} \text{ мкм}^2$; пористость – 18-22 %. В нижней части разреза прослой (до 2 м) карбонатных песчаников.

Отложения НЗП, в том числе и барьерных островов, выделенные на всей площади исследований, также отличаются непостоянством гранулометрии и ФЕС: (So) от 1,4 до 2,3; глинистость от 0,3 до 7,8, редко до 11,5 %; проницаемость от (1-46) до $(170-784) \times 10^{-3} \text{ мкм}^2$; пористость от 15-19 до 18-25 %. К западу мощности уменьшаются от 20-25 до 3-6 м, ФЕС ухудшаются.

Песчаники ПФЗП слагают прерывистые подводные валы. Мощность зоны к западу уменьшается от 11-20 до 3-10 м. (So) обычно 1,5-2,0, редко 2,3-2,4. Глинистость от 0,1 до 10,0, обычно 3-6 %. Проницаемость от (100-400), до $(635) \times 10^{-3} \text{ мкм}^2$; пористость – 16-22 %. Изменение свойств по латерали не отмечается.

Поля распространения пород с улучшенными коллекторскими свойствами, выделенные в результате комплексного анализа, совпадают с участками размещения вдольбереговых барьеров, образованных в начале трансгрессии.

Наиболее перспективными являются северо-восточная и юго-восточная части площади исследований, где выделяются основные мощности отложений фаций НЗП и ВЗП, в том числе и барьерных островов. На этих участках в песчаниках трансгрессивных барьерных образований под чеускинскими глинами возможны литологические залежи.

В северо-западной части площади в районе бровки перегиба шельфовых пластов BC_{10}^2 выделяется участок размером до 3×7 км и эффективной мощностью 17-18 м северо-восточного простирания, не изученный бурением. Отложения выделенного тела, предварительно, относятся к фациям барьерных островов, образование их связывается с начальной фазой субрегиональной «чеускинской» трансгрессии. Аналогично отложениям, вскрытым скважинами 308 и 315, расположенным южнее, предполагается, что данное тело экранировано аргиллитами чеускинской пачки и сложено мелкозернистыми песчаниками, хорошо и очень хорошо сортированными, с проницаемостью $(25-150) \times 10^{-3} \text{ мкм}^2$, пористостью насыщения 20-25 %.

Субмеридиональные зоны неколекторов, являющихся литологическими экранами для установленных и возможных залежей нефти, фациально связаны с базальными алеврито-глинистыми частями пластов BC_{10}^2 .

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе на основе проведенного комплексного анализа геолого-геофизических и литологических материалов рассмотрены условия формирования пластов группы BC_{10}^2 в пределах северной части Сургутского свода на примере Северо-Конитлорского и Северо-Кочевского месторождений.

В соответствии с базовой моделью косослоистого (клиноформного) строения неоконца осадконакопление пластов группы BC_{10}^2 происходило в условиях лавинной седиментации ритмично, путем бокового заполнения глубоководного палеобассейна, сформировавшегося к концу юры.

Отложения пластов группы BC_{10}^2 , накопившиеся в условиях выдвигания дельты волнового типа, слагают регрессивную, финальную часть субрегионального *савуйского* клиноциклита и приурочены к шельфовой (ундаформной) его части, располагаясь в непосредственной близости от его клиноформной части. Ритмичное выдвигание дельты отражается в чешуйчатом строении группы BC_{10}^2 в виде серии песчано-алевритовых линз (осадочных комплексов, «сиквенсов»), последовательно выклинивающихся в северо-западном направлении по схеме кровельного прилегания. Каждый пласт («сиквенс») представляет циклит субзонального ранга и имеет нижнюю трансгрессивную (глинистую) и верхнюю регрессивную (песчаную) части, повторяя принципиальную модель строения циклитов более высокого ранга.

Отражающие границы раздела пластов с уклоном в участках примыкания $1,0-1,5^\circ$, к западу выравниваются (наклон менее $0,2^\circ$). При лавинной седиментации и недоуплотнении погребенных осадков наклон дна $0,2-2,0^\circ$ является критическим в отношении процессов деформации осадков. Установленные в керне скважин периодические пластические деформации в алевроито-глинистых отложениях каждого пласта свидетельствуют о ритмичном чередовании периодов низкой волновой активности и штормов, т.е. динамика накопления осадков отражает несовпадение колебаний водной разгрузки и режима бассейна. Периоды быстрого накопления отражаются в разрезе слабо сортированными осадками, с повышенным содержанием слюд и РД, в состоянии неустойчивого равновесия (VI-V классы коллекторов). Периоды усиления активности бассейновых процессов приводят к нарушению равновесия, вызывают деформации, разрушение и перераспределение осадков, улучшение сортировки, удаление слюд и РД, повышение содержания обломков пород (II и III, реже IV класс коллекторов). Тела вдольбереговых барьерных образований в кровле группы BC_{10}^2 сформировались в начальную фазу субрегиональной чеускинской трансгрессии и относятся к трансгрессивной (базальной) части чеускинского клиноциклита.

Полученные данные, ввиду малых объемов керна материала, нуждаются в апробации на примыкающих территориях, где развиты отложения горизонта BC_{10} , широко представленные керном, и проведены детальные сейсморазведочные работы.

Публикации по теме диссертации

Кудаманов А.И., Ольков В.А., Потрясов А.А. Предварительные результаты реконструкции условий осадкообразования горизонта BC_{10}^{2-3} северо-запада Сургутского свода // Пути реализации нефтегазового потенциала ХМАО. Материалы IX научно-практической конференции. – Ханты-Мансийск: ИздатНаукаСервис, 2006, – том I, – С. 238.

Кудаманов А.И., Суполкина И.В., Потрясов А.А. Особенности формирования отложений группы пластов BC_{10}^{2-3} северо-западной части Сургутского свода // Интенсификация добычи нефти. Труды II-ой международной научно-практической конференции. – Томск: Изд-во, ТПУ, 2007, – С. 145-152.

Кудаманов А.И., Потрясов А.А. Условия осадконакопления в валанжинское время на примере группы пластов BC_{10}^2 в северной части Сургутского свода Западно-Сибирской плиты // Вестник Томского государственного университета, 2006, – № 104, С. 88-91.

Кудаманов А.И., Суполкина И.В., Потрясов А.А. К вопросу о формировании пласта BC_{10}^2 в пределах северной части Сургутского свода // Пути реализации нефтегазового потенциала ХМАО. Материалы X научно-

практической конференции. – Ханты-Мансийск: ИздатНаука-Сервис, 2007 (в печати).

Кудаманов А.И., Суполкина И.В., Потрясов А.А. Результаты комплексной корреляции геолого-геофизических материалов для пласта BC_{10}^2 в зоне северного склона Сургутского свода // Проблемы нефтегазового комплекса Западной Сибири и пути повышения его эффективности. Материалы II-ой научно-практической конференции. – Когалым, 2007 (в печати).

Кудаманов А.И., Суполкина И.В., Потрясов А.А. Результаты реконструкции валанжинского осадконакопления в северной части Сургутского свода на примере пластов группы BC_{10}^2 // Геология, геофизика, и разработка нефтяных и газовых месторождений, 2007 (в печати).

Кудаманов А.И., Суполкина И.В., Скачек К.Г. Результаты литолого-фациального анализа «шельфовых» отложений валанжинского возраста Западно-Сибирской плиты на примере группы пластов BC_{10}^2 в северной части Сургутского свода // Сборник статей ООО «Лукойл-Западная Сибирь» – Когалым, 2007 (в печати).