

На правах рукописи

Кан Андрей Николаевич

**ФОРМИРОВАНИЕ ПОРОД-КОЛЛЕКТОРОВ ВИЗЕЙСКО-
РАННЕМОСКОВСКОГО ВОЗРАСТА НА ЖАРКАМЫССКОМ СВОДЕ
ВОСТОЧНОГО БОРТА ПРИКАСПИЙСКОЙ ВПАДИНЫ**

Специальность: 25.00.12 – геология, поиски и разведка горючих ископаемых

А в т о р е ф е р а т
диссертации на соискание ученой степени кандидата
геолого-минералогических наук

Москва 2006

Работа выполнена на кафедре геологии и геохимии горючих ископаемых Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова и в Актюбинском научно-исследовательском геолого-разведочном нефтяном институте (АктюбНИГРИ).

Научный руководитель:

доктор геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник
Конюхов Александр Иванович.

Официальные оппоненты:

доктор геолого-минералогических наук, профессор
Кузнецов Виталий Германович

доктор геолого-минералогических наук, профессор
Жемчугова Валентина Алексеевна

Ведущая организация:

Нижне-Волжский научно-исследовательский институт геологии и геофизики
(г. Саратов).

Защита диссертации состоится « 26 » мая 2006 г. в 16 час 00 мин. на заседании диссертационного совета Д 501.001.40 при Московском государственном университете им. М.В.Ломоносова по адресу: 119899, Москва, ГСП-2, Ленинские горы, МГУ, геологический факультет, ауд.829.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке геологического факультета МГУ, сектор А, 6 этаж

Автореферат разослан « 24 » апреля 2006 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета

Карнюшина Е.Е.

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность работы. Основным нефтегазоносным бассейном Казахстана является Прикаспийская впадина, где запасы углеводородов сосредоточены в карбонатных и терригенных породах подсолевого комплекса среднего и верхнего палеозоя, Эти отложения, стратиграфический диапазон которых включает девон, карбон и нижнюю пермь, широко распространены в восточной прибортовой зоне впадины, где их мощность превышает 4000, а в отдельных зонах и 5000 м. Эксплуатация многочисленных скоплений нефти и газа здесь началась еще в 70-е годы двадцатого столетия. Открытие ряда крупных газоконденсатных и нефтяных месторождений в последнее десятилетие, среди которых следует упомянуть Лактыбай, Урихтау, Синельниковское, Кожасай, Алибекмола и другие, свидетельствует о высокой перспективности поисковых работ в данном регионе.

Объектами нашего изучения являлись визейские терригенные и верхневизейско-нижнемосковские карбонатные коллекторы Жаркамысского свода, одного из крупнейших в составе восточного борта Прикаспийской впадины. Сложность строения и геологического развития региона, приуроченного к зоне сочленения Восточно-Европейского кратона и складчатых сооружений Урала, нашло отражение в многообразии обстановок седиментации и, соответственно, в разнообразии типов терригенных и карбонатных отложений, что в значительной мере проявилось в неравномерном распределении пород-коллекторов в разрезах и на площади, а также в изменчивости их фильтрационно-емкостных свойств.

Детальное исследование литологического состава пород и применение фациальных методов анализа позволили реконструировать обстановки накопления осадков, выявить направленность и стадийность постседиментационных трансформаций в различных типах терригенных и карбонатных образований, установить взаимосвязь между литологическими особенностями, коллекторскими свойствами и нефтегазоносностью. Выделение палеофациальных обстановок, построение литолого-фациальных схем для различных отрезков ранне- и среднекаменноугольного времени сделали возможным прогноз распространения коллекторов различного типа и проведение оценки перспективности различных зон в пределах исследованной территории, в том числе неантиклинальных ловушек, с которыми могут быть связаны залежи нефти и газа.

Целью диссертационной работы является выявление закономерностей накопления визейско-нижнемосковских отложений Жаркамысского свода, воссоздание условий формирования терригенных и карбонатных коллекторов и на этой основе уточнение перспектив нефтегазоносности. Для достижения этого необходимо было решить следующие задачи:

1. Провести детальное литологическое исследование терригенных и карбонатных отложений визейско-раннемосковского возраста, вскрытых бурением в различных частях Жаркамысского свода восточного борта Прикаспийской впадины.
2. Реконструировать палеогеографию и обстановки аккумуляции визейско-нижнемосковских отложений в пределах Жаркамысского свода.

3. Изучить фильтрационно-емкостные свойства карбонатных и терригенных коллекторов в разрезе и на площади и оценить их способность вмещать скопления УВ.
4. Выявить наиболее перспективные участки распространения коллекторов с высокими и хорошими фильтрационно-емкостными свойствами.

Научная новизна полученных результатов заключается в следующем:

- впервые на единой методологической основе проведен литолого-фациальный анализ визейско-нижнемосковских отложений из разрезов более чем 100 скважин, пробуренных в разных частях Жаркамысского свода;
- выполнены палеогеографические реконструкции обстановок аккумуляции карбонатных и терригенных отложений визейско-раннемосковского возраста;
- впервые выделены проблематичные почвенные образования (*Microcodium*) в составе визейских отложений, а также реликты палеопочв в вышележащих частях разреза, формировавшихся в периоды пониженного стояния вод каменноугольного моря
- установлена взаимосвязь между распространением различных типов терригенных и карбонатных пород и развитием коллекторов повышенной емкости. Дан их прогноз.

Практическая значимость работы.

Данные, полученные в результате проведенных исследований, позволили воссоздать обстановки седиментации, уточнить состав и строение терригенной и карбонатных толщ нижнего и среднего карбона, оконтурить области распространения карбонатных построек в разных частях Жаркамысского свода. Уточнение границ распространения различных литолого-фациальных зон в разрезе и на площади, а также закономерностей изменения коллекторских свойств пород будут способствовать повышению эффективности поисково-разведочных работ и эксплуатации залежей нефти и газа.

Рекомендуемые направления поисковых и геолого-разведочных работ в исследуемом регионе были использованы при написании четырех отчетов по научно-исследовательским темам в 2001-2004 г.г. На основании разработанных седиментационных моделей в настоящее время осуществляется разработка месторождений Алибекмола и Кожасай.

Апробация работы и публикации.

По теме диссертации сделаны доклады на Международном совещании «Геология рифов» (Институт геологии Коми Уральского отделения РАН, Сыктывкар, 2005), на Губкинских чтениях (РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, г. Москва, 2002, 2004 г.г.). По теме диссертации опубликовано 8 статей. Результаты исследований и практические рекомендации были использованы при написании четырех отчетов по научно-исследовательским темам (2002-2005 гг.).

Фактический материал.

В основу работы положены исследования, проведенные автором в отделе природных резервуаров акционерного общества Актюбинского научно-исследовательского геолого-разведочного нефтяного института в течение 2001-2005

годов. В работе использованы геолого-промысловые данные, материалы ГИС, результаты лабораторного исследования керна и описания более 500 шлифов по 88 параметрическим и поисково-разведочным скважинам. Фактический материал был получен при бурении разведочных скважин на месторождениях Кожасай, Урихтау, Синельниковское, Алибекмола и др. Использовались результаты лабораторного изучения коллекторских свойств пород. Помимо этого были проанализированы промыслово-геофизические разрезы скважин и материалы сейсморазведки ОГТ разных лет.

Структура и объем работы.

Диссертационная работа содержит 117 страниц текста, состоит из 5 глав, введения и заключения. Работа иллюстрирована 69 рисунками. Список цитированной литературы насчитывает 140 наименований.

Работа выполнена в отделе природных резервуаров АО «АктюбНИГРИ» и на кафедре геологии и геохимии геологического факультета МГУ им. М.В.Ломоносова под руководством доктора геолого-минералогических наук А.И.Конюхова, которому автор выражает глубокую признательность. В процессе работы над диссертацией автор пользовался консультациями кандидатов геолого-минералогических наук Л.З.Ахметшиной, Н.Б.Гибшман, В.П.Кана, А.В.Яковлева, сотрудников кафедры геологии и геохимии горючих ископаемых Геологического факультета МГУ. Всем им автор выражает искреннюю благодарность за оказанную помощь и поддержку.

Особую благодарность и признательность автор выражает президенту АО АктюбНИГРИ к.г.м.н. Б.К. Баймагамбетову за оказанную помощь и поддержку.

Сбор материалов и техническое оформление диссертации были бы не возможны без участия сотрудников АО «АктюбНИГРИ»: В.Ч.Ли, К.Т.Улукпанова, Л.В.Дегтяревой, Р.Х.Кярюшевой, которым автор выражает свою признательность.

Защищаемые положения:

1. Основной этап формирования тектонической структуры Жаркамысского свода восточного борта Прикаспийской впадины связан с раннекаменноугольной эпохой, в течение которой образовались мощные толщи терригенных отложений (до 2870 м), что было вызвано коллизией юго-восточной окраины Восточно-Европейской платформы с островной вулканической дугой, а впоследствии и карбонатных пород (до 1000 м).

2. Аккумуляция граувакковых отложений турнейского и ранневизейского возраста, происходившая в пролювиальных, дельтовых, прибрежно-морских и подводно-склоновых обстановках, в позднем визе сменилась накоплением петрокласто-кварцевых песчаников, а начиная с конца визе карбонатных пород, которыми сложены органогенные постройки, комплексы прибрежных и мелководно-морских отложений, время от времени выводившиеся на поверхность, о чем свидетельствуют погребенные палеопочвы и следы выщелачивания.

3. Залежи УВ заключены в коллекторах порового типа, представленных песчаниками петрокласто-кварцевого состава в нижней терригенной части, известняками (биогермными, биоморфными, детритовыми и оолитовыми) и доломитами в верхней, карбонатной части разреза нижнего и среднего карбона.

Глава 1. История изучения подсолевых отложений палеозоя

Изучение восточного борта Прикаспийской впадины началось в 50-е и 60-е годы прошлого столетия, когда после проведения геофизических исследований были пробурены первые глубокие скважины, вскрывшие подсолевые отложения палеозоя. Полученные данные позволили по-новому взглянуть на строение и геологическую историю всей Прикаспийской впадины. Большой вклад в понимание ее тектонической структуры внесли Д.Л.Федоров, А.Е.Шлезингер, А.Л.Яншин, Ю.А.Волож, Л.Г.Кирюхин, Ю.С.Кононов, В.С.Днепров, В.М.Алешин и другие исследователи. Условиям формирования палеозойских отложений восточного и юго-восточного обрамления впадины большое внимание уделил А.К.Замаренов, которому удалось выделить основные комплексы пород палеозоя и описать их фациальные и формационные особенности. Несколько позже этот исследователь вместе с соавторами предложил седиментационные модели для подсолевых отложений Прикаспийской впадины. Рассмотрев строение крупных геологических тел, включающих определенные фациальные типы отложений, они пришли к выводу, что помимо мелководных карбонатных платформ, банок и разнообразных органогенных построек в палеозое существовали и глубоководные обстановки, отвечающие условиям континентального склона и подножия. Отложения, накапливавшиеся на шельфе, склоне и его подножии, образуют латеральные ряды в разрезах палеозойских формаций: от континентальных в районах обрамления до глубоководных в центральных частях бассейна.

Детальное расчленение отложений подсолевого палеозоя было выполнено сотрудниками Актюбинского отделения КазНИГРИ, изучившими большой объем керна и шлама, полученных при бурении разведочных скважин. Это позволило выявить фациальные особенности отложений в составе конкретных стратиграфических горизонтов и изменения их мощностей, что дало основание Л.З.Ахметшиной с соавторами выделить в пределах Жаркамысского свода две основные структурно-фациальные зоны: Торткольскую и Жанажольскую, а в дальнейшем и Жаркамысскую зону. Большой вклад в изучение циклического строения палеозойского разреза внес Ю.В.Ляпунов, который в 1989 г. изучил широкий спектр карбонатных и терригенных отложений каменноугольного и раннепермского возраста в восточной части Прикаспийской впадины и пришел к выводу, что коллекторские свойства карбонатных пород сложились на этапе седиментации и лишь в незначительной степени определяются глубинами их залегания. В тектоно-седиментационной модели, опубликованной Ю.А.Писаренко в 2004 г., эволюция Прикаспийской впадины была тесно увязана с геологическим развитием Русской плиты.

Помимо упомянутых выше исследователей, значительный вклад в изучение геологического строения, стратиграфии, литологии и перспектив нефтегазоносности Прикаспия внесли П.Я.Авров, Э.К.Азнабаев, М.С.Арабаджи, К.Х.Бакиров, З.Е.Булекбаев, Б.К.Баймагамбетов, О.И.Валеева, Ю.М.Васильев, Э.С.Воцалевский, Р.Г.Гарецкий, Н.Б.Гибшман, Ю.М.Гридасов, И.Б.Дальян, Т.Н.Джумагалиев, Г.Ж.Жолтаев, Ю.А.Иванов, В.П.Кан, Б.М.Куандыков, В.Г.Кузнецов, Н.Я.Кунин, Д.А.Кухтинов, О.Н. Марченко, В.С.Мильничук, Г.Г.Мулдакулов, Е.Н.Неволин, О.С.Обрядчиков, Б.А.Огай,

Ю.А.Писаренко, Л.П.Трайнин, М.И.Тарханов, С.У.Утегалиев, Б.С.Щуркин, Г.Е.-А.Эйзенштадт, А.В.Яковлев, С.В. Яцкевич.

Глава 2. Геологическое строение региона

2.1. Стратиграфия

За годы проведения геологоразведочных работ в регионе был накоплен огромный фактический материал, результаты изучения которого легли в основу детального расчленения палеозойских отложений. В составе восточного борта наиболее изученным является Жаркамысский свод, в отдельных частях которого (Жанажольской, Торткольской и Жаркамысской зонах) фиксируется разная стратиграфическая полнота разреза палеозоя, иные литологические и фациальные характеристики отложений. В Жанажольской зоне терригенные породы нижнего карбона (мощность 2873 м) перекрыты известняками и доломитами поздневизейско-каширского возраста (до 1000 м), выделяемыми в качестве нижней карбонатной толщи (КТ-II). От верхней карбонатной толщи (КТ-I), которая сложена породами позднемосковско-позднекаменноугольного возраста (мощность около 500 м), она отделена терригенными образованиями (МКТ) раннеподольского возраста. Палеозойский карбонатный комплекс перекрыт терригенными породами нижней перми (300 м). Южнее, в Торткольской зоне, терригенные осадки раннеподольского и раннепермского возраста замещаются карбонатными отложениями. Последние выклиниваются в Жаркамысской зоне, где сменяются карбонатно-кремнисто-глинистыми породами, обогащенными ОВ. Их возраст определен как поздневизейско-артинский (мощность 90-130 м).

Наиболее крупные региональные несогласия отмечаются на границе каменноугольной системы с девонской и пермской системами. Менее масштабные размывы фиксируются на границах визейского и серпуховского, а также башкирского и московского ярусов.

Биостратиграфическое расчленение отложений нижнего карбона было выполнено по материалам, полученным при бурении скважин на площадях Кожасай, Башенколь, Урихтау, Лактыбай, Восточный Акжар, Терешковская, Терескен, Каратюбе и Жанатан II. Стандартные подразделения выделялись в соответствие с унифицированной стратиграфической схемой, разработанной для Русской платформы (1988) с учетом изменений, принятых МСК в 1990 г.

2.2. Тектоническое строение

Изучению тектоники и истории развития Прикаспийской впадины посвящены труды А.Л.Яншина, Р.Г.Гарецкого, Л.П.Зоненшайна, Ю.А.Воложа, Н.В.Неволина, А.Е.Шлезингера, В.Г.Кузнецова, В.П.Кана и др. В работе использована схема тектонического строения Прикаспийской впадины, разработанная в 1988 г. Л.И.Ровниным, Д.Л.Федоровым и др. Согласно этой схеме, в ее восточной прибортовой зоне, характеризующейся значительным подъемом поверхности фундамента (в диапазоне глубин от 6 до 8 км), обособляются несколько крупных выступов: Енбенский, Жаркамысский, Караулкельдинский, Ащикольский и Утыбайский, вытянувшиеся цепочкой в меридиональном направлении. Жаркамысский свод расположен в центре этой

зоны. Он приурочен к одноименному выступу фундамента и является одним из самых крупных структурных элементов в регионе. Его размеры по изогипсе – 7,5 км достигают 90x50 км. Свод поднятия, протянувшегося с северо-востока на юго-запад, оконтуривается изогипсой – 7 км.

В составе осадочного чехла выделяются подсолевой, солевой и надсолевой комплексы отложений. Кровля подсолевого, самого мощного комплекса ступенчато погружается на запад в сторону Центрально-Прикаспийской депрессии. Его положение и внутреннее строение описываются четырьмя опорными сейсмическими горизонтами: Ф, П³, П² и П¹. Структурный план подсолевого палеозоя на Жаркамысском своде осложнен валообразными субмеридиональными поднятиями: Каратюбинским, Торткольским, Лактыбайским и др. Это - небольшие, пологие брахиантиклинали и полусводы, среди которых самыми крупными являются поднятия Жанажол, Синельниковское, Сарыкум и Восточный Терескен. В разрезе выделяются несколько структурно-формационных комплексов, разделенных стратиграфическими перерывами и несогласиями: ордовикско-силурийский карбонатно-терригенный (между отражающими горизонтами Ф-П₃), эйфельско-фаменский карбонатный и карбонатно-глинистый (П₂³-П₂²), турнейско-нижневизейский терригенный (П₂²-П₂¹), верхневизейско-нижнемосковский карбонатный (П₂¹-П₂), нижнеподольский терригенный (П₂-П₂^T), верхнеподольско-гжельский карбонатный (или карбонатно-глинистый, П₂^T-П₂^C), ассельский карбонатный (П₂^C-П₁^C) и сакмарско-артинский терригенный (П₁^C-П₁).

2.3. История геологического развития

Реконструируя историю образования впадины, Ю.А.Волож и др.(2004) включили ее в состав южной пассивной окраины континента Балтия, которая в среднем протерозое омывалась водами Протоуральского океана. В результате коллизии этого континента с Гондваной в конце протерозоя образовался суперконтинент Родиния, в составе которого в рифее-венде существовал краевой прогиб, обрамленный с юга Астрахано-Актюбинскими поднятиями. Венд и ранний кембрий были отмечены рифтогенезом, в результате которого возник морской бассейн, вскоре превратившийся в Уральский палеоокеан. В конце ордовика и в раннем силуре Прикаспийская впадина представляла собой эпиконтинентальный морской бассейн, входивший в состав юго-восточной окраины Восточно-Европейского кратона. На востоке он открывался в Уральский палеоокеан, а на юге - в Палео-Тетис. Начавшиеся в позднем силуре коллизионные процессы привели к формированию вдоль южного обрамления Прикаспийской депрессии складчатых сооружений. Коллизия юго-восточного края Восточно-Европейского кратона с Северо-Устьюртским континентальным блоком в конце девона сопровождалась складчатостью и эрозией горных сооружений, продуктами которой был заполнен возникший передовой прогиб. Именно в это время западнее коллизионной зоны обособилась восточная бортовая зона, а за нею глубоководная впадина, трансформировавшаяся позднее в Центрально-Прикаспийскую депрессию. Эта область некомпенсированной седиментации расширялась в первой половине карбона, а на окружающих ее шельфах происходила аккумуляция карбонатных отложений. Во второй половине карбона, отмеченной закрытием Уральского палеоокеана, структурный план

восточной бортовой зоны впадины постепенно менялся. В раннепермскую эпоху она и Центрально-Прикаспийская депрессия заполнились сначала терригенными осадками, а затем солями.

Глава 3. Литологическая характеристика пород

3.1. Основные типы терригенных пород

Терригенные отложения, вскрытые бурением на площадях Кожасай, Лактыбай, Жанатан, Восточный Акжар, Терешковская, Терескен и Урихтау, накапливались на протяжении турнейского и большей части визейского веков. Разрез терригенного комплекса сложен конгломератами, гравелитами, песчаниками, алевролитами, аргиллитами и породами смешанного состава.

Конгломераты образуют прослои небольшой мощности в аргиллитах и песчаниках. Это серые и темно-серые, мелко- и среднегалечные, изредка крупногалечные, песчанистые, неотсортированные породы, сложенные гальками кварца, диабазов, кварцитов, кремнисто-глинистых сланцев, темноцветных эффузивных пород и туфов кислого состава. Гальки окатанные и полуокатанные (95%). Тип цементации поровый, контактово-поровый и коррозионно-поровый.

Гравелиты встречаются в пластах небольшой толщины среди песчаников и часто замещаются ими. Это неотсортированные породы преимущественно серого цвета, содержащие гравийные обломки, реже цветную гальку, полуокатанной или окатанной формы с размерами 1,0-5,0 мм. В обломочной части преобладают зерна кварца, обломки кремнистых, реже глинистых и эффузивных пород. Встречаются единичные карбонатные зерна. Песчаный матрикс имеет кварцевый состав, средне- мелкозернистую структуру и включает линзочки глинисто-углистого материала. Присутствуют зерна полевых шпатов, пластинки слюд и хлорита. Цемент в основном поровый, контактово-поровый, пленочно-поровый, карбонатный.

Песчаники распространены в отложениях визейского яруса, где они представлены темно-серыми, плотными породами со средней или слабой сортировкой. Встречаются мелко-среднезернистые и средне-крупнозернистые, а также разномасштабные разновидности. Обломки в основном полуокатанные и остроугольные, иногда покрыты концентрически слоистыми известково-глинистыми корочками. По составу песчаники могут быть отнесены к петроклесто-полевошпатово-кварцевым грауваккам. Помимо кварца и полевых шпатов в них присутствуют обломки глинистых, эффузивных, кремнистых и других осадочных пород, а также чешуйки хлоритов и слюд. Реже встречаются мезомиктовые разновидности, в которых преобладают зерна кварца и обломки кварцитов, кремней, халцедона, серицитово-кремнистых сланцев. Цемент песчаников контактово-поровый, пленочно-поровый, контактовый и неполно-поровый, по составу глинистый (2-10%, иногда до 17%, хлоритовый и хлоритово-каолиновый).

Алевролиты образуют тонкие прослои в аргиллитах и песчаниках. Это крупно-мелкозернистые, плотные, крепкие, как правило, неотсортированные породы, по составу полимиктовые (преобладают зерна кварца и полевых шпатов). Цемент глинистый и глинисто-карбонатный порового и базально-порового типа. Среди пород-коллекторов

встречаются редко. Содержат тонкие пропластки, сложенные углистым и глинистым материалом.

Аргиллиты представлены темно-серыми, алевроитистыми, слюдистыми, тонкослоистыми разностями. Раскалываются вдоль поверхностей, параллельных напластованию. Лишь в низах разреза встречаются массивные разности: крепкие, микрослоистые, известковые и неизвестковые, содержащие пиритизированные растительные остатки.

3.1.1. Смешанные разности

Конгло-гравелиты образованы обломками эффузивных пород основного, среднего и кислого состава, кремней, кремнисто-углистых сланцев и кварцитов. Их размер колеблется в широком диапазоне от 0,8 до 15 мм. Гальки имеют хорошо окатанную форму. Зерна кварца довольно редки. В качестве цемента выступает песчаный материал, по составу аналогичный основной массе породы. Иногда поры заполнены карбонатным и углистым веществом. Цемент контактово-порового типа, иногда конформный.

Алевро-песчаники встречаются практически повсеместно среди терригенных отложений визейского возраста, развитых в Жанажольской и Торткольской зонах. Размер зерен самый разнообразный, от 0,03 до 0,63 мм. Сортировка отсутствует. Состав обломков, как правило, граувакковый: кварц, обломки пород, реже полевые шпаты. Обломки полуокатанные, форма зерен неправильная. Цемент глинистый, в небольших количествах содержащий углефицированные растительные остатки.

3.2. Основные типы карбонатных пород

Карбонатные отложения, которые преобладают в разрезе нижнего, среднего и верхнего карбона, накапливались в разнообразных обстановках. Они представлены биогенными и биохемотропными известняками, среди которых распространены биогермные, биоморфные, биокластовые (биоморфно-детритовые и детритовые), оолитовые, сферово-узурчатые и микрозернистые разности, а также доломитами.

Биогермными известняками сложены крупные и мелкие органогенные сооружения, обнаруженные в Жанажольской и Торткольской зонах (пл. Алибекмола, Кожасай, Жанажол, Синельниковское, Урихтау и др). Биогермные постройки нижнего карбона образованы в основном водорослевыми известняками, в которых наряду со слоевищами альгофлоры присутствуют пелоиды, цельные раковины фораминифер, а в виде примеси – форменные элементы иглокожих, остракод, брахиопод и мшанок. Тонкие компоненты осадка улавливались и осаждались между слоевищами водорослей, по видовому составу которых можно выделить шартимофикусовые, кальцифолиумовые, унгдареловые, предонецеловые и другие разновидности известняков. В шлифах видны поперечные срезы слоевищ (>5%), что свидетельствует о прижизненном захоронении альгофлоры *in situ*. В серпуховское время доминирующими ее представителями были шартимофикусы, предонецелы и кальцифолиумы. Биогермные известняки формировались на краю палеошельфа и в верхней части подводного склона при активной динамике водной среды. Чаще всего ими сложены биогермы и биостромы небольших размеров.

Биоморфные известняки представлены фораминиферовыми, коралловыми и водорослево-фораминиферовыми разностями. Преобладают раковинки мелких фораминифер: тубертин и палеонубекулярий. Каркас других сложен ветвями четырехлучевых кораллов – ругоз и табулятоморфных – мультитекопора (*Multithesopora*). Пространство между элементами каркасообразующих организмов заполнено микропелоидным цементом и/или кальцитом разной зернистости. В заметных количествах присутствует неоморфный спарит, заполняющий пространство между зернами.

В разрезе серпуховских отложений описаны *микробиально-детритовые* известняки, на 70-80% сложенные пелитоморфным или микрозернистым кальцитом, в котором рассеяны обломки мшанок. Они характерны для начальных этапов формирования так называемых карбонатных холмов (куполов). Различают несколько их разновидностей: микробиальные, скелетные и иловые. Развитие Башенкольского карбонатного массива началось с образования такого холма. При этом осаждавшиеся иловые частицы заполняли пустоты между мягкими скелетами мшанок. В шлифах видны микробиальные инкрустации и строматотаксисные текстуры. Обломки мшанок и другого детрита, как правило, рассеяны в яснокристаллическом спарите (скв.6, пл.Башенколь).

Детритовые и биоморфно-детритовые известняки сложены скоплениями скелетных остатков разной сохранности. В известняках «предрифовой» фации преобладает крупные биокласты, размер которых превышает 2 мм. Они связаны микритовым или спаритовым цементом. Эти разности образуют конусообразные шлейфы перед фронтом органогенных построек. По мере удаления от постройки наблюдается замещение крупнодетритовых известняков мелкодетритовыми. В других обстановках породообразующие элементы представлены форменными элементами фораминифер, брахиопод, криноидей, водорослей, остракод и мшанок. Полидетритовые разности образованы окатанными обломками с размерами 0,1 – 1 мм. В них много члеников сифоней. Цементом служит микритовая масса либо диагенетический кальцит различной зернистости.

Пелоидно-биокластовые известняки образуют тонкие пропластки в разрезах нижнего карбона. Основными компонентами являются форменные элементы (биокласты) и коллоидно-микрозернистые комковатые образования (пеллеты и пелоиды). Соотношение этих компонентов самое разное. Первые представлены обломками фораминифер, брахиопод, криноидей, реже водорослей, мшанок, кораллов, остракод и гастропод. Содержание пелоидных частиц и биокластов в пелоидно-биокластовых известняках достигает 75-80%, первичного микритового компонента от 5 до 25%. Типы цементации различные: от порового, пленочно-порового и неполно-порового, до цемента обрастания. Благоприятные условия для аккумуляции пелоидно-биокластовых известняков складывались в лагунах со слабой активностью водной среды, обычно в зонах литорали и сублиторали.

В качестве сгустковых известняков выделены породы с комковатой, микроструктурой и спаритовым цементом, содержащим мелкие пелоидные частицы с неясными краями. Подобные известняки с беспорядочной микробиальной структурой

распространены в серпуховских отложениях. Нередко сгустковые образования почти сливаются друг с другом, образуя пятнистые бесформенные агрегаты. Присутствуют редкие биогенные остатки (фораминиферы, брахиоподы, водоросли, иглокожие) и комочки отчетливо выраженной овальной формы. Межформенное пространство в известняках этого типа чаще всего заполнено микро- и тонкозернистым известковым материалом. В низкопористых разностях содержание цемента достигает 25% объема породы. Для некоторых разновидностей сгустковых известняков характерна фенестровая текстура, образование которой связано с гниением водорослевых остатков.

Оолитовые известняки распространены в верхней части серпуховского яруса, а также в разрезе башкирских отложений. Они сложены ооидами, окатанными биокластами, пелоидами и комочками овальной формы. Для ооидов характерны несколько оболочек из микритового и тонкозернистого кальцита. В качестве ядра присутствует детрит фораминифер и водорослей, пелитоморфные комочки и кристаллики кальцита. Оболочка имеет преимущественно радиально-лучистое, реже тангенциальное или беспорядочное строение и была сложена арагонитом, замещенным впоследствии кальцитом. Встречаются также псевдооолитовые разности, сложенные тонкозернистым кальцитом с толстыми радиальными оболочками. Для них характерна беспорядочная микроструктура, возникшая под воздействием эндолитовых микроорганизмов. Ооиды в оолитовых известняках отличаются хорошей сортировкой. Их размеры колеблются в пределах 0,3-0,8, редко до 1,5 мм в диаметре. Цемент - спаритовый, поровый, пленочно-поровый и крустификационно-поровый, позднедиагенетический.

Микрозернистые известняки присутствуют в отложениях нижнего карбона, встречаются спорадически. Они характеризуются однородным строением и незначительным содержанием форменных элементов с размерами менее 2 мм: Это органогенный детрит и комочки, пятна перекристаллизации, создающие неравномерно-сгустковую структуру. В тех разностях, которые накапливались в лагунах, присутствует детрит остракод, мелких фораминифер, зеленых и сине-зеленых водорослей. Они несут следы доломитизации. В разновидностях глубоководного генезиса присутствуют спикулы губок, тонкостенные раковины брахиопод, остракод и радиолярий, а также обломки мшанок. Если формирование микрозернистых известняков происходило на границе действия штормовых волн, то в общей микритовой массе видны линзы и слойки, сложенные обломками брахиопод, иглокожих и других организмов. Такие структуры характерны для штормовых фаций – дистальных темпеститов.

Среди доломитов, распространенных в нижнесерпуховских отложениях, выделяются две группы: седиментационные и диа- катагенетические. Седиментационные доломиты представлены микрозернистыми коллоидными разностями с размерами кристаллов от 10 до 100 мкр и микро-, тонкозернистыми, с размерами от 50 до 200 мкр. Кристаллики имеют идиоморфную и гипидиоморфную структуру и в разной степени содержат глинистую примесь. Это породы светло-коричневого цвета, плотные, крепкие, нередко трещиноватые. Участками наблюдаются сингенетические межкристаллические поры, заполненные глинистым веществом. Остатки организмов отсутствуют.

Диа-, катагенические доломиты образуют тела и прослои неправильной формы, мощностью до нескольких метров. Это породы коричневатого-серого цвета, массивные, нередко пятнистые из-за присутствия битумоидов, неравномерно пористые и кавернозные, с редкими микротрещинами. Структура их чаще тонко- мелкозернистая (0,05-0,25 мм), реже средне- и крупнозернистая (0,25-0,80 мм). Кристаллы имеют преимущественно идиоморфную, реже гипидиоморфную структуру, часто содержат, пылевидные включения пелитоморфного кальцита. В породах сохраняются реликтовые структуры, оставшиеся от первичных известняков, чаще всего в виде отпечатков раковин и слоевищ альгофлоры. На отдельных участках при неполной доломитизации пространство между ромбическими кристаллами доломита заполнено осадочным пелитоморфным кальцитом. Породы, содержащие 20-40% кальцита, выделяются в качестве известковых доломитов.

3.3. Силициты

Силициты широко распространены в составе нерасчлененной пачки отложений поздневизейско-раннеассельского возраста, характеризующихся высокой гамма-активностью и микрослоистой текстурой. Порода сложена округлыми и уплощенными кремнистыми раковинками радиолярий (30-50%) и спикулами губок. Межзерновое пространство заполнено глинистым, битуминозным материалом и пиритом.

3.4. Палеопочвы в карбонатных отложениях

При выведении карбонатного субстрата на дневную поверхность он подвергался воздействию атмосферных осадков, следствием чего были калькретизация и почвообразование. Следы этих процессов проявляются в форме биогенных структур, таких как ризолиты, «червоточины», микрокодии, изгибы слойков под давлением корешков растений (альвеолярно-септальная структура).

Среди разнообразия ископаемых остатков, встречающихся в известняках, самыми проблематичными являются микрокодии. Они были описаны в карбонатных породах разного возраста, однако их генезис и таксономическая принадлежность остаются дискуссионными. Преобладающей является точка зрения, что *Microcodium* являются продуктами изменения карбонатных пород под воздействием почвенных микроорганизмов.

Нами скопления *Microcodium* были впервые описаны в башкирских и поздневизейских отложениях Жаркамышского свода. Они присутствуют в шлифах (скв.71 пл.Кожасай, скв.28 пл.Алибекмола, скв.5 пл.Жанатан) в виде зерен кальцита трапециевидно-цилиндрической формы, с размерами 100-850 мкм в длину и до 300 мкм в ширину. Агрегаты *Microcodium* имеют трубчатую форму и светло-коричневую окраску в проходящем свете, а в поперечном сечении образуют кольцеобразные и вытянуто-эллипсоидные структуры. В зернах под большим увеличением видны непрозрачные включения черного цвета с радиальной и волокнистой структурой. В краснополянских (скв.53 пл.Алибекмола, гл. 3459 м, скв.28 гл.3430-3435 м) и северокельтменских (скв. 71 пл.Кожасай, гл. 3224,89 м) отложениях башкирского века были встречены скопления проблематичных микрофоссилий *Microcodium* в палеопочвенных горизонтах в нескольких метрах под поверхностями размыва. В скв.5 пл.Жанатан, гл. 3755-3758 м, в

отложениях, датированных по фораминиферам как михайловский горизонт верхневизейского подъяруса, во вмещающих карбонатных породах выявлены лепестковидные зерна кальцита, определенные нами как *Microcodium*. В поле микроскопа видно, что агрегаты формировались постепенно в процессе преобразования карбонатного субстрата.

Глава 4. Условия формирования и преобразования отложений раннего и среднего карбона в пределах Жаркамьского свода

Состав терригенных пород турнейского и визейского возраста, свидетельствует о том, что они накапливались в разнообразных обстановках, от предгорий и прибрежной равнины в восточных районах Жаркамьского свода до краевых участков шельфа и подводных конусов выноса, формировавшихся западнее, в пределах крутого подводного склона. Так в разрезе нижнего визе Жанажольской зоны выделяются несколько пачек аргиллитов, алевролитов и песчаников, содержащих прослой грубозернистых песчаников и гравелитов с пропластками углистого материала. На плоскостях напластования видны знаки ряби. Эти отложения, вероятно, накапливались в пролювиальных конусах выноса и дельтах рек, приносивших обломочный материал из горной страны, воздымавшейся на востоке.

Иной облик имеют одновозрастные отложения, пройденные скважинами в районе пл. Лактыбай в западной части свода. Это пачки массивных граувакковых песчаников, в которых отсутствуют текстуры, характерные для зоны действия волн, зато присутствуют элементы градационной слоистости. Как правило, они лежат с размывом на подстилающих отложениях. Обломочный материал, вероятно, поставляли зерновые и мутьевые потоки, зарождавшиеся в краевой части короткого шельфа. Данные отложения можно интерпретировать как турбидиты, аккумуляция которых происходила на континентальном склоне в подводных конусах выноса.

Изменения в тектоническом режиме соседних областей, происшедшие в поздневизейское время, отразились в составе осадков. Постепенно они становятся более глинистыми и карбонатными. В разрезе выделяются несколько крупных циклитов. В их основании залегают грубообломочные породы, постепенно сменяющиеся мелко- и тонкозернистыми, а в кровле глины зачастую перекрываются микрозернистыми известняками. Встречаются обломочные разности известняков, образованные переотложенной фауной и обломками карбонатных пород. Известняки, как правило, содержат примесь терригенного материала. Меняется и состав материала, которым сцементированы терригенные, кластические породы. Так, если в нижневизейских граувакках преобладает цемент хлоритово-глинистого состава с тонкозернистым алевролитовым матриксом, то для песчаников поздневизейского возраста характерен кальцитовый цемент.

Верхневизейские песчаники имеют в основном петрокласто-кварцевый состав. Они лучше отсортированы в сравнении с аналогичными породами из разреза нижнего визе. Появление мезомиктовых разностей песчаников, вероятно, связано с перемывом волнами и вдольбереговыми течениями ранее отложенных песчаных осадков. Они образуют массивные горизонты с резко выраженными контактами в кровле и подошве и

в них не наблюдается градационная слоистость. Для мелкозернистых алевритистых песчаников и алевро-песчаников характерна слоеватость, связанная с обогащением углефицированным растительным детритом и слюдой. Возможно, осадки аккумуляровались в подводных протоках и бороздинах авандельты, в результате перемива и частичного разрушения прирусловых валов. На это указывает присутствие комочков глины размером 10-20 мм, которые захоронены вместе с песком.

В разрезе скважин, пробуренных на пл. Лактыбай (скв.27, 34 и 37), описаны гравийные и галечные аргиллиты, содержащие не соприкасающиеся между собой гравийные обломки в глинистом матриксе, а также аргиллиты с включениями песчаного и гравийного материала. В породах наблюдаются следы оползания первичного, слабо литифицированного осадка. Эти признаки, а также присутствие фаций зерновых потоков указывают на то, что седиментация в обширном районе, охватывающем пл. Лактыбай, Жанатан и Северный Тускум, происходила в пределах подводного склона.

Конгломераты и гравелиты, пройденные скважинами в Торткольской зоне, сложены обломками кремней и вулканических пород среднего и основного состава, реже аргиллитов и глинистых сланцев, а также зернами кварца. Песчаники серые, однородные, массивные, полимиктовые, от мелко- до крупно- и грубозернистых, гравелистые, известковистые и неизвестковистые. По составу песчаники являются типичными граувакками. Цемент в них глинистый и глинисто-известковый.

В Жаркамышской зоне (пл. Восточный Акжар и Терешковская) была вскрыта мощная толща нерасчлененных нижневизейских отложений, сложенная переслаиванием терригенных глинистых и кластических пород, которую можно выделить в качестве песчано-глинистой субграувакковой формации. В низах разреза встречаются редкие прослои карбонатных и кремнистых отложений. Доминируют обломочные породы, среди которых встречаются самые разные по крупности образования, от алевролитов до гравелитов и мелкогравийных конгломератов. Наибольшим распространением пользуются песчаники средне-, мелкозернистые, прослоенные алевролитами. В кровле разреза возрастает роль известняков, тонко- и толстослоистых, битуминозных, включающих остатки кремнистых и кальцитовых радиолярий. Текстуры пород – горизонтальные, тонко- и толстослоистые, волнистые с эрозионными желобками, реже косослоистые. Для разреза характерно хаотическое чередование тонких и грубых осадков. Анализ состава, структурных и текстурных особенностей описанных выше отложений позволяют предположить, что они были отложены в подводных каньонах палеосклона в период действия зерновых и, возможно, турбидитных (мутьевых) потоков. Об этом свидетельствует налегание гравелитов, песчаников и других терригенных разновидностей на размытую поверхность ранее накопленных осадков, что типично для отложений этих потоков.

Конец визейского века был ознаменован ослаблением тектонических движений в соседних континентальных областях, что привело к замещению терригенных осадков карбонатными. В Жанажольской и Торткольской зонах последние лежат на выровненной поверхности терригенных отложений. Карбонатные породы, которые сформировались в михайловско-веневское время, практически лишены терригенной примеси и несут следы

осаждения в мелководно-морских обстановках. Только в районе пл. Алибекмола аккумуляция карбонатных осадков изредка прерывалась терригенной седиментацией.

Разрез карбонатных пород поздневизейского возраста сложен водорослевыми биогермными, биокластовыми, биоморфно-детритовыми и микробиально-детритовыми известняками. Для этого времени характерно широкое распространение багряных водорослей (*Praedonezella*), а также кодиевых и мутовчатых сифоней (*Calcifolium*, *Kopiniskopora*). В верхах разреза присутствуют оолитовые известняки, содержащие агрегаты *Microcodium* (скв.5, пл.Жанатан). Они маркируют приподнятые участки карбонатного шельфа, где осадки подвергались воздействию волн и разрывных течений, а временами выступали выше уровня морских вод и выщелачивались. Об этом свидетельствует присутствие калькретов и бичроков (скв. 6, пл.Башенколь). В породах окского надгоризонта фиксируются следы доломитизации.

В западных районах Жаркамысского свода мелководные карбонаты уступают место темно-серым, до черных, биокластовым известнякам, сложенным не отсортированными форменными остатками. Это слоистые, окремненные, пиритизированные породы, содержащие сильно измененное ОВ и пропластки глин. Судя по всему, описываемые осадки накапливались в более глубоководных в сравнении с Жанажольской и Торткольской зонами условиях, вероятно, во внешней части карбонатного шельфа. В кровле разреза визейских отложений здесь появляются известняки темно-серые до черных, слоистые, детритовые, микрозернистые с примесью глинистого материала – глубоководные аналоги известняков Жанажольской зоны.

Максимально низкий уровень стояния морских вод фиксируется на рубеже визейского и серпуховского веков. Побережье серпуховского моря изобиловало отмелями, заливами и изолированными лагунами с ограниченной циркуляцией воды, где накапливались карбонатные осадки со сферо-узорчатой, микросгустковой и строматолитовой структурами. В породах тарусского горизонта присутствуют стяжения сине-зеленых водорослей, а также остатки сифониевых водорослей: кальцифолиумов, палеоберезел, шартимофикусов и конинкопор. В западном секторе, где, видимо, располагалась внешняя часть шельфа (пл. Кожасай и Жанатан) и подводный склон (пл. Башенколь), формировались карбонатные постройки. Самым крупным был Башенкольский массив, сложенный биостромами, которые разделены пластами биоморфно-детритовых известняков. Их толщина достигает 115 м, тогда как высота всего массива, кровля которого фиксируется на глубине 4188 м, составляет 583 м. В основании постройки распространены микритовые известняки водорослево-мшанкового состава, основным пороодообразующим компонентом которых являются скелетные элементы мшанок.

В породах протвинского горизонта значение багряных водорослей снижаются. Они уступают сине-зеленым и зеленым водорослям, представленным кодиевыми и мутовчатыми сифониями, строматолитами, гирванелами и др. В краевых участках поднятий накапливался грубообломочный карбонатный детрит: остатки брахиопод, криноидей, мшанок и других организмов. В верхней части разреза появляются известковые песчаники сложенные окатанными водорослевыми стяжениями,

раковинками фораминифер, пелоидами, ооидами и кортоидами. Вдоль северного и западного края Жанажольской зоны и в Торткольской зоне развивались карбонатные постройки. Речь идет о плоских органогенных сооружениях высотой от первых до первых десятков метров, которые были приурочены к выступам морского дна в сводах локальных поднятий. Каркасообразующими организмами были водоросли: зеленые (шартимофикусы, кальцифолиум, конинкопора), сине-зеленые (гирванела) и багряные (унгдарела, праедонецела), реже мшанки. Повсеместно в породах встречаются обломки стеблей морских лилий, раковины брахиопод и пелоиды.

К западу от края шельфа - зоны распространения рифоподобных построек – накапливался карбонатный зернистый материал. Им сложены клиноформы, в свою очередь сменяющиеся бассейновыми фациями. В составе клиноформных образований преобладают обломки водорослевых стяжений и несортированные фаунистические остатки. Размерность обломков меняется с глубиной от грубозернистой у подножья биогермных построек до мелкозернистых, обогащенных микритовым материалом в дистальных частях шлейфа. Далее на запад они сменяются глубоководными образованиями - известняками, черными, микро- и тонкокristаллическими, слоистыми, битуминозными, содержащими раковинки радиолярий и спикулы губок. Описываемые отложения могут быть определены как глубоководные аналоги карбонатных пород, накапливавшихся в восточных районах Жаркамысского свода. Аккумуляция данных образований продолжалась длительное время и сопровождалась неоднократным размывом, что объясняет выпадение отдельных стратиграфических горизонтов из разреза ряда скважин. О глубоководном генезисе данных пород свидетельствует их обогащение остатками кремнеотражающих организмов: раковинками радиолярий и спикулами губок.

Формирование карбонатного комплекса среднего карбона (башкирский век) началось в условиях постепенной регрессии моря. В Жанажольском и Торткольском секторах продолжали накапливаться мелководные осадки, в которых постепенно возрастала доля образований, характерных для лагун и приливно-отливных отмелей. Впрочем, судя по тому, что при бурении скв. П-6 на пл.Башенколь была обнаружена донцеловая биогерма высотой 80 м, водорослевые постройки продолжали развиваться в краевой части палеошельфа.

. В скважине Г-2 пл.Жагабулак присутствуют строматолитовые известняки с характерной корковой и микросгустковой структурами. Они содержат стяжения водорослей, природу которых не удалось определить, а также детрит морских лилий и раковинки фораминифер, что характерно для верхней части «карбонатных холмов», формировавшихся в обстановках «зарифовой» лагуны или в прибрежной части шельфа. На Алибекмолинском поднятии башкирские известняки имеют преимущественно водорослевую природу и сложены донцеловыми и унгдарелово-березеловыми стяжениями. Биокластовые разности встречаются довольно редко.

Регрессия моря, проявившаяся во второй половине башкирского века, сопровождалась размывом отложений, усилившемся в конце башкирского века и в наибольшей степени затронувшим южную часть Жаркамысского свода. Так, в скв.2 и 3

пл.Тохутколь башкирские отложения полностью отсутствуют. Они появляются к северу от этого поднятия. При этом их мощность постепенно увеличивается до 250-290 м.

В условиях регрессии моря рост карбонатных построек в башкирское время значительно замедлился, что сказалось на объеме обломочного материала, поступавшего на подводный склон. Лишь в самом конце этого века из-за интенсивного размыва отложений карбонатной платформы здесь стали накапливаться мощные наносы, сложенные разнообразным карбонатным детритом, которые можно отнести к предрифтовой фации.

Для континентального склона, располагавшегося на крайнем западе Жаркамысского выступа, характерны отложения, которые формировались в анаэробных условиях, господствовавших в придонном водном слое при дефиците терригенного и карбонатного материала. Это тонкослойчатые битуминозные образования глинисто-кремнисто-карбонатного состава. Присутствуют также аргиллиты, обогащенные ОВ. Описываемые отложения, формировавшиеся на подводном палеосклоне, характерны для нижней части нерасчлененной толщи, возраст которой определяется как поздневизейско-ассельский.

Формирование раннемосковских отложений происходило на фоне трансгрессии моря, которая сопровождалась постепенным углублением бассейна седиментации и привела к сокращению площади, занимавшейся мелководными карбонатными осадками. Их состав также значительно изменился. Распространение получили биогермные водорослевые известняки, донцеловые и березелидовые, наряду с биоморфными, детритовыми и пелоидно-биокластовыми разностями. В Жанажольской зоне, сложились условия, благоприятные для роста биогерм, которые располагались на выступах морского дна. Шельфовые органогенные постройки были выявлены в восточной части поднятия Южный Мортук, на северном своде пл. Жанажол, на структурах Жагабулак и Алибекмола. Мощность верейско-каширских отложений в Жанажольской зоне составляет 200-350 м.

В Торткольской зоне верейские и каширские отложения представлены серыми водорослево-фораминиферовыми, пелоидно-биокластовыми, микрозернистыми и детритовыми известняками со следами биотурбации осадка илюдами. Мощность раннемосковских отложений в Торткольской зоне колеблется от 100 до 150 м, значительно сокращаясь в восточном направлении.

Начавшаяся в середине подольского времени регрессия моря развивалась и в мячиковское время, которое было отмечено распространением карбонатных песков, оолитовые известняки и других разностей (пл. Жанажол и Урихтау). Широкое развитие получили и водорослевые биостромы (пл. Алибекмола и Вост.Жанажол). Мощность отложений московского яруса Жанажольской зоны превышает 1000 м.

4.2. Вторичные преобразования в осадках

Пустотное пространство пород-коллекторов в составе терригенного комплекса нижнего карбона формировалось главным образом, на стадии аккумуляции осадков, на которой определился их гранулометрический и минеральный состав, степень сортировки и соотношение первично осажденного глинистого и известкового цементирующего

материала. Однако процессы, протекавшие в диа- и катагенезе, нередко приводили к изменению его структуры. Так, образование регенерационных каемок на зернах кварца и полевых шпатов приводило к уменьшению объема порового пространства. В то же время это способствовало упрочению каркаса породы и, соответственно, сохранению ее в качестве коллектора. Не меньшее влияние на емкостные свойства пород оказывало изменение состава и типа цемента. В песчаниках, являющихся основным терригенным коллектором в породах нижнего карбона, содержание первичного глинистого или карбонатного цемента не превышает 2-8%. Он фиксируется в виде тонких пленок на обломочных зернах и частично выполняет межзерновое пространство. В песчаниках из продуктивных горизонтов наряду с неизменным глинистым цементом встречается хлоритовый и кварцевый цемент, а также кварцитоподобные конформно-регенерационные структуры, которые обычно возникают на поздних стадиях катагенеза и в метагенезе. Очевидно, что погружение пород в недра сопровождалось их уплотнением, цементацией и аутигенным минералообразованием. Нередко в них присутствуют следы выщелачивания подземными водами.

Постседиментационные процессы в карбонатных породах проявились еще сильнее. Первичные поры, по которым двигались поровые флюиды, выщелачивавшие осадок, во многих случаях практически не сохранились. При этом, однако, развивалась вторичная, унаследованная пористость, объем которой зачастую превышал первоначальный. Выщелачивание протекало неоднократно и с различной степенью интенсивности. При субаэральной экспозиции образовывались поры, и каверны с микрозернистым изометричным кальцитом по краям полостей. В биоморфных, пелоидно-биокластовых, биоморфно-детритовых и оолитовых известняках выщелачивание носило избирательный характер. Им были затронуты участки на контактах с межформенными и внутриформенными первичными порами. Выщелачивание микрозернистых, детритовых и других плотных разновидностей известняков происходило вдоль трещин. При этом формировались щелевидные каверны.

Сокращение объема пустотного пространства связано с процессами вторичного минералообразования. Его заполнению способствовали окремнение, доломитизация и перекристаллизация. Следы последней можно видеть во всех литотипах карбонатных пород. В различной степени она затронула как цемент, так и органические остатки. Ею могут быть охвачены как небольшие участки в виде пятен и прожилок, так и вся порода. Еще более важную роль сыграли процессы доломитизации. Доломитизация, вызванная растворением карбонатного материала слабо минерализованными растворами, способствовала формированию вторичной пористости в известняках. Окремнение карбонатных пород привело к образованию микровкраплений кварца, агрегатов кремня и пятен халцедона.

Глава 5. Коллекторские свойства и нефтегазоносность подсолевых отложений Жаркамышского свода

В разрезе каменноугольных отложений Жаркамышского свода присутствуют породы, как терригенного, так и карбонатного состава, способные играть роль коллекторов для скоплений нефти и газа. Они были выделены по результатам

лабораторных исследований коллекторских свойств, изучения пустотного пространства пород и трещин в петрографических шлифах, а также по материалам испытания пластов на приток.

5.1 Типы коллекторов терригенных отложений.

В терригенной части разреза отложений нижнего карбона Жаркамьского свода было выделено 7 пластов-коллекторов, сложенных песчаниками, которые нередко включают грубообломочные разности пород и разделены горизонтами глин, служащих флюидоупорами. Оценка коллекторских свойств терригенных отложений проводилась в соответствии с классификацией, разработанной А.А.Ханиным для пород песчано-алевритового состава, обладающих межзерновой пористостью. Величина открытой пористости песчаников колеблется от 11,44% до 19,02%, среднее значение 14,98%, газопроницаемость от $1,1 \times 10^{-15} \text{ м}^2$ до $232,9 \times 10^{-15} \text{ м}^2$. По проницаемости, согласно классификации А.А. Ханина, они относятся к V, IV и III классам коллекторов, что соответствует низко-среднепроницаемым коллекторам. Алевролиты нижнего карбона очень редко становятся коллекторами (пл. Лактыбай, скв.27).

Анализ гранулометрического состава терригенных пород в продуктивных пачках показал, что наиболее высокими значениями пористости характеризуются мелко- и среднезернистые песчаники со средней и хорошей степенью сортировки. Обычно песчаные коллектора содержат незначительное количество цементирующего материала (>2-8%).

5.2. Типы коллекторов карбонатных отложений

Для типизации карбонатных коллекторов использовалась классификация карбонатных пород, предложенная К.И. Багринцевой (1977, 1989), в которой основные параметры, определяющие коллекторский потенциал: пористость, проницаемость и остаточная водонасыщенность связаны с лито-генетическими типами карбонатных пород. Результаты исследования коллекторских свойств известняков и доломитов, являющихся продуктивными в районе Жаркамьского свода, позволяют сделать вывод, что основные коллекторы (>80%) здесь принадлежат к поровому типу.

Значения пористости и проницаемости в изученных нами карбонатных коллекторах порового типа колеблются в широких пределах от 6,0 до > 30,0% для пористости, от 0,1 до $>2000 \cdot 10^{-15} \text{ м}^2$, для проницаемости. Величина остаточной водонасыщенности в зависимости от объема и структуры порового пространства породы может меняться в еще больших пределах: от 3 до 70%. Коллекторами являются следующие лито-генетические типы карбонатных пород (по мере убывания их значимости): биогермные и биоморфные известняки, доломиты, оолитовые и биоморфно-детритовые крупнозернистые известняки. В этих породах проявляется прямая зависимость между величинами открытой пористости и абсолютной газопроницаемости с тенденцией увеличения проницаемости по мере увеличения емкости порового пространства. В то же время различия в значениях пористости по классам с разной проницаемостью настолько велики, что не приходится говорить о какой-либо реальной зависимости между указанными параметрами.

Наряду с поровыми коллекторами встречаются и другие их типы: порово-трещинные (10%), трещинно-поровые (4%). Трещиноватые породы уверенно выделяются при сканировании керн в ультрафиолетовых лучах.

5.2. Фильтрационно-емкостные свойства основных литотипов пород

Наиболее полно коллекторские свойства нижнекаменноугольных терригенных отложений исследованы в 346 образцах из семи скважин месторождения Лактыбай, 33 образцах из скважин В. Тортколь 1, В. Тортколь 2, Тортколь 3, В. Тобускен 2, Терескен 1. Большинство обломочных пород (90%) не являются коллекторами. Половина из них имеет пористость менее 5%, а другая половина – от 5 до 11%. Все они обладают проницаемостью ниже одного миллидарси (при отсутствии трещин) и признаны непредставительными для характеристики коллектора. К представительным образцам отнесены образцы с открытой пористостью от 11% и выше, проницаемостью выше $1 \times 10^{-15} \text{ м}^2$, около 10% пород имеют пористость от 11 до 19% и их количество составляет 10% от всех изученных образцов обломочных пород.

Коллекторскими свойствами обладают мелкозернистые песчаники и крупнозернистые алевролиты мезомиктового состава, а также мелко-среднезернистые песчаники. Первые относятся к трещинно-поровому типу коллектора, вторые – преимущественно к поровому типу. Большинство изученных образцов принадлежат к IV и V классу коллекторов и характеризуются невысокими фильтрационно-емкостными свойствами.

Статистический анализ распределения показателей фильтрационно-емкостных свойств в отдельных литогенетических типах карбонатных отложений выявил четкую связь их с морфогенетическими типами пород. Максимально высокими коллекторскими свойствами обладают биогермные и биоморфные известняки. Открытая пористость более 6% была установлена в 79,6% образцов, проницаемость свыше $0,1 \cdot 10^{-15} \text{ м}^2$ – в 82,7%. Пористость этих коллекторов может достигать 26-28%, проницаемость свыше 1000 мД. Высокими емкостными свойствами характеризуются также доломиты: пористость свыше 6% наблюдается в 67,9% образцов, проницаемость свыше $0,1 \cdot 10^{-15} \text{ м}^2$ – в 73,8% образцов этих пород при максимальных значениях пористости 24-26% и максимальной газопроницаемости свыше 1000 мД. По анализу гистограмм пористости и проницаемости пеллоидно-биокластовые известняки попадают в основном в группу пород-неколлекторов (пористость 0-6% в 61,9% образцов). Значения проницаемости $< 0,1 \cdot 10^{-15} \text{ м}^2$ были зафиксированы в 53,8% образцов.

Оолитовые и сгустковые известняки близки по коллекторским свойствам. Значительная часть всех исследованных образцов (до 65%) являются плотными и имеют проницаемость менее 0,1 мД (52%), 60-70% образцов имеют пористость ниже 6%. Остальные образцы являются коллекторами, обладают различной пористостью и проницаемостью в зависимости от интенсивности процессов выщелачивания.

5.3. Морфология пустотного пространства.

Исследование пустотного пространства пород-коллекторов в подсолевом комплексе Жаркамысского свода выявило его крайнюю неоднородность и

неравномерное распределение в разрезе осадочных образований. В зависимости от времени возникновения выделяются первичные (седиментационные и диагенетические) и вторичные (катагенетические) пустоты. Формирование первых определялось физико-химическими и биохимическими процессами, протекавшими в не литифицированном осадке. В карбонатных отложениях выделяются межзерновые и межформенные поры, а также поры выщелачивания (до 1мм). В терригенных образованиях развиты межгранулярные поры, ваги, поры выщелачивания, каверны (1-10 мм) и карстовые полости (>10 мм). Отдельно следует рассматривать трещины, развитые в карбонатных и терригенных породах. Проведенные исследования позволяют сделать вывод о доминирующем значении вторичных пустот в породах коллекторах нефти и газа.

5.4. Нефтегазоносность территории Жаркамышского свода

В подсолевом комплексе Жаркамышского свода разведаны залежи углеводородов в терригенных (пл.Жанатан, Локтыбай, Восточный Акжар) и карбонатных (пл.Жанажол, Урихтау, Кожасай, Алибекмола, Синельниковское, Южный Мортук, Восточный Мортук) породах. Вмещающими УВ породами в терригенном разрезе служат песчаники, алевролиты и трещиноватые аргиллиты нижнего карбона и нижней перми, а в карбонатном разрезе таковыми являются разновидности известняков и доломиты каменноугольного возраста.

Обобщая данные, полученные в ходе проведения буровых и геофизических работ, в терригенных и карбонатных подсолевых отложениях Жаркамышского свода, выделяются пять нефтегазоносных комплексов: нижнекаменноугольный, верхневизейско-нижне-подольский, верхнемосковско-гжельский, гамма-активной пачки и сакмарско-артинский. Эти нефтегазоносные комплексы лежат на карбонатных породах девона и перекрываются кунгурскими эвапоритами, служащими региональным флюидоупором.

В разрезе терригенного комплекса нижнего карбона выделяются до семи продуктивных горизонтов, сложенных песчаниками и алевролитами мощностью до 40 м (пл.Лактыбай). Значения открытой пористости пород в нефтеносных горизонтах варьируют от 8,5 до 25,1%, проницаемости до 0,95 мкм², а нефтенасыщенность составляет до 65-90%. Открыты месторождения Жанатан и Лактыбай. Залежи нефти характеризуются повышенным АВПД.

В карбонатных отложениях поздневизейско-раннемосковского возраста присутствует девять нефтегазовых пластов мощностью до 70 м, разделенных непроницаемыми карбонатами и глинистыми породами. Коллектора в основном представлены биогермными и биоморфными разностями известняков относятся к поровому, порово-трещинному и каверно-поровому типам. Открытая пористость составляет в них 6,5-18,5%, проницаемость - 0,06-2,2мкм², нефтенасыщенность до 95%. Промышленные залежи нефти и газа выявлены на месторождениях Жанажол, В.Жагабулак, Алибекмола, Кожасай и др.

В отложениях нерасчлененной пачки поздневизейско-раннепермского возраста, отличающихся высокой гамма-активностью, породы характеризуются повышенной трещиноватостью. Они распространены лишь в пределах Жаркамышской структурной

зоны. Нефтеносность и коллекторские свойства этих отложений слабо изучены. Данные исследования керна из скв. 5 пл. В.Акжар свидетельствуют о том, что коллекторы здесь трещинного типа (дебиты нефти до 1200 м³/сут). Незначительные притоки нефти из отложений гамма активной пачки отмечались на площади Каратюбе.

Размещение залежей нефти и газа в пределах Жаркамысского свода в основном контролируются зонами распространения нефтегазоносных комплексов пород, наличием глубинных разломов и формированием ловушек УВ. В целом формирование и размещение залежей нефти в подсоловых отложениях Жаркамысского свода характеризуется весьма благоприятными структурными и тектоническими условиями.

5.5. Перспективы открытия новых скоплений УВ

Высокая перспективность подсоловых отложений Жаркамысского свода определяется благоприятным сочетанием коллекторов, ловушек, локальных и региональных флюидоупоров, присутствием высокобитуминозных тонкозернистых отложений, связанных фациальными переходами с карбонатными и терригенными образованиями. Территорию Жаркамысского свода можно условно разделить на зоны распространения терригенных и карбонатных коллекторов различной степени перспективности. В основе оценки перспектив открытия новых скоплений нефти и газа лежит анализ площади распространения, мощности и качества региональных и зональных природных резервуаров, включающих породы-коллекторы и породы с экранирующими свойствами. Главным региональным экраном для пород-коллекторов подсолового палеозоя, обеспечивающим надежную изоляцию недр, является кунгурская галогенная толща. К флюидоупорам локального распространения можно отнести пачки глинистых пород, присутствующих в разрезе отложений поздневизейского и раннемосковского (межкарбонатная терригенная толща) возраста.

В качестве нефтегазогенерирующих следует рассматривать девонские и нижнекаменноугольные карбонатно-терригенные породы, залегающие между подошвой карбонатных отложений поздневизейского возраста и фундаментом. Максимальная их мощность в районе Жаркамысского свода достигает 5-5,5 км.

К наиболее благоприятным в плане перспектив открытия новых скоплений нефти и газа являются те сектора в пределах Жанажольской зоны, где присутствуют карбонатные постройки, формировавшиеся в краевой части шельфа. Это наиболее крупный коллектор нефти и газа, перекрытый нижнемосковскими терригенными отложениями. Именно в нем были открыты массивные залежи углеводородов на месторождениях Жанажол, Урихтау, Синельниковское, Алибекмола и др.

Главными объектами на новом этапе проведения нефтепоисковых работ в регионе должны стать карбонатные породы визейско-башкирского и раннемосковского возраста, образующие валообразные антиклинальные поднятия на краю древней карбонатной платформы. Здесь на краю палеошельфа присутствуют органогенные постройки с высокочемкими коллекторами, зоны развития которых мигрируют к востоку по мере их омоложения. Крупные скопления УВ могут быть открыты на таких структурах как Центральный Якут, Умит, Куантай и Северный Якут, приуроченные к валообразным поднятиям на продолжении известных месторождений Алибекмола, Жанажол,

Синельниковское. Здесь карбонаты прибрежно-шельфового генезиса перемежаются с дельтовыми образованиями: горизонтами терригенных осадков, служащих флюидоупорами.

Терригенные коллекторы раннекаменноугольного возраста развиты в пределах всей площади исследований. Перспективными для поисков скоплений УВ следует считать валообразные поднятия в зоне распространения отложений зерновых и мутьевых течений. Эти поднятия образуют зону меридионального простирания, включающую помимо структур с установленной нефтеносностью, Лактыбай и Жанатан, также поднятия Сев. и Южн. Тускум, Восточный Тобускен и Западный Кожасай.

Промышленные залежи нефти могут быть открыты и в отложениях доманикоидного типа, представленных комплексом тонкослоистых пород глинисто-карбонатно-кремнистого состава. Залежь нефти в породах этого типа была открыта на площади Восточный Акжар, которыми там сложена нерасчлененная пачка гамма-активных осадков поздневизейско-ассельского возраста. В процессе испытаний пластов, сложенных описываемыми породами были получены значительные притоки нефти и газа. Описываемые отложения перспективны на площадях Каратюбе, Киндысай, Курсай и др. В этой зоне, где распространены коллекторы трещинного типа, могут быть открыты массивные залежи УВ. Подобные отложения протягиваются в глубь Центрально-Прикаспийской депрессии. Это обстоятельство должно стимулировать развертывание нефтегазопромысловых работ в этой части Прикаспийского бассейна с использованием современных сейсмических средств для поиска ловушек различного типа.

Весьма привлекательными могут быть отложения, сформировавшиеся на склоне палеошельфа в Жанажольской зоне, где развиты шлейфы осадков «предрифовой» фации. Также значительный интерес представляют карбонатные купола в отложениях окско-серпуховского возраста, имеющие относительно глубоководный генезис. Именно с ними связаны залежи нефти и газа, открытые в пределах северного борта Прикаспийской впадины (пл. Карачаганак).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исследование литологического состава и фациальной принадлежности отложений поздневизейско-раннемосковского возраста, обстановок их аккумуляции в разных секторах Жаркамысского свода, а также особенностей постседиментационных трансформаций, определивших коллекторские свойства пород, позволило прийти к следующим выводам:

1. Терригенные граувакковые и субграувакковые отложения образуют мощную толщу, проградировавшую в течение турнейско-визейского времени в направлении Центрально-Прикаспийской депрессии. Этот комплекс сложен пролювиально-дельтовыми, прибрежно-морскими и подводно-склоновыми (дебриты и турбидиты) отложениями, перспективы нефтегазосности которого, связаны с зонами распространения дебритов и проксимальных турбидитов.

2. Вышележащий карбонатный поздневизейско-раннемосковский комплекс образован фациями лагунных, мелководно-морских и подводно-склоновых отложений, распределение которых по площади менялось в эпохи трансгрессий и регрессий морских

вод. Выщелачивание известняков, экспонировавшихся на поверхности, сопровождалось формированием покровов палеопочв, что, как правило, приводило к улучшению их коллекторских свойств. Благодаря идентификации горизонтов палеопочв в разрезах карбонатных отложений удалось выделить циклиты второго и третьего порядка, отражающие колебания уровня каменноугольного моря;

3. Перспективы открытия новых крупных месторождений нефти связаны главным образом с высокочемкими поровыми коллекторами в зонах развития биогерм и биостромов раннего и среднего карбона;

4. Подводно-склоновые отложения карбонатно-глинисто-кремнистого состава, в высокой степени, обогащенные битумоидами, способны не только генерировать УВ, но и вмещать значительные их скопления.

**Основные положения диссертации изложены в следующих
опубликованных работах:**

1. Комплексные биостратиграфические и микрофациальные исследования второй карбонатной толщи восточной части Прикаспийской впадины. «Недра Поволжья и Прикаспия», вып. 45, 2006, с. 23-33.
2. Перспективные направления биостратиграфических исследований в нефтяной геологии. (совместно с Л.З. Ахметшиной, А.Г. Калмыковой). «Нефть и газ», вып. 21, 2004, с.3-7.
4. Циклический характер карбонатного осадконакопления восточной части Прикаспийской впадины (совместно с Б.К. Баймагамбетовым, Л.З. Ахметшиной). «Нефть и газ», вып. 28, 2005, с. 9-11.
5. Литолого-фациальная характеристика визейско-серпуховских и башкирских органогенных построек восточного борта Прикаспийской впадины (совместно с Л.З. Ахметшиной, Б.К. Баймагамбетовым). Материалы Международного совещания «Геология рифов». ИГ Коми научный центр Уральское отделение РАН, Сыктывкар, 2005, с. 69-72.
6. Следы палеопочв в башкирских – нижнемосковских отложениях восточного борта Прикаспийской впадины (совместно с Л.З. Ахметшиной). Материалы седьмой Международной конференции «Новые идеи в геологии и геохимии нефти и газа». МГУ, Москва, 2004, с.232-233.
7. Microfacies and reservoirs of the second carbonate bed of Alibekmola oil field (precaspien depression) (совместно с Л.З.Ахметшиной, Б.К.Баймагамбетовым, О.М. Набока, О.С.Турко-вым, З.У.Джарылгасовой) 32nd International geological congress, Part I, Firenze, 2004. P.145.
8. Biostratigraphy and Microfacies of the Famennian Hydrocarbon-Bearing Complex in Western Kazakhstan (Peri-Caspian Basin) (совместно с Л.З. Ахметшиной, Н.Б. Гибшман, С.Николаевой) 32nd International geological congress, Part I, Firenze, 2004. P.147.