

МОСКОВСКИЙ ОРДЕНА ЛЕНИНА, ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
И ОРДЕНА ОКТЯБРЬСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М. В. ЛОМОНОСОВА

Геологический факультет
Кафедра литологии и морской геологии

На правах рукописи
УДК. 552.122:552.14:551.763.3/477.75/

ДЖАЙАКРИШНАН СРИДХАРАН

ЛИТОЛОГИЯ И УСЛОВИЯ ОСАДКОНАКОПЛЕНИЯ
СЕНОМАН-ТУРОН-КОНЬЯКСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ
ЮГО-ЗАПАДНОГО КРЫМА

Специальность 04.00.21 - Литология

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата геолого-минералогических наук

Москва - 1993 год

Работа выполнена на кафедрах литологии и морской геологии и исторической и региональной геологии геологического факультета Московского Государственного университета имени М.В.Ломоносова.

Научные руководители: доктор геолого-минералогических наук, профессор, академик /АЕН РФ/
Б.Т.Фролов
кандидат геолого-минералогических наук, доцент Л.Ф.Копзевич

Официальные оппоненты: доктор геолого-минералогических наук, профессор В.Г.Кузнецов,
кандидат геолого-минералогических наук, ведущий научный сотрудник
Н.Ф.Чумакова

Ведущая организация: кафедра петрографии, Российский Университет Дружбы Народов.

Защита диссертации состоится 24 сентября 1993 г. в 14.30 часов на заседании специализированного совета Д.053.05.64 по геологии, поискам и разведке нефтяных и газовых месторождений, месторождений твердых горючих ископаемых и литологии при Московском Государственном университете им.М.В. Ломоносова по адресу: 119 899, ГСП, Москва, В-234, Ленинские горы, МГУ, Геологический факультет, ауд. 324

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке геологического факультета МГУ, зона "А", 6 этаж.

Автореферат разослан
Ученый секретарь
специализированного совета

Н.В.Пронина

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. Верхнемеловые отложения Юго-Западного Крыма, как и смежных областей, являются ключом для понимания процессов и условий все еще не ясной карбонатной седиментации, особенно однотипной океанской, которая менее доступна для изучения. Поэтому каким бы малым ни был район изучения (в данной работе - междуречье Бельбека и Альмы), детальное изучение разреза и расшифровка способов и обстановок накопления и преобразования карбонатных осадков во многом проливает прямой свет на их генезис, на геологические этапы развития данного бассейна и историю океана в позднемеловом этапе, поскольку общими для них являются эвстатические колебания уровня океана, развитие биоса, геотектонический и климатический контроль и постседиментационное преобразование осадков и пород. Это в полной мере относится к наиболее информативному отрезку верхнего межа сеноман-коньякскому, в протяжении которого район испытал смену мелководий наибольшим углублением и наступившее новое обмеление, по крайней мере некоторое, т.е. полный крупный цикл осадконакопления. Последовавший за ним сантон-маастрихтский во многом ему подобен и может быть глубоко понят в сравнении с сеноман-коньякским. Общенаучная литологическая и стратиграфо-палеографическая актуальность темы и работы подчеркивается еще хорошей предварительной изученностью верхнемеловых отложений, позволившей поставить данные специальные исследования и в какой-то мере завершить полное и комплексное его представление для геологов, соединив лито-, био- и циклостратиграфию с палеоэкологическим, литологическим, генетическим анализами и отчасти с геохимическим изучением, хотя последнего еще недостаточно.

Цель работы. Основной целью работы было выяснение генезиса отложений - способов и условий их первичной седиментации и реседиментации, процессов постседиментационного преобразования, маскирующего первичные черты осадков, и восстановление эволюции бассейна на протяжении одного макроцикла.

Задачи исследования. Основными задачами исследования были: 1) детальное литологическое изучение пород, включая определение главных биогенных и абиогенных компонентов и их изменения по циклитам и в целом по разрезу; 2) изучение строения отложений, прежде всего текстуры толщ разноранговой цикличности; 3) проведение генетического анализа с выделением литологических типов слоев (литотипов,

ЛТ или ЛТС), которые относились к определенным генетическим типам отложений (ГТО); 4) изучение подводного выветривания осадков и пород, в особенности биоэлювиирования, и перерывов седиментации; 5) определение палеогеографических параметров осадконакопления; 6) восстановление основных условий осадконакопления и преобразования осадков и пород и эволюции их на протяжении сеномана.

Научная новизна. Впервые систематично и комплексно изучен вещественный состав пород района: минеральный и компонентный состав, структура и текстура, нерастворимый остаток и группы биоконпонентов, проведены микропалеонтологические и изотопные исследования. Новым было выявление элементарной цикличности - как типа периодической, так и событийной, определение их генезиса. Впервые литологическое изучение доведено до выделения литотипов слоев, которые были расшифрованы как определенные генетические типы отложений, т.е. новым стал и генетический анализ. Он подвел солидную базу под определение условий осадконакопления в поздне меловом бассейне: температуры, газового режима, гидродинамики и отчасти глубины бассейна. Выявленная разноранговая и разнотипная цикличность детализирует эволюцию бассейна.

Практическое значение. Данные по вещественному составу песчаности, глинистости, биоконпонентам, биотурбированности, пористости, трещиноватости, аутигенным минералам - основа определения пород как цементное и иное сырье, а мощные прослои монморлонитовых глин как отбеливающее и адсорбционное сырье. Выявленное цикличное строение и перерывы - основа региональной стратиграфии и геокартирования. Практическое значение имели и имеют халцедоновые кремни, приуроченные к нижнему турону.

Фактический материал. В основу диссертации положен материал, собранный автором в течение трех полевых сезонов (1989 - 1991 гг.), обработанный и изученный в лабораториях геологического факультета и других организаций. Изучив весь разрез верхнего мела, автор сконцентрировал свое внимание на нижней сеноман-коньякской части, разрез которой был детально (по слоям) описан, зарисован, сфотографирован и изучен. Это послужило фактической базой обобщений и выводов. Литологический материал лег на хорошую и надежную биостратиграфию.

Полевые исследования и послодойное описание разрезов проведены по водоразделу рр. Альма и Бодрак, по долине р. Бодрак, верховьям Чах-Махлы, Шара и Мендер, на склонах г. Сельбруха, в ов. Аксудере,

на г. Вешкош и на окраинах г. Бахчисарай и по р. Бельбек. В полевых исследованиях помимо визуального описания производилось опробование соляной кислотой, зарисовки и фотографирование. Определялся нерастворимый остаток (н.о.).

Объем лабораторных исследований: изучено и описано 300 шлифов, проведено 45 определений н.о., химических анализов 30, рентгеноструктурных определений глинистых минералов 32, в сканирующем электронном микроскопе изучено 10 образцов и 150 снимков, методом инфракрасной спектроскопии исследован компонентный состав пород 36 образцов, проведены изотопные определения 5 образцов. Используются фондовые и литературные материалы.

Полевые и лабораторные исследования в 1989 - 1990 гг. и на заключительном этапе работы проводились под руководством академика АЕН России профессора д.г.-м. н. В.Т. Фролова, в 1991 г. в поле и до завершения работы в камеральных условиях руководила исследованиями доцент кафедры исторической и региональной геологии к.г.-м.н. Л.Ф. Копаевич, а также профессор д.г.-м.н. Д.П.Найдин. Всем им, а также д.г.-м.н. И.И.Плюсниной, к.г.-м.н. А.С.Алексееву, с.н.с. М.Н.Щербаковой, ассистенту В.Л.Косорукову и многим другим лицам, оказывавшим помощь и внимание, автор очень признателен и благодарен, особенно профессору С.И.Шуменко, профессору зав. кафедрой и морской геологии О.В.Япаскурту, академику Е.Е.Милановскому

Защищаемые положения.

1. Сеноман-турон-коньякские отложения - единый макроциклит и макроцикл осадконакопления, отвечающий самостоятельному региональному этапу развития бассейна седиментации и более обширного региона, т.е. полноценная в историко-геологическом отношении местная, точнее, региональная, стратиграфическая единица-серия, которая представляет собой конкретную формационную единицу, требующую лишь формационной расшифровки.

2. Сеноман-турон-коньякская серия расчленяется на более мелкие циклиты разных рангов, отвечающие фазам седиментации разной длительности, вплоть до мелких, элементарных, выделенных впервые. Основные группы: периодитовые, длительностью до 12000 лет и более, возможно имеющие космическую первопричину, и событийные (доннофлювиальные, турбидитные, темпеститовые и пеплопадные). Циклитовость - общее и универсальное свойство изученных отложений; помимо периодитов широко развиваются седиментационно-элювиальные циклиты, чаще всего мезоциклитового ранга.

3. Внешне литологически однообразные и неслоистые известняковые отложения при детальном изучении расчленены на не менее 23 литологических типов слоев.

4. Основными генетическими типами седиментационных накоплений являются тиховодные плантоногенные, в основном фораминиферо-кокколитовые отложения, на втором месте - доннофлювиальные типы контуритов и более редкие - турбидиты типа "дистальных турбидитов", темпеститы и туфы. Почти все отложения в результате подводного выветривания стали на 80 - 90% биотурбитами, на 10 - 20% - панцирями, а также перлювием, гальмиролититами и изредка маломощными развалами.

5. Сеноман-турон-коньякские отложения (вероятно, на 70 - 80%) сложены известняками и мергелями (не более 10 - 20%). Другие петротипы - глаукониты, песчаники, глины, кремни - составляют не более 1 - 2%.

6. Почти все время накопления сеноман-турон-коньякских отложений глубина бассейна колебалась от 100 до 300 (и возможно более) метров. Наиболее глубоководен бассейн был в позднесеноманское время, нормально-соленым с нормальным газовым режимом и теплопроводным (20 - 25 °C), с удаленным от расчлененной суши и от большого терригенного стока, расположенным в аридной или семиаридной зоне. Временами в западинах дна возникали условия с дефицитом кислорода или без него (битуинозные глины и мергели или темные известняки с сохранившейся мм слоистостью), а температура воды медленно (тысячелетиями) снижалась или поднималась не менее чем на 4 °C. В области современной первой гряды Крыма или несколько южнее существовал плоский остров или подводная отмель.

7. Сеноман-турон-коньякские отложения являются окраинноплитной планктоногенно-биотурбитовой известняковой формацией.

Апробация и реализация работы. Основные полсжения работы докладывались на кафедрах литологии и морской геологии и исторической и региональной геологии, на научной конференции молодых ученых в 1992 г. и отражены в трех статьях (в соавторстве), сданных для публикации в Вестник МГУ.

Объем работы. Диссертация объемом 146 страниц машинописного текста состоит из введения, 5 глав и заключения. В работе содержится 27 иллюстраций и 37 таблиц. Список литературы - 154 работы.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Глава 1. Методика исследования.

Методика исследования была комплексной, которую можно назвать литолого-палеонтолого-геохимически-стратиграфической. Полевые исследования включали предварительный осмотр основных разрезов и затем их детальное описание и изучение. Первым принципом методики был геологический подход, т.е. исследование начиналось со стратиграфии, с выделения местных стратиграфических единиц крупного ранга (серий и свит), что является необходимым условием правильной ориентации в палеопространстве и правильного выделения основных единиц разреза геологического масштаба. Все геологические тела рассматривались как циклиты разного ранга - от мегациклитов до элементарных циклитов (ЭлЦЛТ). Вторым принципом методики было структурно-литологическое изучение выделенных циклитов (ЦЛТ), т.е. выделение их элементов и циклитов низшего ранга. Третьим принципом стало применение литогенетического анализа, завершавшегося выделением литотипов слоев. В качестве четвертого принципа можно рассматривать общее изучение пород, т.е. всех их структурных и вещественных сторон.

Таким образом, после всестороннего расчленения и анализа все более мелких тел мы проводили обобщения и синтез, которые приводили к генетическим интерпретациям, предварительно намечавшимся еще на предшествующих аналитических стадиях исследования, т.е. выполняли генетический, палеогеографический и историко-геологический синтез. Данная методика, ее принципы и последовательность операций базируются на разработанной понятийной базе и классификациях (Фролов В.Т., 1965, 1984 и др.).

Лабораторные исследования, а также комплексные и довольно всесторонние, включали гранулометрический, химический, минералогический, палеонтологический, изотопный, геохимический, электронно-микроскопический, рентгеноструктурный анализы, применение инфракрасной спектроскопии, определения С орг и др.

Глава 2. История изучения верхнемеловых отложений.

Верхнемеловые отложения Крыма изучаются более 150 лет, начиная с работ Ж.Ж.Гюю (1842), А.А. Штукенберга (1873) и кончая Н.И.Маслаковой (1958), Д.П.Найдиным (1958, 1984, 1992), А.С.Алексеевым (1989), Л.Ф.Копаевич (1990, 1992).

Изучение цикличности практически не имеет истории, так как

она не распознавалась до наших работ, или о ней лишь упоминали (Алексеев А.С., 1989).

Глава 3. Стратиграфия.

Отложения верхнего мела залегают трансгрессивно с небольшим перерывом на самых верхних горизонтах нижнего мела и покрываются также с небольшим перерывом низами палеоцена. Это почти чисто известняковая белая толща (до 500 м) исключительно широко распространена в Горном Крыму, где она формирует вторую гряду и входит главным элементом в состав верхнего этажа моноклинально залегающего субплатформенного комплекса. В юго-западной части Горного Крыма могут быть выделены все ярусы верхнего мела. В позднемеловое время этот район входил в состав Европейской палеобиогеографической провинции, что позволяет без труда использовать традиционную ярусную и зональную шкалы. Биостратиграфическое расчленение отложений обосновано фауной белеминитов, аммонитов, иноцерамов, морских ежей и фораминифер. Здесь весь комплекс регионально-стратиграфических исследований в основном был завершен до наших исследований, и поэтому осталось лишь сделать уточнения и конкретизацию по более частным подразделениям. Автор в своих исследованиях опирался на новую и более современную работу Д.П.Найдина и А.С. Алексеева (1980, 1989) по расчленению сеноман-коньякских отложений.

3.1. Биостратиграфическое расчленение.

Сеноманский ярус (K_2^{cm}) - известняки и мергели (0 - 70 м) - расчленен на Y1 литологических пачек и на три подъяруса по комплексу аммонитов, планктонным фораминиферам и известковому нанопланктону. Подъярусы: нижний (пачки I, II, III, IV-1, 30 - 45 м) в основании песчаный (базальный горизонт верхнего мела), фациально изменчивый; средний (пачка VI-2, V, 10 - 20 м), распространен значительно шире, наиболее тонкозернист и глубоководен; верхний (пачка VI, 10 - 20 м), условно отделяющийся от среднего - наиболее чистые известняки, как и в нижнем туроне.

Туронский ярус (K_2^t , 30 - 50 м) - почти только фациально выдержанные известняки. Нижний подъярус (пачки VI-1, VII, VIII, IX, 25 - 40 м) плохо отличим от сеномана. Верхний подъярус (пачка X, 15 - 20 м) широко распространен, залегают часто трансгрессивно на разных горизонтах, включая домеловые.

Коньякский ярус (K_2^{cn} , 0 - 30 м) развит органично, на северо-востоке срезан раннесантонским разрывом. Нижний подъярус (пачка XI, 0 - 25 м) согласно залегают на верхнем туроне и отделяется

исключительно по палеонтологическим данным. Верхний подъярус - пачка XII, 0 - 15 м.

3.2. Местное литостратиграфическое расчленение более полно выражает собственную геологическую историю района. Местные подразделения - это совокупности горных пород, слоев, толщ, фаций, выделяемые по стратиграфическому положению в местных разрезах на основании комплекса признаков фациально-литологической структуры и вещественного состава. Если весь верхний мел Юго-Западного Крыма представляет одну большую серию, то ее можно расчленить на две подсерии или меньшие серии: сеноман-турон-коньякскую и сантон-кампан-маастрихтскую, разделенные четко выраженным региональным перерывом. Нижнюю можно было бы назвать сельбухринской серией (по горе Сельбухра), верхнюю - бельбекской. Сельбухринская серия - про- или мегапрорециклит - расчленяется по границе с признаками перерыва на нижнюю, сеноманскую часть, на которую распространено название белогорской свиты (Плотникова Л.Ф., 1984) и верхнюю турон-коньякскую часть, которую можно было бы назвать аксудеринской свитой (по оврагу Аксудере). Некоторыми авторами (Плотниковой Л.Ф., 1984) эта свита подразделяется на две самостоятельные свиты, мендерскую, отвечающую нижнему турону, и прохладненскую, имеющую верхнетуронский и коньякский возраст. Выделение последних двух свит автору не представляется достаточно обоснованным, так как граница между ними нечеткая, не выражена ни сменой литологического состава, ни признаками значительного размыва или остановки седиментации.

Сельбухринская серия (до 120 м) - мергельно-известняковая четко элементарно-циклитовая толща, отвечающая крупному циклу седиментации - началу поздневерхнемеловой трансгрессии. Развитие трансгрессии происходило в два этапа. За первый этап накопилась белогорская свита (до 70 м сеноман) - макроциклит с базальным песчаным горизонтом (2 - 5 м), с четким элементарноциклитовым строением. Аксудеринская свита (до 50 м турон-коньяк) - макроциклит со слабо развитым базальным горизонтом с менее четко выраженным элементарноциклитовым строением. Предложенная естественно-историческая схема стратиграфии пока, из-за органиченности площади изучения, может рассматриваться лишь как местная, а не региональная.

Выделенные свиты отражают как местные этапы развития, связанные с тектоническими движениями бассейна седиментации, так и мировыми событиями.

Глава 4. Литология.

4.1. Общая литологическая характеристика.

Господствуют известняки: силикатные породы - песчаники, глины и кремни - составляют 2 - 3%. Доля кальцита более 80 - 90%, глинистых минералов - 10 - 15%, кварца 2 - 3%, халцедона 1%. Менее 1% составляют вместе глауконит, шамозит, опал, полевые шпаты, сульфиды железа, органическое вещество. Генетически минералы и вообще компоненты относятся к биогенным, эдафогенным, вулканогенным и аутигенно-хемогенным группам.

4.1.1. Аутигенные минералы.

Кальцит - биогенный и хемогенный. Биоморфный низкомагнезиальный кальцит: нанопланктонные водоросли (40 - 50%) - кокколиты и близкие к ним формы; фораминиферы (15 - 20%, высокомагнезиальный кальцит - примесь); водораслывы (менее 5%); моллюски - пелещиподы, гастроподы и цефаллоподы (их кальцит микритовый, апоарагонитовый). Высокомагнезиальный кальцит: иглокожие (1 - 2%), мшанки, брахиоподы и остракоды.

Хемогенный кальцит (5 - 10%) вероятнее всего диакатагенетический, как трансформационно-апоарагонитовый, так и первично синтезированный низкомагнезиальный (заполнения камер, биопустот и миграционных пор). Другие карбонатные минералы - доломит, сидерит - встречаются единичными зёрнами. Они диакатагенетические.

Халцедон и опал (вместе около 1%) первично биогенные (диатомовые, радиолярии и губковые), обычно трансформированные в абиогенный опал и чаще всего в тонкофибровый конкреционный халцедон. Последний замещает раковины иноцерамов и иглокожих и образует жилки.

Сульфиды железа (пирит, менее 0.1%) широко распространены по всему разрезу в виде глобулярного фромбоидального пирита.

Фосфатные минералы (менее 0.1%) - коллофан и коллоидально-фибровый полукристаллический минерал - встречаются в виде фосфатизированных копролитов, кокколитов, биокластов и заполняют камеры. Незначительная роль фосфатов в разрезе связана с глубоко-водным осадкообразованием.

4.1.2. Глинистые минералы (ГМ, 10 - 15%) - терригенные, эдафогенные и аутигенные (по убыванию): смектиты, смешанослойные, иллиты, глаукониты, хлориты, шамозиты. Преобладание смектитов указывает на аридный климат суши и щелочную среду воды и осадков. Большая часть ГМ примешана к известковому веществу пород, реже, в маломощных (2 - 100 мм) прослоях, они преобладают или, еще реже,

слагают их нацело: это апотуфовые (апопепловые) смектиты (в киллах). Распределение ГМ цикличное, прямо коррелирующееся с н.о. Только глаукониты и единичные зерна вамозита имеют другой закон распределения: они обогащают песчаные базальные горизонты (до 40% от породы), будучи эдафогенными, переотложенными из своих же осадков. При этом они как разубоживаются, так и концентрируются (перловиальный процесс). Значительное содержание переотложенных глауконитов в песчаниках указывает на дефицит терригенного материала и, следовательно, на скудость сноса с суши. Инситуальный гальмиродитический глауконит заполняет камеры формаминифер и других фоссилий, трещинки и ходы в эловиальных панцирях и поверхность последних.

4.1.3. Чешуя рыб. Из некарбонатных биогенных компонентов относительно часто встречается чешуя рыб, содержание которой в черных органо-минеральных слоях поднимается до 1 - 2%. Длина чешуи достигает 1 - 2 мм. Часто чешуя мелкодетритовая, образует кучные скопления-копролиты. Чешуя коричневая, оранжевая, лентовидная на срезе, изотропная или слабоанизотропная, по краю иногда зубчатая.

4.1.4. Обломочные терригенные компоненты представлены кварцем, полевыми шпатами - калиевыми (КШ) и плагиоклазами - слодами, кремнями, кварцитами и единичными зернами эффузивов.

Кварц резко доминирует, особенно в основании свиты. По разрезу его распределение циклично, и оно совпадает то с элементарной, то с более крупной цикличностью. КШ и плагиоклазы, в разной степени измененные, составляют в некоторых прослоях до 5 - 7% от общего их количества в нерастворенном остатке. Свежесть и идиоморфность некоторых плагиоклазов позволяет считать их туфогенными.

Слоды, в основном, мусковиты, содержатся в заметном количестве (до 5% от н.о.) только в темных прослоях глин и мергелей, их содержание меняется циклично, вместе с количеством н.о.

Редкие литокласты представлены кварцитами, кремнями и обломками основных и кислых эффузивов.

4.1.5. Химический состав. Изучение химического состава производилось валовыми и специальными анализами. Выделялся и изучался нерастворимый остаток (н.о.) силикатным и спектральным анализом. Из солянокислых вытяжек определялись все компоненты.

Содержание растворимой в 5% HCl части изменяется от 30 до 98%. подавляющая часть пород - известняки, как чистые, так и слабопримесные. Чистота известняков возрастает вверх по разрезу. Содержание CaCO₃ циклично изменяется от 25 до 50 - 53% в нижней, сеноманской толще, возрастает до 73 - 76% в темных и 80 - 98% в свет-

лых прослоях в верхней части разреза. Соответственно уменьшается количество н.о. от 75 до 2 %. Полудторные окислы в основном связаны с глинистой частью н.о. Содержание Мп контролируется органическим веществом и варьирует от 0.03% в светлых известняках до 0.14% в битуминозных разностях.

Содержание SiO_2 находится в прямой зависимости от содержания кварца, глинистой примеси и полевых шпатов. Оно максимально (43.95 и 43.12%), а в микритовых известняках минимально (9.1%). Содержание щелочей незначительно (менее 1%) и контролируется глинистой примесью; лишь в базальном горизонте, богатом глауконитом, их более 1%.

Результаты эмиссионного спектрального анализа наглядно показывают распределение малых элементов по разрезу. Их содержание меняется циклично в зависимости от литотипов. Оно выше в серых, менее чистых известняках, обогащенных глинистым и органическим веществом. Максимально содержание малых элементов в черных известняках, обогащенных в наибольшей степени и органическим веществом.

4.1.6. Гранулометрический состав. По гранулометрическим анализам известняков устанавливается широкий спектр из разностных типов при преобладании микритовых, сложенных кальцитовыми зернами размером меньше 0.01 мм, из которых более половины менее 0.005 мм. Отдельные пласты в базальной части сложены биокластовыми песчаными известняками - калькаренитами с размером зерен 0.1 - 2 мм, являющимися флювиальными отложениями, темпеститами или подводным перлювием.

До 20 - 40% мощности макроциклита сложено известняками алевритовой и тонкопесчаной обмолочной структуры: в них зерен размером 0.1 - 0.005 мм - биокластов, терригенных минералов и комочков микритового известняка - литокластов и копролитов - близко к 50%. Плохая и средняя сортировка при этом указывает на низкую энергию среды осадконакопления при некоторой расчлененности рельефа дна: на склонах генерировались коллювиальные и несильные турбидитные потоки. Вверх по разрезу размер зерен циклично уменьшается, и к кровле сеномана в нижней половине элементарного циклита происходит исчезновение песчаной фракции, а в верхней резко снижается содержание алевритовой и глинистой фракций. В турон-коньянской свите песчаная фракция представлена в основном биокластами и раковинами планктонных форм. Динамика среды, в которой формировались такие несортированные осадки, была контрастной - сочетавшей тиховодность (отложения нанопланктонной части породы) и эпизодическое возмуще-

ние высоких энергий (привнос крупных фрагментов раковин и их дробление) - волновое взмучивание или прорыв донных течений. Биотурбирование ухудшало сортировку в наибольшей степени.

4.2. Литологические типы. Литологический тип определяется как "типичная порода или слой, а также пачка слоев (однородный многослой), характеризующаяся устойчивым комплексом литологических признаков, свидетельствующих о сходном способе ... образования" (Фролов В.Т., 1984).

В изучаемом разрезе выделено 24 ЛТ, подлежащих отнесению к тому или иному генетическому типу отложений (ГТО).

Песчаники П1 - зеленовато-серые, мелко-среднезернистые, сильно известковые, переходящие в известняки полибиолитодетритовые. Состав обломочной части: на 30 - 60% кварцсиликатный (андезиты, андезит-базальты, кварц, плагиоклазы, кварциты, кремни, глаукониты) и на 20 - 40% известковый (биокласты и литокласты). Цемент поровый, кальцитовый, полистадийный. Происхождение породы - подводный перловий.

Песчаники П2 - зелено-серые и серо-зеленые, глаукотовые, средне-плохосортированные, по составу сходные с П1, но менее полибиодетритовые, более крепкие к кровле, где они становятся элювиальными панцирями. По происхождению - подводный перловий и панцири.

Песчаники П3 и пески уплотненные, переходящие в песчаные известняки, зеленовато-серые, средне-мелко-тонкозернистые, кварц-глауконитовые, с идисморфными плагиоклазами, переслаивающиеся с П2, с которыми образуют двухэлементные циклиты, и залегающие в основании этих циклитов, среднесортированные, часто косослоистые. Генетически это отложения течений и волнений (часто мелководных), в значительной степени переработанные илоедами и химическим подводным выветриванием.

Известняки И1 - серые и зеленовато-серые полибиодетритовые, разномелкозернистой песчаной структуры с обильной (20 - 50%) силикатной примесью (кварц, палиоглаз, глауконит с обломками микритовых и биокластовых известняков с неясной линзовидной слоистостью, среднесортированные, относящиеся к механическому элювию - подводному перловию.

Известняки И2 - серые с зеленоватым оттенком, мелко-тонкозернистые полибиокластовые, тонкослоистые, мелкокосослоистые, биотурбированные с обильным глинисто-кокколитовым микритом, плохо и не сортированные. Распространены широко по всему разрезу, вероятно донноэлювиальные, отчасти местные турбидитовые отложения.

Известняки И3 ("мергели") серые и темно-серые микритовые (мал- и вакстоуновые) с тонкопесчаной биокарбонатной и силикатной примесью (10 - 15%), неяснотонкослоистые, прослоями интенсивно биотурбированные, с крупными обломками раковин, отпечатками аммонитов, костями и чешуей рыб. Генетический тип - турбидитовые отложения, сочетающиеся с отложениями донных течений.

Известняки И4 темно-серые, тонкоплитчатые, тонко- и микрослоистые с тонкими прослоями тонкопесчаноалевритовых пород, местами "порфириовидными" за счет крупных окременелых обломков раковин иноцерамов, пиритизированы (до 5%), с крупными ходами илоедов. Генезис - турбидитный и контуритный, но условия более застойные по сравнению с И3.

Известняки И5 темно-серые, тонко-микрослоистые, слабо градиационные, алевритовые, пиритизированные, с глинистыми седикластами (до 0.5 мм), по происхождению дистально-турбидитовые и/или нефелонидные, но возможно и доннофлювиальные.

Известняки И6 - серые, тонкопесчано-микритовые, с реликтами градиационной текстуры, сильно биотурбированы, с высоким содержанием полибиодетрита (30 - 70%), прослойками интенсивно пиритовые (на 5 - 10%), слабо глинистые. Генетический тип - биотурбит, развившийся по механогенно-планктоногенным осадкам.

Известняки И7 темно-серые, с зеленоватым оттенком, пелитоморфные или алевритово-микритовые, сильноглинистые (30 - 40%). Генотип - дистальные турбидиты и доннофлювиальные отложения.

Известняки И8 - светло-серые, пелитоморфные песчанистые мелоподобные, нацело биотурбированные, сферово-фораминиферово-нанопланктонные. Генотип - биотурбит и планктоногенные отложения, условия - тиховодные.

Известняки И9 - светло-серые, неслоистые, пелитоморфные и с алевритовой структурой, сферово-фораминиферово-нанопланктонные (50 - 70%), отличающиеся от И8 по преобладанию сфер над фораминиферами. Генотип - биотурбит и планктоногенные отложения, азрированные у дна.

Известняки И10 - светло-серые, мелоподобные, неслоистые, биотурбированные, сферово-фораминиферово-нанопланктонные (60 - 80%), слабо глинистые, отличающиеся от И9 преобладанием мельчайших планктонных фораминифер. Генотип - биотурбит и планктоногенные отложения с включением турбидитных прослоек. Условия тиховодные у дна.

Известняки И11 - светло-серые, мелоподобные, микритовые типа

мадстоуна, переходящие иногда в вакстоуны. Генотип - биотурбит по планктоногенным и доннофлювиальным отложениям.

Известняки И12 - светло-серые и розовые, обломочные монолитокластовые, конглобрекчиевые и граведресвяные (часто кластированы известняки типов И6 и И11), неслоистые. Заполнителя нередко больше 50%, и он интенсивно биотурбирован. Генотипы - физический эловый, доннофлювиальные или темпеститовые отложения.

Известняки И13 - мергели, переходящие в известковые глины, темно-серые, с зеленоватым оттенком, с ориентированным расположением компонентов (слода, чешуя рыб), микритовые (70 - 90%), с биокластами и мелкими фораминиферами, с пиритом. Генезис - планктонно-механогенный, осадки придонных течений.

Известняки И14 - светло-серые, белые, розовые, крепкие, фарфоровидные, неслоистые, пелитоморфные, с трещинами, заполненными глауконитом, с крупными обломками раковин иноцерамов, часто со стилолитами, залегающие в кровле циклитов. Генотип - хемозловый, подводный панцирь.

Известняки И15 - мергели темно-серые, тонко и микрослоистые, алевритовые, с фораминиферами и биодетритом, слодой, глауконитом, т.е. плохо отмученные. Генотип - терригенно-эдафогенно-планктоногенный, дистально-турбидитовый либо доннофлювиальный.

Известняки И16 - мергели темно-зеленые и черные, песчано-алевритовые, с реликтовой градационной слоистостью, биотурбированы, с пиритом. Генотип - нефелоидно-планктоногенный, дистально-турбидитовый и биотурбитовый.

Известняки И17 - мергели, переходящие в глины, черные микрослоистые, с линзовидной слоистостью, часто микроградационные, не биотурбированные, структурно-мусорные, песчано-алевритовые, пиритизированные. Генезис - "дистальные турбидиты" и подводный эловый, условия - западные участки дна с сероводородным заражением.

Известняки И18 - аналогичны И17, но с крупными ходами илоедов, с явно инородным заполнителем (типа И2 и И3).

Глина Г1 - зеленая и желто-зеленая, тонко- и среднеотмученная, неяснослоистая, сильно известковая, смектитовая, возникшая при переотложении продуктов глинизации туфов кислого состава. Генезис неясен - либо доннофлювиальный, либо дистальный турбидит.

Глина Г2 - зеленая неизвестковая смектитовая, со свежими плагиоклазами и биотитом, с реликтами витрокластической структуры. Генотип - хемозловый - гальмиролитит по пепловым туфам кислого состава.

Кремень Кр1 - темно-серый, иногда белесый, афанитовый, халцедоновый, с известковыми участками, с реликтами ходов илоедов. Генезис - диагенетический, из рассеянного биогенного кремнезема.

4.3. Циклитовое строение отложений.

Под циклитом (ЦЛ) автор понимает парагенез слоев (в редких случаях один слой), связанных друг с другом более тесно по сравнению со смежными одноранговыми циклитами (Фролов В.Т., 1965, 1984, 1990; Фролов, Сридхаран, 1993) и сформированный циклом седиментации - законченным кругом явлений того или иного ранга. Циклиты по своей природе разноранговые. Сеноман-турон-коньякские отложения можно считать макроциклитом (МаЦЛ). Он, в свою очередь, слагается субмакроциклитами (СбМаЦЛ) - сеноманским и турон-коньякским. СбМаЦЛ слагаются мезоциклитами (МеЦЛ), а те - элементарными циклитами (ЭлЦЛ).

4.3.1. Элементарные циклиты. Наиболее мелкие циклиты, сложенные монопородными слоями, обычно называют элементарными. ЭлЦЛ разнообразны и разноуровненны.

Первый тип ЭлЦЛ (10 - 30 см) состоит из двух элементов - более светлых и более темных мергелевидных известняков. Светлые элементы ЦЛ нацело биотурбированы, а в темных, тоже биотурбированных, заметны реликты первичной седиментационной текстуры, они более глинисты и крупнозернисты, содержат отличные от светлых концентрации химических элементов. Хотя по аналогии с флишевыми ЦЛ-ми, темный известняк естественнее считать нижним элементом ЭлЦЛ, резкость его границ одинакова. По литологическим признакам, свойственным этим циклитам, их следует считать периодитами, формирующимися в результате медленного изменения седиментации, остающейся в целом непрерывной. Длительность сеноман-турон-коньякского периода - 10 - 20 тыс. лет. Причина возникновения периодита - изменения климата, возможно связанные с орбитальными прецессионными циклами, колебаниями наклона эклиптики или изменениями эксцентриситета земной орбиты. Проверка климатического контроля, проведенная автором, по изотопным соотношениям С и О подтвердила эти предположения. Разница палеотемператур воды при накоплении светлых и темных элементов ЭлЦЛ составила до 8 - 9 С, при формировании темных элементов в более холодной воде и, возможно, в более влажном климате.

Второй тип ЭлЦЛ (5 - 40 см) с более четко обозначенной подшовой: в нижнем, зернистом, элементе часто залегают раковины и обломки раковин иноцерамов, придавшие породе конгломератовидность (И14, 12, 1 - 4, И6). Различают 2 ЛТ в качестве нижнего элемента

этого ЭДЛ: песчано-силикатный (И1 - 4) и почти чисто известковый, но нередко с большим содержанием эдафогенных компонентов (И12 и др.). ЭДЛ этого типа отчетливо событийны, и причины их формирования - турбидитные и темпеститовые. Верхний элемент - пелитоморфный.

Особый, третий, тип ЭДЛ - малые седиментационно-элювиальные циклиты.

4.3.2. Мезоциклиты (МеДЛ). К ним относятся пачки разреза, состоящие из двух и большего числа ЭДЛ одного или разного типа и имеющие признаки законченных фаз седиментации (отличия низа и верха). По способу формирования делятся на 4 группы.

Седиментационные МеДЛ-1 формируются при непрерывной тиховойдной седиментации без видимых перерывов. Они в основном слагаются элементарными ДЛ первого типа - периодитами. Незначительные периодические или эпизодические изменения условий осадконакопления у дна (например, дефицит кислорода) приводят к образованию прослоев, обогащенных сульфидами железа. При этом такой обогащенный пиритом ЛТ, прерывающий устоявшийся ход седиментации, начинает новый ДЛ, т.е. является базальным элементом. Этими же слоями определяется и мощность данного МеДЛ-1 - от 0.5 до 3 м.

Седиментационно-элювиальные МеДЛ-2 образуются при чередовании периодов непрерывной седиментации с перерывами в осадконакоплении, при которых дно бассейна элювируется химически более сильно, чем биогенически. Карбонатные осадки твердеют, превращаются в панцирь. Часто он окрашивается глауконитом в зеленоватые тона. Эти циклиты можно считать МеДЛ-1. Более глубокое элювирование (до 10 - 20 см), приводящее к образованию физических развалов, можно считать МеДЛ-2. Когда время перерывов превышает время осадконакопления, МеДЛ образуют супраМеДЛ-ты и макроциклиты (МаДЛ), мощностью 1 - 10 м.

Событийно-седиментационные МеДЛ-3 связаны постепенными переходами с предыдущими МеДЛ, особенно с седиментационными (МеДЛ-1). Они выделяются как кванты седиментации по таким резко выделяющимся типам, как отложения мутевых течений или штормов. МеДЛ-3 можно подразделить отдельно на мутевые и штормовые, мощностью от 1 до 10 - 20 м с залеганием в основании МеДЛ событийного ЛТ (турбидит или темпестит).

Туфово-седиментационные циклиты - МеДЛ-4, выделяющиеся нерегулярными пеплопадами, генетически не связанными с процессами седиментации и выраженными неизвестковыми смектитовыми глинами и кристаллокластическими туффитами. Толщина МеДЛ-4 - 1 - 30 м.

4.3.3. Макро- и мегациклиты. Макроциклиты (МаЦЛ) или региональные циклы осадконакопления, состоят из МеЦЛ и отвечают длительным, самостоятельным этапам геологического развития региона или бассейна седиментации, в крайнем случае - их обособленных структурных зон. Это единицы регионально-стратиграфического, формационного ранга.

В качестве МаЦЛ можно различать сеноманскую и турон-коньякскую свиты (мощностью соответственно до 70 и до 50 м). В свою очередь, их можно объединить в сеноман-коньякский супермакроциклит (СМаЦЛ), которому противостоит сантон-маастрихтский СМаЦЛ. Общими признаками будут: резкие границы в основании, совпадающие с перерывами в седиментации; слои в кровле наиболее сильно элювированы; имеют в основании базальные горизонты, по крайней мере, из сконденсированного глауконита или из терригенных грубозернистых внебассейновых пород. Сеноманский и турон-коньякский МеЦЛ являются проциклитами, сантон-маастрихтский - прорещиклит. Все событийные ЦЛ - проциклиты, седиментационно-элювиальные - прорещиклиты, а периодиты в этом отношении неопределены.

Мегациклитом (МеГЦЛ) вероятно можно считать всю верхнемеловую толщу известняков (свыше 500 м).

Глава 5. Условия осадконакопления.

5.1. Общие условия осадконакопления. Сеноман-турон-коньякские отложения накапливались в водной среде, о чем говорит весь комплекс палеонтологических и литологических признаков. Соленость воды была нормально морской, обеспечивавшей пышное развитие стеногалинного морского биоса. Температура, несмотря на периодические колебания, была высокой (до 20 - 25°С) и вероятно не опускалась ниже 15°С. Это уверенное заключение основывается как на теплолюбивом в целом комплексе фауны и флоры, так и на литологических и геохимических признаках, в частности, на соотношении изотопов С и О. Светлые известняки ЭлЦЛ накапливались при 22 - 23°С, а темные - при 14 - 15°С. Газовый режим был нормальным: вся толща воды и верхняя часть осадков находились в кислородной зоне с богатым бентосом и инфауной илоедов. Временами однако развивались условия дефицита кислорода. Господствовали нормальные щелочные условия, сопоставимые с современными в морях и океанах (рН около 8) и отвечающие карбонатным осадкам и смектитовым глинистым вутигенным минералам. Активная гидродинамика препятствовала появлению застойных обстановок на протяжении почти всего этапа. Воды перемешивались волнением и течениями, снабжавшими их кислородом, СО₂ и другими би-

необходимыми питательными веществами до самого дна, хотя там преобладали тиховодные условия, разрешавшие осесть нанопланктонному и глинистому материалу. Но он часто переоткладывался течениями малых скоростей (они формировали отложения типа контуритов), а также размывался более редкими и сильными течениями, когда во время перерывов седиментации образовывались известковые панцири, глаукониты (аутигенные и переотложенные, сконденсированные) и смектиты по пепловым туфам. Можно предположить основное широтное направление течений. Более эпизодические слабые турбицидные течения откладывали алевро-пелитовые тонкие слои турбидитов из местного материала, похожие на дистальные фаши обычных турбидитов и поэтому условно названные нами "дистальными".

Позднемерзлотный бассейн в целом и сеноман-коньякский в частности были обширными и открытыми. Господствующие по структуре пелитовые осадки накапливались ниже базиса волн и в течение длительных периодов не взмучивались даже сильными штормами, что отвечает глубинам 100 - 300 м. Фауна илседов и высокие значения отношения планктонных ассоциаций фораминифер к донным (П/Б) указывают на глубины до 500 м.

5.2. Источники вещества осадков. Сеноман-коньякские отложения полигенетичны по компонентам, хотя биогенные резко доминируют, особенно фито- и зоопланктонные: коккалитофориды и другие группы известкового нанопланктона, фораминиферы, кальциферулиды, диатомеи, радиоларии и другие. Таксономически также разнообразен и обилен бентос, хотя он практически не выразится в особых типах образований, за исключением биоэлювиальных. Из подчиненных важны аутигенные (глауконит, смектиты, кальцит, пирит, фосфаты, халцедон и др.), эдафогенные (глауконит, известковые седименты и копролиты, биоскелетные, глинистые, песчано-алевритовые и др.), терригенные и вулканогенные компоненты.

5.3. Способы формирования. Генетические типы отложений. Сеноман-коньякские отложения формировались двумя основными способами, выразившимися в двух крупных генотипах (ГТО) - биопланктоногенных отложениях (БПО) и подводно-элювиальных образованиях (ПЭО): биотурбитах и панцирях, отчасти и в гальмиралититах (глауконититы и килы апопелловые) и перловии. Механогенные отложения - донноэлювиальные, "дистально-турбидитные", штормовые и коллювиальные - подчиненные, а вулканические - редкие. Также не сильно проявилось постседиментационное диа- и катагенетическое породообразование, за исключением халцедоновых кремневых конкреций нижнего турона.

5.4. Формационная принадлежность. Изученная толща имеет двойственную природу: по парагенезам первичных, седиментационных ГТО она относится к субплатформенной (метаплатформенной) планктоногенной формации, а по полной биоэлювиальной переработанности она является одновременно и подводноэлювиальной, конкретнее - биотурбитовой формацией. И та, и другая сторона сближает ее с меловой формацией Русской платформы и меловыми отложениями океанов.

5.5. Эволюция осадконакопления. На протяжении сеномана, турона и коньяка общей длительностью в 21 млн. лет (Найдин и др., 1981) осадконакопление заметно эволюционировало от мелководного до глубоководного и снова в конце к накоплению на меньших глубинах, в чем отразились как глобальные, так и региональные и местные изменения условий седиментации и существования биоса. Изменения происходили циклично: то медленно (элювий, донные течения, периодиты), то быстро, импульсивно (турбидиты, темпеститы, туфы). Основными и постоянными были периодические флуктуации климата - циклы в 10 - 20 тыс. лет, состоящие из фаз похолоданий (и некоторой гумидизации) и потеплений (усиление аридизации). В целом же климат был аридным, а суша - далекой и плоской: эти три фактора исключали большой снос терригенного силикатного материала, как и растительного детрита. Наибольшую глубину бассейн имел в середине сеномана, что отвечает мировому эвстатическому поднятию уровня океана. Ранний турон отмечен усилением развития организмов с кремниевым скелетом, что выразилось в халцедоновых конкрециях. Закончился этап длительным перерывом (конец коньяка и ранний сантон).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Впервые в сеноман-турон-коньякских отложениях междуречья Качи и Бодрака Юго-Западного Крыма систематично и комплексно изучены вещество пород, минеральный, компонентный и химический состав и другие стороны, их структура и текстура, геохимические особенности, проведены микропалеонтологические и изотопные исследования. Выявлена элементарная и более крупная цикличность, как типа периодитовой, так и событийной природы, и определен их генезис. Впервые литологическое изучение доведено до выделения литотипов слоев, которые затем были расшифрованы как генетические типы отложений. Впервые проведенный генетический анализ сеноман-турон-коньякских отложений позволил на более солидной базе подойти к определению условий осадконакопления в позднемеловом бассейне. Так определены температура воды, газовый режим, гидродинамика и глубина бассейна.

Все это на фоне изученной разноранговой и разнотипной циклическости дало возможность проследить и уточнить местные стратиграфические подразделения.

Список опубликованной литературы по теме диссертации

1. Фролов В.Т., Джаякришнан С. Циклиты верхнемеловых известняков Горного Крыма и их возможная природа. Вестник МГУ, Геология (в печати).
2. Джаякришнан С., Плоснина И.И., Копачевич Л.Ф. Вещественный состав пород и цикличность осадконакопления сеноманских отложений района междуречья Качи и Бодрака, Юго-Западный Крым. Вестник МГУ, Геология (в печати).
3. Джаякришнан С. Интегрированное литолого-палеонтологическое изучение цикличности сеномана Юго-Западного Крыма. Бюллетень МОИП. Отд. Геологический (в печати).
4. Jayakrishnan S., Kopachevich L.F. Orbitally induced cycles in the cenomanian sediments of South-Western Crimea, Soviet Union. Abstracts 29-th International Geological Congress Kyoto, Japan 1992, Vol - 2/3, 11.2.1. P.I. 326