

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

на правах рукописи

ГАВРИЛОВ ЮРИЙ ОЛЕГОВИЧ

ДИАГЕНЕТИЧЕСКИЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ В ГЛИНИСТЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ
ЧОКРАКСКО-КАРАГАНСКОЙ ТОЛЩИ (средний миоцен) ВОСТОЧНОГО
ПРЕДКАВКАЗЬЯ

04.00.21 - ЛИТОЛОГИЯ

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата геолого-минералогических наук

МОСКВА 1978

Работа выполнена в ордена Трудового Красного Знамени
Геологическом институте АН СССР.

Научный руководитель:

доктор геолого-минералогических наук

В.И.Холодов

Официальные оппоненты:

доктор геолого-минералогических наук
/ГИН АН СССР/

Н.Г.Бродская

доктор геолого-минералогических наук,
профессор
/ХГУ/

П.В.Зарицкий

Ведущее предприятие:

Геологический факультет Московского Государственного
Университета имени М.В.Ломоносова

Защита состоится "30" марта 1978г. в 14 час. 30 мин. на
заседании специализированного совета Д 002.51.01 при Геологи-
ческом институте АН СССР по адресу: Москва 109017, Пыжевский
пер., д. 7.

С диссертацией можно ознакомиться в Библиотеке геологичес-
кой литературы БЕН АН СССР по адресу: Москва, Старомонетный
пер., д. 35.

Автореферат разослан "27" февраля 1978г.

Ученый секретарь специализированного
совета при ГИН АН СССР

кандидат геолого-минералогических наук

Л.И.Боголюбова

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Изучение процессов диа-
генеза представляет большой теоретический и практический инте-
рес, поскольку уже на этой стадии осадочного породообразования
формируются многие текстурно-структурные особенности отложений,
возникают многочисленные аутигенные минералы, происходит пере-
распределение вещества, приводящее к появлению рудных концент-
раций некоторых полезных ископаемых или создаются предпосылки
для их образования на более поздних этапах.

Известно, что наиболее интенсивно диагенетические процессы
протекают в отложениях, содержащих повышенные количества органи-
ческого вещества. Однако, если многочисленные и разнообразные
новобразования в угленосных толщах были детально изучены, то
нефтематеринские свиты в этом отношении исследовались в значи-
тельно меньшей степени. Вместе с тем именно в нефтематеринских
отложениях диагенез, определяя облик и свойства породы, оказы-
вал значительное влияние на ее дальнейшую судьбу, а соответст-
венно на нефтеобразование. Изучение этих толщ необходимо как
для решения вопросов, связанных с историей их формирования, так
и для дальнейшего развития представлений о диагенезе морских
отложений, об этапах осадочного породообразования.

Цель работы, объект исследования.
Работы проводились с целью охарактеризовать диагенетические
процессы, протекавшие в глинистых отложениях нефтематеринской
чокракско-караганской толщи Восточного Предкавказья, ранее в
таком аспекте специально не изучавшейся. Это, в свою очередь,
требовало детального рассмотрения минералогического состава
аутигенных образований, последовательности их формирования в
осадке.

Непосредственными объектами исследования явились глинистые
отложения из разрезов чокрака - карагана вдоль полосы выходов
этой толщи на поверхность в пределах Сев. Дагестана, Чечено-Ингу-
шетии, Сев. Осетии. Сопоставленные между собой, разрезы образу-
ют профиль, протягивающийся в широтном направлении от р. Сулак
на востоке до р. Урух на западе. Отличия в условиях осадкона-
копления в различных частях профиля позволили сравнить измене-
ния, которые претерпевали отложения в диагенеза в различных об-

становках.

Несомненным достоинством чокракско-караганских отложений как объекта исследования является то, что они сравнительно молоды и в районе, где проводилось их изучение, не претерпели региональных катагенетических изменений, которые могли бы затуманить следы диагенетических преобразований /Холодов, Гаврилов и др., 1976/; было также установлено, что вследствие интенсивной речной эрозии процессы поверхностного выветривания не оказали заметного влияния на состав глинистых пород и образцы из поверхностных обнажений являются вполне представительными для наших целей /Холодов, Гаврилов, 1974/.

Организация работ и методика исследования. На протяжении 6 лет, с 1971 года, автор принимал участие в работах по изучению геохимии чокракско-караганских отложений, проводившихся в лаборатории геохимии осадочных пород ГИН АН СССР и возглавлявшихся В.Н.Холодовым.

Для общей литолого-фациальной и геохимической характеристики песчано-глинистых толщ среднего миоцена нами совместно с В.Н.Холодовым было описано и опробовано 9 полных разрезов. Кроме того, с целью изучения диагенетических преобразований автором были детально /послойно/ описаны глинистые толщ в 5 разрезах профиля по рекам Ярык-су, Элистанжи, Фортанга, Суадаг-дон, Урух, а также фрагменты разрезов по р.р.Сулак, М.Рощня, Асса, Кодажжин и у с.Бупра.

Особое внимание обращалось на карбонатные и сульфидные конкреции, в большом количестве присутствующие в глинистых отложениях: выяснялись условия их залегания, взаимоотношения с вмещающими отложениями, особенности внутреннего строения, тщательно прослеживалась последовательность образования различных минералов.

В результате полевых работ отобрано около 1500 образцов карбонатных и глинистых пород. Исследование их вещественного состава проводилось с использованием различных методов. Было изучено более 1000 прозрачных шлифов и анишлифов, получено около 80 дифрактограмм порошков карбонатных пород и сульфидов и 40 дифрактограмм ориентированных препаратов глин; карбонатные и сульфидные минералы подвергались термическому анализу; выполнено около 250 химических анализов карбонатных пород. Кроме того, автор имел возможность пользоваться многочисленными данными по

содержанию в породе C_{org} и CO_2 /карб./ Аналитические определения выполнялись в химической лаборатории и лаборатории физических методов изучения осадочных пород ГИН АН СССР.

Научная новизна работы. Впервые детально охарактеризованы диагенетические преобразования в глинистых отложениях чокракско-караганской толщ; выяснена последовательность формирования различных по составу конкреций и построена схема зональности аутигенного минералообразования; показано, как меняется течение диагенетических процессов в отложениях, отличающихся по литолого-геохимическим характеристикам. В диссертации рассмотрены отдельные вопросы конкрециеобразования, в частности, предложено объяснение возникновения ритмично построенных конкреционных пачек; охарактеризован механизм диагенетического взаимодействия слоев вследствие миграции иловых растворов из интенсивно уплотняющихся глинистых слоев в пески; выявлены особенности роста конкреций в условиях аномального течения диагенеза.

Практическая ценность работы. Полученные результаты могут быть приложены и к другим морским отложениям. Выявленная связь аутигенного диагенетического минералообразования с обстановкой накопления осадков дает возможность реконструировать условия седиментации в бассейнах прошлых геологических эпох. Зависимость диагенетического конкрециеобразования от различных постседиментационных деформаций отложений помогает охарактеризовать некоторые черты геологической истории района. Сравнение полученных результатов с данными изучения других нефтематеринских свит будет способствовать выяснению общих закономерностей их постседиментационного развития и, возможно, позволит дать новые критерии для выявления потенциально нефтеносных толщ.

Апробация работ. Результаты проводившихся исследований докладывались на секции осадочных пород МОИП /1977г./, на заседаниях лаборатории геохимии осадочных пород и руд ГИН АН СССР. Публикации. По теме диссертации опубликовано 6 работ.

Объем работ. Диссертация объемом 155 страниц состоит из введения, 3-х частей и заключения, иллюстрирована цифровыми и текстовыми таблицами, рисунками, фотографиями.

Работа выполнена под руководством доктора геолого-минералогических наук В.Н.Холодова, которому автор выражает глубокую благодарность за проявленное внимание и ценные советы.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Часть I

Положение чокракско-караганской толщи в разрезе третичных отложений и особенности ее строения

Чокракско-караганские отложения Восточного Предкавказья в связи с их нефтеносностью всегда привлекали внимание геологов. Изучением этой толщи занимались Б.А.Алифиров, А.Д.Архангельский, С.А.Благоназоров, И.О.Брод, Н.Б.Вассоевич, Л.П.Гмид, В.А.Гроссгейм, Б.П.Жижченко, И.П.Калицкий, К.А.Прокопов, В.Б.Руженцев, А.А.Хуциев, Н.С.Шатский, М.С.Швецов и многие другие, в чьих работах вопросы стратиграфии отложений, литологии, тектоники были детально рассмотрены, реконструирована палеогеография бассейна осадконакопления.

Комплекс третичных отложений Восточного Предкавказья, включающий в себя чокракско-караганские слои, является мощной /около 5 км/ толщей. Только самое основание ее разреза представлено карбонатными породами /палеоцен-эоцен, 150-170 м/, вся остальная часть /олигоцен-миоцен/ сложена в основном песчаниками и глинами.

Изучавшиеся чокракско-караганские отложения подстилаются глинами майкопской серии /олигоцен, нижний миоцен, низы среднего миоцена/, а перекрываются серыми глинами с прослоями мергелей сарматского яруса /нижняя часть верхнего миоцена/.

Насмотря на то, что к низам среднего миоцена относится верхняя часть майкопа, "среднемиоценовой" традиционно называют толщу, залегающую между майкопскими и сарматскими отложениями. Накопление ее происходило в обширном водоеме, протягивавшемся от Предкавказья до Закаспия, северо-восточнее большого Кавказского острова, расположенного в центре бассейна. Считается, что значительную роль в поставке сюда терригенного материала, в частности кварцевых песков, играла крупная рана, впадавшая в море с северо-востока. Соленость морских вод не оставалась постоянной, что обуславливалось частичной или полной изоляцией водоема. Характер колебаний солености установлен по изменению комплекса фауны, в соответствии с чем среднемиоценовые отложения подразделяются на несколько горизонтов: тарханский, чокракский, караганский и конкский. Соленость вод тарханского бассейна была нормальной, в чокракское время началось его опреснение, достигшее максимума в карагане, в конкском море соленость опять стала нормальной.

Среднемиоценовая толща сложена литологически сходными песча-

но-глинистыми породами. Если граница между чокракским и караганским горизонтами четко фиксируется по слою маркирующего мергеля, то отделить отложения тарханского горизонта от чокракских, а также конкских от караганских довольно трудно. Поскольку биостратиграфическое расчленение толщи не имело для наших целей первостепенного значения, выделение тарханского и конкского горизонтов, на долю которых приходится не более 5-7% мощности толщи, не проводилось и они рассматривались в составе соответственно чокракского и караганского горизонтов.

В районе Черных гор, где велись исследования, третичные отложения образуют моноклиналичную структуру /с падением слоев на север под углами 30-40°, протягивающуюся в широтном направлении и местами осложненную небольшими антиклиналями.

Литологическая характеристика чокракско-караганских отложений

Профиль, вдоль которого изучались чокракско-караганские отложения протягивается от р.Сулак до р.Урух почти на 250 км. В его пределах среднемиоценовая толща представлена глинами, алевролитами, песками, прослоями мергелей, причем более 2/3 ее приходится на глинистые породы.

В разных частях профиля характер отложений не остается постоянным. На востоке, в междуречье р.Сулак-р.Фортанга /Сев.Дагестан, Чечено-Ингушетия/ развиты преимущественно бурые и черные глины, переслаивающиеся с пластами кварцевых песчаников. Накопление этих отложений происходило в условиях открытого моря, в удалении от берега. Мощность, слогаемых ими разрезов, достигает 800-1000 м.

Отложения крайнего западного разреза /р.Урух/ представлены серыми и зеленовато-серыми глинами с маломощными /1-2 м/ слоями алевролитистых песчаников и алевролитов, прослеживаются прослои ракушечников, отмечены биогермы строматолитов /Холодов, Радинова, 1978/. Условия залегания свидетельствуют об образовании этих отложений на мелководье, недалеко от берега. Мощность урухского разреза не превышает 100 м.

Таким образом, вдоль профиля при переходе от его восточной части к западной наблюдается смена относительно глубоководных отложений на прибрежные, литоральные. Параллельно происходит почти 10-ти кратное сокращение мощности разрезов, сопровождающееся выклиниванием нижней части чокрака.

В низах верхнего чокрака /запад Чечено-Ингушетии/ залегает

50-метровая гипсоносная толща, представленная сантиметровым переслаиванием глин и гипсов. Прослеживаясь на 25-30 км, эти отложения по простиранию замещаются пестроцветными и далее пачками переслаивания песков и глин.

Глинистые отложения чокракско-караганской толщи можно подразделить на 3 типа: I-черные сланцеватые глины, II-бурые глины, III-серые карбонатные глины.

Сланцеватые черные глины сложены наиболее тонким пелитовым материалом, не содержат песчано-алевритовой примеси, почти лишены остатков фауны. Для них характерна миллиметровая слоистость, обусловленная послойным распределением органического вещества. Эти породы образуют пласты мощностью 1-4 м, выдержанные по простиранию, прослеживающиеся на десятки километров; содержание $C_{орг}$ от 3-5 до 10%, карбонатность низкая /2-4%/, обнаруживается обратная зависимость между содержанием $C_{орг}$ и карбонатностью породы; повсеместно встречаются многочисленные стяжения аутигенного пирита. Сланцеватые глины - наиболее глубоководные отложения, накапливавшиеся в условиях спокойной гид. динамики и очень медленными темпами.

Бурые глины слоистые, менее отсортированные, чем сланцеватые разности, часто содержат песчано-алевритовую примесь, образующую тонкие /1-3 см/ прослой и линзочки, в последних отмечается косая слоистость. Нередко встречается фауна двустворок, содержание $C_{орг}$ 1,5-2,5%, карбонатность 10-15%. Бурые глины слагают пачки мощностью 10-20 м, менее выдержанные по простиранию, чем горизонты сланцеватых глин. Накапливались эти отложения в условиях активной гидродинамики и с гораздо большей скоростью, чем сланцеватые разности.

Среди серых глин есть как слоистые, так и бесструктурные, комковатые разности; в разрезах часто соседствуют со слоями песчаников, нередко содержат прослой ракушечников; карбонатность высокая - до 30-40% и более, характерны низкие содержания $C_{орг}$ /<1%/. Накапливались серые глины в сравнительно мелководных условиях; темпы аккумуляции были несколько ниже, чем у бурых глин.

Между перечисленными типами глинистых отложений имеются переходные разности. Преобладание сланцеватых и бурых глин в восточной части профиля, а серых в западной, объясняется соответственно уменьшением в этом направлении содержания в породах $C_{орг}$ /закономерность, установленная А. Д. Архангельским /1927/ и, наоборот, увеличение карбонатности пор-

Глинистые минералы в горизонтах сланцеватых, бурых и серых глин представлены гидрослюдай, смешанослойным гидрослюда-монтмориллонитовым образованием, каолинитом и хлоритом /Холодов, Гаврилов и др., 1977/. При постоянстве качественного состава глинистых минералов в различных пачках незначительно меняются их количественные соотношения.

Часть II

Строение диагенетических конкреций, закономерности их распространения в разрезе

В среднемиоценовых отложениях широко распространены диагенетические карбонатные конкреции, подавляющее большинство которых приурочено к слоям глин. Конкреции разнообразны по минералогическому составу, морфологии, внутреннему строению. По преобладающему в составе карбонатных конкреций компоненту и по строению среди них различают кальцитовые, сидеритовые, доломитовые, магнезитовые и зональные кальцит-сидеритовые.

Кальцитовые конкреции сложены темноворичневой карбонатной массой, характеризуются шаровой или эллипсоидальной формой, размер обычно 10-25 см, иногда до 1,0-1,5 м в диаметре, слойки вмещающих глин резко их обгибают. Залегают стяжения слоями, ритмично построенные конкреционные пачки содержат 3-8 прослоев. Кальцитовые конкреции приурочены к сланцеватым глинам, значительно обогащенным $C_{орг}$ />5%/.

Зональные кальцит-сидеритовые стяжения отличаются от предыдущих появлением сидеритовой внешней зоны; эллипсоидные, 15-30 см и до 0,5 м в диаметре, переход от кальцитового ядра к внешней сидеритовой части резкий; по отчетливо прослеживающейся слоистости видно, что слойки, параллельные в ядре, при переходе к внешней части резко изгибаются и сближаются. Конкреции залегают в менее обогащенных $C_{орг}$ разностях сланцеватых глин / $C_{орг}$ 3-4%/, как и кальцитовые конкреции зональные располагаются слоями. В караганских стяжениях слоистость прослеживается хуже, граница между ядром и коркой нерезкая.

Сидеритовые конкреции сложены коричневой карбонатной массой, по форме уплощенные линзы, 0,2-0,5 м в диаметре, плавно обгибаются слойками вмещающих отложений. Сидеритовые конкреции приурочены к бурым глинам; в числах разностей залегают слоями, образующими ритмично построенные пачки /3-5 слоев/; в глинах с тонкими песчано-

але. ритмовыми прослоями и линзочками тяготеет к последним, в результате ритмичность исчезает. Сидерит слагает также тонкие прослои /2-3 см/, протягивающиеся на несколько десятков метров.

Доломитовые конкреции сложены серой карбонатной массой; крупные /до 1,5-3 м в диаметра/ и уплощенные /h - 0,2-0,3 м/ линзы, залегающие в серых карбонатных глинах; образуют, как правило, одиночные прослои.

Распространение конкреций в разрезах неравномерное. В обогащенных $S_{орг}$ глинах восточной части профиля преобладают кальцитовые, зональные кальцит-сидеритовые и сидеритовые стяжения, доломитовые встречаются в единичных слоях; в западных разрезах на фоне сокращения общего количества конкреций возрастает роль доломитовых стяжений.

В гипсоносных отложениях карбонатные стяжения отсутствуют в интервалах переслаивания глин и гипсов, но появляются в слое глин без гипса, залегающем в центральной части толщи. Конкреции по форме - уплощенные линзы /10-15 см/, образуют прослои, в составе конкреций преобладает $MgCO_3$.

Сульфидные стяжения невелики по размеру - 0,5-1,5 см, редко до 3 см, округлой или линзовидной формы; если в глинах появляются мелкие алевритовые линзочки, сульфид заполняет их, образуя стяжения по форме линзочек. Максимальное количество выделений сульфидов приурочено к черным сланцеватым глинам, меньше их в бурных и минимуме в серых глинах, в которых сульфиды, как правило, не образуют стяжений, а присутствуют в виде мелких /менее 1 мм/ сгустков. Имеет место положительная корреляция между содержанием в глинах $S_{орг}$ и количеством выделений сульфидов. Аналогичная закономерность отмечалась многими исследователями.

Минералогический состав диагенетических конкреций

Л. П. Гмид /1956/, основываясь на данных химического, термического и иммерсионного анализов, в общих чертах охарактеризовала минералогический состав чокракско-караганских карбонатных пород /в основном прослоев мергелей/. Наши исследования детализируют и уточняют некоторые выводы Л. П. Гмида.

Результаты химических анализов карбонатных пород показывают, что в них всегда присутствуют в меняющихся пропорциях $CaCO_3$, $FeCO_3$, $MgCO_3$, $MnCO_3$.

В кальцитовых конкрециях содержание $CaCO_3$ меняется от 80 до

95% от суммы карбонатов, $MgCO_3$ - 7-15%, $FeCO_3$ - 3-5%, $MnCO_3$ не более 0,04%. На дифрактограммах регистрируются рефлексы, соответствующие кальциту, но с заниженными значениями d/n - 3,000-3,003. Поскольку самостоятельная фаза $MgCO_3$ отсутствует, следует считать, что все количество Mg^{++} входит в структуру кальцита, образуя тем самым магнезиальный кальцит. Вычисленное по правилу Вегарда сокращение значения d/n для количеств Mg , определенных химическими анализами, совпадает с экспериментальными данными. Иногда фиксируются очень слабые пики, соответствующие $FeCO_3/d/n$ - 2,79 Å. На некоторых термограммах после эндотермического максимума, соответствующего диссоциации кальцита, отмечается небольшой экзотермический пик, появления которого, видимо, связано с окислением входящего в структуру кальцита незначительного количества Fe^{++} .

В сидеритовых конкрециях количество $FeCO_3$ достигает 50-65%; значительно также содержание $MgCO_3$ - 25-35%, $CaCO_3$ - 7-15%, $MnCO_3$ - 0,3-0,6%. На дифрактограммах фиксируются интенсивные рефлексы, соответствующие сидериту с заниженными значениями d/n /2,775-2,780 Å/ и слабые рефлексы кальцита /3,02 Å/. Все количество Mg изоморфно входит в сидерит; сравнительно слабое уменьшение d/n обусловлено близостью ионных радиусов Fe^{++} и Mg^{++} . Поскольку среди исследованных железистых карбонатов есть как сидероплазит, так и пистомезит, их целесообразно объединить вслед за А. Б. Татарским /1955/ под названием магнезисидериты. Данные термического анализа подтверждают повышенную магнезиальность карбонатов - на термограммах соответствующие сидериту эндо- и экзотермические максимумы смещены в область повышенных температур /550-620°/.

Доломит, слагающий стяжения в серых глинах, представлен довольно чистой разностью - значения его рефлексов лишь иногда немного завышены /2,89 Å/, что связано с изоморфным замещением магния ионами Fe^{++} .

Специфической особенностью караганских конкреций является появление в ядрах зональных стяжений наряду с виссомагнезиальным кальцитом минерала близкого к доломиту, но с завышенными значениями d/n /2,91-2,92 Å/. Столь значительное увеличение d/n нельзя объяснить только замещением Mg^{++} на Fe^{++} и вызвано в основном входением в структуру доломита дополнительных ионов Ca^{++} . В периферических частях конкреций отмечено появление кальциевого магнезисидерита.

Данные как химического анализа, так и дифрактометрии свидетельствуют о сокращении содержания $FeCO_3$ в карбонатных породах, распространенных в западной части профиля, в области преимущественного развития серых глин с низким содержанием $C_{орг}$; наоборот, в разрезах восточной части профиля, даже в прослоях мергелей, седиментационное происхождение которых бесспорно, обнаруживается примесь, и иногда значительная, диагенетического сидерита.

В среднемиоценовых конкрециях не отмечено присутствия двухфазного сидерита /появление дублетов на дифрактограммах/, что наблюдается в конкреционных карбонатах из более древних толщ других регионов.

Конкреция, связанная с гипсоносной толщей, присуща высокая магnezальность; $MgCO_3$ - 61%, $FeCO_3$ - 35,5%, $CaCO_3$ - 3%, $MnCO_3$ - 0,5%. На дифрактограммах фиксируются рефлексы, характерные для одного минерала / d/n - 2,76Å/, соответствующие железистой разности магнезита-мезититу. Вне гипсоносной толщи мезитит не отмечен /Л.П. Гмид считала, что этот минерал широко распространен в чокракско-караганских отложениях/.

Данные дифрактометрии и термического анализа указывают на то, что сульфидные стяжения сложены пиритом. Из аутигенных несульфидных минералов в них встречается примесь кальцита и изредка барита. Если карбонатные конкреции в зависимости от приуроченности к разным отложениям слагаются различными минералами, то пирит в сульфидных стяжениях преобладает повсеместно.

Диагенетическое уплотнение глинистых отложений

В процессе роста конкреции карбонатное вещество цементировало отдельные участки осадка, которые впоследствии не меняли своего объема, в то время как вмещающая их глина уплотнялась. В результате возникло огибание слойками глины карбонатных стяжений. Это явление можно использовать для оценки степени уплотнения глин /Приходько, 1962; Зарицкий, 1966/. Для количественного выражения уплотнения используют коэффициент усадки / K_u /, под которым понимает отношение наибольшего расстояния между слойками, огибающими конкрецию, к расстоянию между ними в удалении от нее. K_u указывает, во сколько раз сократилась мощность слоя по сравнению с некоторой ее первоначальной величиной.

Анализ условий залегания и строения чокракско-караганских конкреций показывает, что в процессе их формирования не существо-

вало причин, в результате действия которых величина K_u могла оказаться завышенной. Напротив, его величина всегда несколько ниже реального сокращения мощности слоя, так как до образования стяжения осадок успевал частично уплотниться.

Измерения K_u проводились в отдельности около кальцитовых, сидеритовых и зональных кальцит-сидеритовых стяжений. Полученные

Тип конкреций	Число замеров	Коэффициенты усадки	
		интервал полученных величин	средние значения
Кальцитовые	3I	3,0 - 5,3	4,0
Зональные кальцит-сидеритовые	20	1,9 - 3,5	2,4
Сидеритовые	2I	1,4 - 2,5	2,0

высокие значения K_u /4/ обусловлены, во-первых, образованием кальцитовых конкреций на ранних этапах диагенеза, и, во-вторых, тем, что формировались они в очень рыхлом, обводненном осадке, первоначальный объем которого был велик. Последнему обстоятельству способствовала тонкозернистость осадка и обогащенность его СВ /Тажева, Тихомирова, 1962; Meade, 1966/. По прослеживающейся в зональных конкрециях слоистости можно судить о двухэтапном формировании этих стяжений. В период после образования кальцитового ядра и до возникновения сидеритовой внешней зоны осадок уплотнился в 3-4 раза. Сидерит цементировал прилегающие к кальцитовому ядру наиболее интенсивно изогнутые слойки, и в результате коэффициенты усадки, измеренные по поверхности зонального стяжения, оказывались невысокими /2,4/. В связи с тем, что сидеритовые конкреции являются наиболее поздними диагенетическими образованиями, около них были получены низкие значения K_u /2/.

Уплотнение чокракско-караганских отложений продолжалось и в постдиагенетический период - в начальном катагенезе, поэтому коэффициенты усадки характеризуют суммарное уменьшение мощности слоев. Однако характер слоистости в зональных стяжениях свидетельствует о том, что наибольшее уплотнение глин испытали в диагенезе. Величины K_u , полученные около сидеритовых конкреций меняются от 1,4 до 2,5. Очевидно, что величина катагенетического уплотнения не превышает наименьшего значения K_u - 1,4. Имеются свидетельства о сокращении мощности слоев в постдиагенетическую стадию в I₁-I₂ разе /Холодов, Недумов, 1978/.

Сравнение взаимоотношений стяжений различного минералогического состава с вмещающими отложениями показывает, что для наиболее полной оценки диагенетического уплотнения глин следует использовать раннедиагенетические кальцитовые конкреции, сидеритовые в этом отношении менее информативны.

Отсутствие в песчаных конкрециях не позволило провести аналогичные замеры степени уплотнения этих пород. По заключенным в песках fossilizированным фрагментам растений, карбонатным раковинкам хорошей сохранности и другим включениям можно говорить о крайне незначительном уплотнении песчаных пород. Реальным значением для песков является величина $K_u = 1,1-1,2$, приводимая П.В. Заруцким /1966/.

Время образования конкреций и последовательность минералообразования в диагенезе

Строение зональных конкреций указывает на образование вначале кальцита и впоследствии сидерита. Для кальцитовых стяжений характерно незначительное количество заключенной в них терригенной примеси /5-10%, шаровидная или эллипсоидальная форма, высокие значения K_u , хорошая сохранность внутри конкреций тонкостенных раковинок, раздавленных во вмещающих породах, прослеживающаяся первичная текстура осадка, не сохранившаяся из-за сильного уплотнения в глинах. Совокупность приведенных факторов свидетельствует о формировании конкреций этого типа в самых верхних горизонтах осадка — на глубине в первые дециметры. Вывод об образовании сидеритовых конкреций на более поздних стадиях диагенеза, после того, как осадок значительно уплотнился, подтверждается увеличением содержания в них терригенной примеси до 30-40%, невысокими величинами K_u , отсутствием сохранившихся карбонатных раковинок; форма конкреций — уплотненные линзы — также свидетельствует об их росте в уплотнившемся осадке, когда начал преобладать боковой подток конкрециеобразователя.

По мере роста и увеличения размера конкреций происходил захват прилегающей к ней глины. Поскольку одновременно мощность слоя глин сокращалась к стяжению присоединялись все более уплотненные участки осадка, что обуславливало обложение слоев от центра конкреции к ее краю. В зависимости от скорости конкрециеобразования слои оказывались более или менее искривленными. В кальцитовых конкрециях слои параллельны друг другу, что свидетельствует

о быстром формировании этих стяжений; напротив, в сидеритовых обложение слоев к краю указывает на длительность их роста.

По совокупности признаков, присущих доломитовым конкрециям из серых карбонатных глин, можно судить об их образовании в частично уплотняющемся осадке в течение длительного времени.

В кальцитовых конкрециях всегда присутствуют мелкие /1-2 мм/ ступки пирита. Во вмещающей глине, в сидеритовых периферических частях зональных конкреций и в сидеритовых незональных конкрециях пирит часто встречается в виде относительно крупных /1-2 см/ стяжений. Эти взаимоотношения указывают на формирование пирита на ранних стадиях диагенеза одновременно с кальцитовыми конкрециями, до образования сидерита. Нами н и р а з у не были отмечены какие-либо взаимоотношения минералов, позволяющие говорить о более позднем образовании пирита по сравнению с сидеритом. В тех случаях, когда септариевые трещинки в кальцитовых конкрециях заполнялись пиритом, имелись убедительные свидетельства того, что это происходило за счет перераспределения сульфидов внутри самого стяжения.

Взаимоотношения минералов указывают на формирование в раннем диагенезе опала, фосфатного минерала /близкого к апатиту/, барита.

Терригенную примесь, заключенную в раннедиагенетических кальцитовых конкрециях, можно рассматривать как первичное вещество осадка, сохранившее свои изначальные свойства. Сравнение его с составом глин вмещающих пород показало, что в обоих случаях набор глинистых минералов одинаков, но обнаруживается различие в их количественных соотношениях. На дифрактограммах глинистых фракций <0,001 мм интенсивность рефлексов, соответствующих монтмориллонитовому компоненту, различна — прослеживается отчетливая тенденция к их усилению при переходе от центральных частей конкреций к внешним зонам и вмещающим отложениям. Количественная оценка соотношения глинистых минералов, проведенная по методике Бисайя-Бредли /Bisayе, 1964/, свидетельствует об увеличении содержания монтмориллонитового компонента на 15-20% и более. Насыщение глинистой фракции калием и в дальнейшем этиленгликолем показывает, что в глинах, выделенных из кальцитовых конкреций монтмориллонитовые пакеты сокращаются в основном необратимо и образовались, видимо, в результате деградации слюд, в период, предшествующий седиментации. Напротив, в глинах из периферических зон конкреций и из вме-

цаждых отложений присутствует немалое количество монтмориллонитовых пакетов, разбухающих и после насыщения их каллем. Согласно Ч. Уиверу /1962/, их образование следует связывать с синтезом. Важно подчеркнуть факт изменения соотношения глинистых минералов при переходе от ядра к внешней части стяжений, что, несомненно, указывает на диагенетическую природу но образования глин.

В соответствии с выявленными взаимоотношениями минералов построена схема последовательности минералообразования /приложение I/.

Часть III

Диагенетические процессы в глинистых отложениях

Н. Б. Вассоевич /1959/, характеризуя условия, существовавшие в осадках чокарако-караганского бассейна, отмечал, что глинистым илам, обогащенным ОВ, была присуща восстановительная обстановка; по преобладающим в глинах диагенетическим минералам им выделены сульфидная, сидеритовая, анкеритовая и др. геохимические фации.

Более детально реконструировать течение диагенетических процессов можно используя выявленную последовательность минералообразования. Из широко распространенных аутигенных минералов наиболее информативными для этих целей являются пирит и сидерит. Условия их образования установлены как в результате изучения современных осадков, так и экспериментальными исследованиями. Присутствие в морских илах сульфида железа позволило выяснить, что он формировался в условиях восстановительной среды, в осадках, в которых протекает сульфатредукция. Для возникновения сидерита помимо восстановительной среды необходимым условием является повышенное содержание CO_2 . Многие исследователи отмечают, что отрицательное влияние на образование сидерита оказывает присутствие в системе сульфид-иона /Гаррелс, Крайст, 1968; Сташук, 1968; Везнер, 1964; Curtis, 1967 и др./.

Принимая во внимание установленную по текстурно-структурным взаимоотношениям последовательность образования пирита и сидерита, а также учитывая известные данные о течении диагенетических процессов в активной зоне осадков, можно реконструировать ход аутигенного минералообразования в илах чокарако-караганского бассейна.

На начальных этапах диагенеза осуществлялась диффузия SO_4^{2-}

в рыхлые илы, обогащенные органическим веществом, в которых интенсивные редукционные процессы создавали условия для формирования сульфидов железа.

Как отмечает Н. М. Страхов /1960, 1972, 1976/, параллельно с убылью сульфатов в иловой воде происходит увеличение количества $\text{HCO}_3^- / \text{HCO}_3^- + \text{CO}_3^{2-} + \text{CO}_2 /$, возникающего в результате редукционных процессов. Причем, хотя HCO_3^- особенно интенсивно генерируются в верхних горизонтах, здесь его очень мало, так как основная масса иона эвакуируется в наддонную воду.

Благодаря этим процессам в верхних частях осадка возникали условия, благоприятные для формирования сульфидов железа и, напротив, не способствовавшие сидеритообразованию /низкие концентрации углекислоты и присутствие $\text{HS}^- /$.

По мере уплотнения осадка противоток ионов HCO_3^- и SO_4^{2-} затруднялся; соответственно в более глубоких горизонтах количество SO_4^{2-} сокращалось, а HCO_3^- возрастало. Этому способствовала и деятельность анаэробных газообразующих бактерий /Белнев, Финкельштейн, 1976/. В результате возникали условия, благоприятные для формирования сидерита.

Подобным образом минералообразование осуществлялось в случае парагенеза пирит-сидерит, а именно в бурых и в сланцеватых глинах с зональными стяжениями. Однако, если пиритовые выделения распространены в больших или меньших количествах во всех типах глин, то сидерит в серых глинах и в черных / $\text{C}_{\text{орг}} > 5\%$ / отсутствует. З. В. Тимофеева /1963/ считала, что сидеритообразование зависит от содержания в отложениях исходного $\text{Fe}_{\text{вал}}$, $\text{C}_{\text{орг}}$, первичной карбонатности и скорости накопления осадка; причем не требуется высоких содержаний железа и $\text{C}_{\text{орг}}$, но лишь пониженная карбонатность пород и высокие скорости накопления осадков.

Определения содержания Fe в глинах чокарако-карагана указывает на незначительные изменения его количества в различных пачках разреза и по простирацию профиля /в среднем они близки к кларковым значениям/. Какого-либо соответствия между этими колебаниями и распространением FeCO_3 не отмечено.

Выяснить влияние на сидеритообразование первичной карбонатности пород сложно, так как интенсивные диагенетические процессы содействуют удалению карбоната из осадка или его перераспределению, затушевывая изначальную картину. Сидеритоносные бурые глины

содержат 10–12% рассеянного карбоната, в то время как стяжения FeCO_3 отсутствуют в бескарбонатных черных глинах и в карбонатных серых. То есть линейной зависимости между карбонатностью пород и FeCO_3 нет.

Влияние скоростей осадконакопления и содержания $\text{C}_{\text{орг}}$ на сидеритообразование раскрывается при сравнении бурых и сланцеватых глин. Анализ условий залегания этих отложений свидетельствует о высокой скорости накопления бурых глин и, напротив, очень медленной – сланцеватых разностей. Одновременно с замедлением темпа осадконакопления увеличивается содержание $\text{C}_{\text{орг}}$ в глинах.

Н.М.Страхов /Страхов и др., 1959/ указывал, что высокая скорость осадконакопления тормозит проникновение SO_4^{2-} в ил и отрицательно сказывается на пиритообразовании.

В бурых глинах чокрака–карагана действие этого фактора обусловило образование пиритовых стяжений в сравнительно небольших количествах. В результате в осадке сохранилось достаточное количество реакционноспособного железа, израсходованного впоследствии на формирование FeCO_3 .

Иная картина существовала в сланце их черных глинах. Здесь вследствие очень низкой скорости осадконакопления, осадок длительное время находился в контакте с наддонной водой и в него беспрепятственно диффундировал ион SO_4^{2-} . Значительные количества органического вещества ($\text{C}_{\text{орг}} > 5\%$) обусловили интенсивное протекание редукции SO_4^{2-} и окисных форм железа, что привело к обильному сульфидообразованию. В результате уже на начальной стадии диагенеза все реакционноспособное железо расходовалось на пирит. Избыток органического вещества в этом случае отрицательно сказывался на сидеритообразовании.

Серые глины с доломитовыми стяжениями накапливались более высокими темпами, чем сланцеватые, и в этом отношении были ближе к бурым разностям. Но недостаток $\text{C}_{\text{орг}}$ привел к значительному ослаблению в них процессов формирования железистых минералов: примесь сидерита в конкрециях очень незначительна и, как правило, отсутствует вовсе, выделения пирита присутствуют в гораздо меньших количествах по сравнению с бурыми и особенно сланцеватыми глинами.

В изученных отложениях нет прямой зависимости между FeCO_3 и количеством $\text{C}_{\text{орг}}$ – как очень низкие содержания органики, так и

слишком высокие оказывают неблагоприятное влияние на формирование сидерита. Однако сущность этого влияния различна: если в серых глинах, бедных ОВ, на начальных этапах диагенеза в результате редукционных процессов расходовался весь запас активного органического вещества, то в сланцевых глинах обильное ОВ обуславливало интенсивное течение пиритообразования, в процессе чего расходовалось все реакционноспособное железо.

Таким образом, в чокракско–карагакских глинистых отложениях, отличающихся по литолого–геохимическим характеристикам, аутигенное минералообразование осуществлялось по–разному. Наибольшие различия имели место между сланцеватыми глинами с кальцитовыми конкрециями, бурыми глинами с сидеритовыми конкрециями и серыми глинами с доломитовыми конкрециями; глины с зональными кальцит–сидеритовыми стяжениями занимали промежуточное положение между бурыми и сланцеватыми разностями. С учетом этих различий построена схема зональности диагенетического минералообразования в перечисленных отложениях /приложение 2/. Схема показывает, как при переходе от прибрежных фаций к наиболее глубоководным отложениям открытого моря меняется течение диагенетических процессов.

В сланцеватых глинах "I" /наиболее глубоководная фация/, обогащенных $\text{C}_{\text{орг}} / 5-7\%$ и более/ и характеризующихся наименьшими скоростями осадконакопления, зона пиритообразования получает максимальное развитие; сидерита здесь нет.

В бурых глинах "II", в которых содержание $\text{C}_{\text{орг}}$ опускается до 1,5–2,5%, а скорость осадконакопления значительно возрастает, зона пиритообразования сокращается и наиболее развита зона сидеритообразования. Глины с зональными стяжениями /I–II/ занимают в этом ряду промежуточное положение – в них представлены на равных правах обе зоны.

В серых глинах "III" /мелководная, прибрежная фация/ с минимальными содержаниями $\text{C}_{\text{орг}} / < 1\%$, сохраняется слабо развитое пиритообразование и почти полностью выклинивается сидеритовая зона. Изображенный здесь интервал окислительного минералообразования носит условный характер, так как не подтвержден минеральными индикаторами. Но в глинах со столь невысокими содержаниями ОВ эта зона, по всей видимости, существовала, а минералы, возникшие в ней, впоследствии были уничтожены восстановительными процессами. В отложениях с высокими содержаниями ОВ окислительное минералообразо-

ващие либо не проявлялось вовсе, либо возникало лишь местами в очень незначительных масштабах.

В морских чокракско-караганских отложениях везде существовала возможность проявления сульфатредукции, в связи с чем зона пиритообразования в большей или меньшей степени получала развитие повсеместно. Сидеритообразование являлось более прихотливым процессом — для его осуществления требовалось соблюдение совокупности определенных условий. В результате сидерит распространен спорадически.

В пределах профиля различные типы глин распространены неравномерно: если в восточных разрезах преобладают глины, обогащенные органическим веществом, то в западных развиты серые карбонатные разности. Поскольку на диагенетической схеме показано как меняется аутигенное минералообразование при переходе от сланцеватых и бурых глин к серым, то можно считать, что в целом аналогичные изменения в течении диагенетических преобразований глин место и в реальном геологическом профиле.

Образование конкреционных прослоев. Кальцитовые конкреции в чокракско-караганских отложениях всегда залегают слоями. Считается, что конкреционные прослои возникают вследствие утечки CO_2 по путям напластования /Страхов, 1960/. Однако в верхних горизонтах рыхлого и обводненного ила, где формировались кальцитовые стяжения, преимущество латеральной дегазации над вертикальной не могло проявиться. Условия залегания прослоев конкреций исключают также возможность обогащения отдельных интервалов вследствие периодического усиления седиментационного карбонатонакопления.

В чокракско-караганских осадках диагенетические процессы не только обуславливали перераспределение карбонатного вещества в прослоях, но и активно формировали сами прослои, обогащенные карбонатом.

Неравномерное распределение HCO_3^- в осадках с повышенным содержанием ОВ — увеличение его содержания с глубиной /Страхов, 1960, 1976/ — приводило к тому, что растворявшийся в более глубоких горизонтах ила биогенный карбонат диффундировал в приповерхностные части осадка и здесь в условиях низкой концентрации HCO_3^- осаждался. По мере накопления осадка усиливалось обогащение карбона-

том приповерхностного слоя вследствие мобилизации вещества из большего объема ила. В результате в осадке с изначально равномерно распределенным карбонатом, возникали слои, им обогащенные. Перераспределение вещества внутри прослоев приводило к появлению конкреционных слоев^I. Аналогичным образом перерабатывались следующие порции осадка. В итоге возникали ритмично построенные конкреционные пачки. На возможность существования диагенетических ритмов указывал Зб. Суйковский /Sujkowski, 1958/.

Благоприятные условия для диагенетического ритмообразования создавались в тонких осадках, обогащенных ОВ и накапливавшихся незначительными темпами. Появление в глинах алевроитовых линз и прослоев оказывало отрицательное влияние на процесс, так как нарушало режис CO_2 в осадке. В случае наиболее интенсивной мобилизации карбоната /в глинах с $\text{C}_{\text{орг}} > 8\%$ / возникали слабокарбонатные или вовсе бескарбонатные глины.

Формирование зональных стяжений происходило в два этапа: ядро в активной зоне осадка, а внешняя сидеритовая часть гораздо позже — в частично уплотненной глине. Осаждение сидерита вокруг ядра обуславливалось локальным подщелачиванием иловых вод за счет частичного растворения кальцита в условиях повышенной концентрации CO_2 .

В бурых глинах отсутствие кальцитовых конкреций не означает полного прекращения перераспределения карбонатов в активной зоне осадка. В чистых разностях бурых глин этот процесс шел, но в значительно ослабленном виде, в результате чего возникали лишь слабо обогащенные карбонатом прослои. Вокруг них в дальнейшем осаждался сидерит. В результате образовывались пачки сидеритовых конкреций, подобно кальцитовым, построенные ритмично.

Таким образом, перераспределение карбонатов в приповерхностных частях осадка /в активной зоне/ определяло пространственную локализацию сидерита на более поздних этапах диагенеза.

Появление в глинах алевроитовых линзочек или прослоев, по которым осуществлялась дегазация осадка, приводило к осадке около них сидерита. В результате ритмичность в строении конкреционных пачек нарушалась.

^I/Механизм перераспределения карбонатного вещества в прослоях и стягивание его в конкреции детально рассмотрен Н.М. Страховым /1960/ и наши наблюдения вполне согласуются с его схемой.

Н.М.Страхов /1960/ предполагает существование в диагенезе последовательной смены этапа минералообразования конкреционным этапом перераспределения аутигенного материала, что связывается с начинающейся общей дегазацией осадка.

В чокракско-караганских отложениях центры осаждения аутигенного сидерита возникали либо в процессе осадконакопления /алевролитовые линзочки/, либо в самом начале диагенеза — в активной зоне осадка /кальцитовые стяжения/. Поэтому сидерит, уже по мере генерации, мог концентрироваться около них. Если бы поводом к началу перераспределения аутигенного материала послужила общая дегазация осадка, то в пачках глин с зональными стяжениями сидерит не был бы строго приурочен к кальцитовым ядрам, а образовывал бы самостоятельные стяжения, чего не наблюдается. Таким образом, следует считать, что в среднемиоценовых отложениях в диагенезе между этапами минералообразования и перераспределения вещества в осадке не было принципиальных различий и протекали эти процессы параллельно, хотя, конечно, заканчиваться они могли не одновременно — перераспределение длилось дольше. С учетом изложенного конкреции $FeCO_3$ на диагенетической схеме изображены в зоне аутигенного минералообразования.

В серых глинах доломитовые стяжения возникали, как и кальцитовые, в результате перераспределения в основном биогенного раковинного материала. Увеличение магнезиальности карбоната в конкрециях следует связывать с совокупным действием разных причин. Во-первых, с возрастанием содержания Mg в исходном раковинном материале. На повышение "магниевой" функции организмов, обитавших в мелководных условиях, указывал Н.М.Страхов /1960/. Во-вторых, явное течение диагенетических процессов в серых глинах обусловило лишь частичное перераспределение исходного материала, что сопровождалось относительной концентрацией Mg в стяжениях по сравнению с Ca . Сопоставление химического состава конкреций и рассеянного карбоната из вмещающих их глин показало, что второй более известковистый. Эта закономерность согласуется с определениями, зафиксировавшими понижение магнезиальности карбоната раковинок в процессе их диагенетической перекристаллизации /Towe, Nepleben, 1976/. На поведение магния в иловых водах различных типов глин и на его концентрацию в конкреционных карбонатах, ви-

дим, оказывал влияние эффект интенсивного поглощения Mg глинистыми частицами в условиях восстановительной среды (Sholkovitz, 1973; Bischoff et al., 1975).

Таким образом, в глинах чокрака-карагана конкрециеобразование было присуще всей стадии диагенеза, начинаясь в приповерхностных горизонтах ила — в активной зоне — и заканчиваясь в значительно уплотненном осадке. Однако сущность процесса на разных этапах была различна: вначале конкрециеобразование заключалось в перераспределении биогенного карбоната, в дальнейшем в стягивании аутигенного материала, являющегося непосредственным порождением диагенеза.

Послеконкреционный диагенетический этап не охарактеризован никакими минеральными индикаторами. О нем достоверно известно только то, что в это время происходило дальнейшее уплотнение /но незначительное/ отложений и цементация осадка.

Потери $C_{орг}$ в диагенезе. Из нескольких раннедиагенетических кальцитовых конкреций был выделен присутствующий в них терригенный материал, который являлся основой осадка в момент формирования стяжений. Будучи "запечатанным" в конкрециях, он не подвергался в дальнейшем воздействию диагенетических процессов и сохранил свои изначальные свойства. Было определено содержание $C_{орг}$, связанного с этим материалом, и содержание $C_{орг}$ в глинах из этого же конкреционного слоя. Выяснено, что в глинах содержание органического углерода уменьшается на 36–50%. Эти цифры превосходят /или близки к максимальным/ расчетные значения потерь $C_{орг}$ в диагенезе, полученные Н.М.Страховым для современных осадков. Объясняется это, видимо, тем, что среднемиоценовые отложения прошли диагенетическую стадию в полном объеме.

Взаимодействие литологически различных слоев в диагенезе

Различие в степени уплотнения глин, алевролитов и песков обуславливало возникновение разницы давлений между заключенными в них иловыми водами. Распределение давлений вод в отложениях слоистой серии рассматривалось многими исследователями /Мухин, 1965; Sourisse, Rumeau, 1972; Magara, 1974/. Давление в слоях уплотняющихся глин выше, чем в пластах песчаников; в последних, в случае перехода их в латеральном направлении в прибрежные фации и связи с водами бассейна седиментации, давление могло не превышать гидростатическое.

В чокракско-караганской слоистой толще существование перепада давлений захороненных вод в соседних слоях приводило к миграции иловых растворов из наиболее интенсивно уплотнявшихся глинистых пластов /материнских по отношению к растворам/, в песчаные, сокращение мощности которых было незначительным. При существенном отличии литолого-геохимических характеристик смежных пластов /различие в обогащенности ОВ, карбонатнос и и проч./ диагенетическая миграция растворов привела к образованию разнообразной формы карбонатных стяжений. Морфология стяжений определялась характером отложений, в которые поступали растворы. Если глины по резкой границе контактировали со слоями песков, то по мере поступления в пески растворов происходила их дегазация /уход CO_2 /, что вызывало осаждение карбоната /чаще сидерита/ и возникновение стяжений или прослоев на самом контакте пластов или вблизи от него. В тех случаях, когда между пластами глины и песчаника залегал переходный слой алевролитистой глины, дегазация растворов при их движении из глин в песчаники и осаждение карбоната происходили уже в промежуточном слое, а песчаника достигали обедненные бикарбонатами воды. Поскольку миграция растворов осуществлялась не фронтально, а по отдельным наиболее проницаемым путям, образовывались субвертикальные пирамидальные стяжения, секущие слоистость /Гаврилов, 1977/.

В результате действия описанного процесса возникали стяжения не характерные для вмещающих их отложений и не отражающие истинное течение в них диагенетических преобразований.

Механизм образования подобных стяжений сходен с действием процессов, обусловивших — по мнению Н.М.Страхова /Страхов и др., 1968/ — образование Лабинского марганцеворудного месторождения, а также с генезисом Березовского месторождения сидеритов /Писцов, 1968/.

В изученных отложениях отмечены следы диагенетической миграции органического вещества с отжимаемыми водами. В некоторых случаях специфические условия залегания слоев позволили выяснить, что локальное удаление из глин в соседние пласты ОВ /уменьшение количества $\text{C}_{\text{орг}}$ в 5-7 раз/ обусловило сокращение на этих участках количества аутигенных сульфидов железа и оказало влияние на концентрацию ряда малых элементов.

В кварцевых песчаниках чокрака-карагана часто встречаются пиритовые стяжения, пространственно тяготеющие к залегающим вблизи

глинам, обогащенным ОВ. Эта связь обусловлена миграцией сульфидов из генерирующих их глин в песчаники, что осуществляется либо в виде сгустков моносульфидов /Страхов, 1960/, либо вследствие отжатия растворов, содержащих H_2S и Fe^{++} с последующим формированием пиритовых стяжений в песчаниках.

Широкое распространение этого процесса в толщах переслаивания приводит к усложнению взаимоотношений аутигенных минералов, к появлению в песчаниках нескольких генераций пирита. Видимо, с подобным явлением связано образование такой последовательности выделения железистых минералов, в которой пирит является более поздним минералом по сравнению с сидеритом.

Взаимодействие слоев на начальных стадиях диагенеза в значительно обводненных осадках происходило посредством диффузии вещества /Страхов, 1960, 1968, 1971; Зарицкий, 1971/, на более поздних стадиях диагенеза осуществлялось в результате миграции иловых растворов, что было обусловлено различием в уплотнении соседствующих в разрезе слоев.

Конкрециеобразование в условиях аномального течения диагенеза

В чокракско-караганских отложениях часто встречаются конкреции сложной морфологии и внутреннего строения. Их возникновение связано с нарушением первичной текстуры отложений, в результате чего происходило локальное изменение режима углекислоты в осадке /дегазация/, влекущее за собой осаждение в этом месте карбоната. Причинами, вызывавшими аномальное течение конкрециеобразования, являлись подводно-оползневые и трещинные деформации, деятельность рожущих организмов и др.

Некоторые деформации слоев, возникающие на разных стадиях породообразования, морфологически очень схожи между собой. Приуроченность к ним карбонатных конкреций, аналогичных по составу стяжениям из ненарушенных участков пласта, свидетельствует о возникновении деформаций на стадии диагенеза.

В глинистых осадках вдоль осей оползневых складочек, неразличимых в глинах после их сильного уплотнения, образуются удлиненные веретеновидные конкреции. Такие стяжения позволяют выяснить пространственную ориентацию существовавших оползневых текстур, связать их расположение со строением склона палеоводоёма — определить его простирание /Гаврилов, 1975/.

Заключение

В результате выполненной работы охарактеризованы основные диагенетические процессы, протекавшие в глинистых отложениях нефтематеринской чокракско-караганской толщи, ранее в этом аспекте не изучавшейся. Показано, что глинистые осадки, обогащенные органическим веществом, подверглись интенсивной диагенетической переработке, следствием чего явилось появление аутигенных карбонатных, сульфидных, сульфатных и силикатных минералов; перераспределение вещества привело к появлению многочисленных стяжений.

1. Конкреции наиболее информативны в отношении реконструкции условий аутигенного минералообразования, в связи с чем они были детально изучены: выяснены закономерности распространения конкреций в разрезах и по профилю, рассмотрен их минералогический состав, выявлена приуроченность стяжений различного минералогического состава к разным типам отложений, отличающимся по литолого-геохимическим характеристикам.

2. На основе взаимоотношений конкреций с вмещающими отложениями установлено, что в диагенезе мощность слоев глин сокращалась в несколько раз, в то время как плотнение песчаников было весьма незначительным.

3. Текстуриро-структурные взаимоотношения аутигенных минералов позволили выяснить последовательность их образования, соотносительности минералообразования с этапами уплотнения осадка.

4. На основании полученных данных построена схема зональности аутигенного минералообразования в глинистых отложениях, отражающая изменения, происходившие в осадке на разных этапах его существования и показывающая как меняется ход диагенетических преобразований при переходе от одного типа отложений к другому. При этом выяснено, что:

а/ процессы сульфидообразования протекали во всех типах глинистых отложений, достигая максимального развития в глинах, интенсивно обогащенных органическим веществом и накапливавшихся медленными темпами;

б/ сидеритообразование в диагенезе последовательно сменяло пиритообразование и происходило в частично уплотненном осадке; генерация $FeCO_3$ осуществлялась в глинах, в которых вследствие значительных скоростей осадконакопления и относительно

невысоких содержаниях $C_{орг}$ процесс пиритообразования был ослаблен.

5. В изученных отложениях выяснены особенности конкрецитообразования. Показано, что:

а/ процесс конкрецитообразования был присущ всей стадии диагенеза, начинаясь в верхних горизонтах осадка /в активной зоне/, и заканчиваясь в значительно уплотненных отложениях;

б/ раннедиагенетические конкреции возникали в результате перераспределения биогенного /раковинного/ карбоната; вариации их минералогического состава обусловлены изменениями как состава раковин организмов, так и характера диагенетических преобразований;

в/ позднедиагенетические /сидеритовые/ конкреции образовывались за счет стигмизации аутигенного $FeCO_3$;

г/ формирование стяжений происходило параллельно образованию аутигенных минералов в осадке и не характеризовало собой самостоятельный конкреционный этап диагенеза.

6. В чокракско-караганских отложениях был развит процесс диагенетического ритмообразования, что приводило к возникновению в осадке, первоначально содержащем равномерно рассеянный карбонатный материал прослоев, вторично обогащенных карбонатным веществом; в дальнейшем эти слои служили основой для образования конкреционных горизонтов. Ритмообразование характерно прежде всего для начальной стадии диагенеза и осуществлялось в активной зоне тонких глинистых осадков. Появление диагенетической неоднородности осадка обуславливало в последующем локализацию сидерита.

7. Вследствие существенного отличия в уплотнении литологически различных слоев, в диагенезе осуществлялась миграция иловых растворов из интенсивно уплотнявшихся глинистых отложений в слабоуплотненные пески. Поступление в слои растворов, возникших в условиях иной геохимической среды, привело к появлению ряда новообразованных минералов, не характерных для обстановки, существовавшей в этих отложениях. Механизм взаимодействия слоев в диагенезе менялся — на ранних этапах в обводненном осадке преобладала диффузия, на более поздних ведущим процессом становилась миграция растворов из уплотнявшихся осадков.

8. В случае нарушения нормального течения диагенеза, в резу-

льте локального изменения режима CO_2 в осадке возникали конкреции сложной морфологии и внутреннего строения. Причиной, обуславливавшими аномальный ход диагенеза, являлись пластические подводнооползневые деформации, трещинки в частично литифицированных глинах, деятельность роющих организмов. Приуроченность диагенетических стяжений к разнообразным деформациям слоев позволяет выснить время образования этих нарушений, отличить их от постдиагенетических.

По теме диссертации опубликованы следующие работы:

1. Холодов В.Н., Гаврилов Ю.О., Градусов Б.П., Чижикова Н.П. Глинистые минералы в чокракско-караганских отложениях Восточного Предкавказья /река Ярык-су/. - Докл. АН СССР, т. 216, № 4, 1974.
2. Холодов В.Н., Гаврилов Ю.О. О закономерностях распределения малых элементов в чокракско-караганских отложениях р. Ярык-су. - Литол. и полезн. ископ., № 6, 1974.
3. Гаврилов Ю.О. О связи морфологии диагенетических конкреций с подводно-оползневыми деформациями. - Литол. и полезн. ископ., № 6, 1975.
4. Холодов В.Н., Гаврилов Ю.О., Градусов Б.П., Чижикова Н.П. Глинистые минералы в чокракско-караганских отложениях Восточного Предкавказья. I. Распределение и вторичные преобразования глинистых минералов в мезозойско-кайнозойских отложениях Дагестана. - Литол. и полезн. ископ., № 5, 1976.
5. Холодов В.Н., Гаврилов Ю.О., Градусов Б.П., Чижикова Н.П. Глинистые минералы в чокракско-караганских отложениях Восточного Предкавказья. II. О происхождении глинистых минералов среднемиоценовых отложений. - Литол. и полезн. ископ., № 2, 1977.
6. Гаврилов Ю.О. Некоторые аспекты диагенеза чокракско-караганских отложений Восточного Предкавказья. - Литол. и полезн. ископ., № 3, 1977.

СХЕМА ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ОБРАЗОВАНИЯ ДИАГЕНЕТИЧЕСКИХ МИНЕРАЛОВ
В ЧОКРАКСКО-КАРАГАНСКИХ ГЛИНИСТЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ

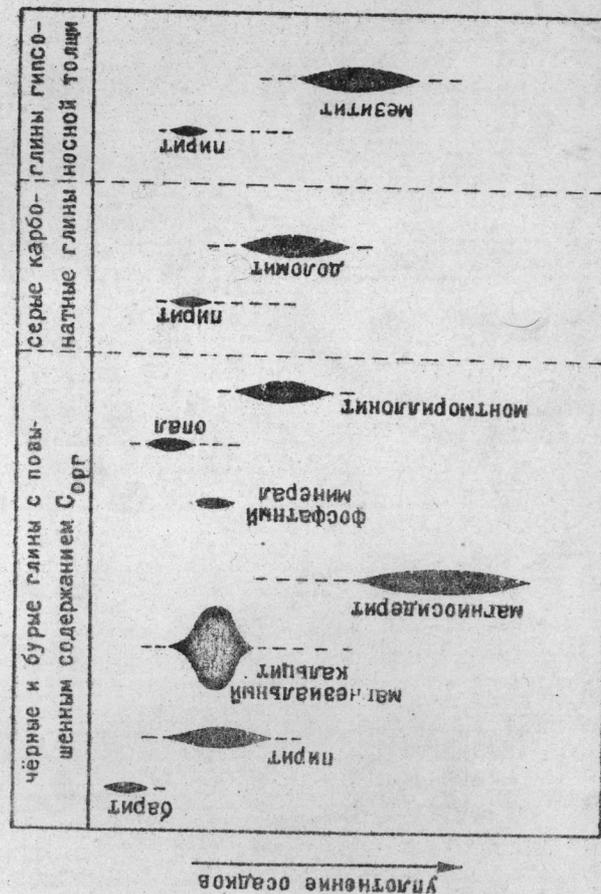
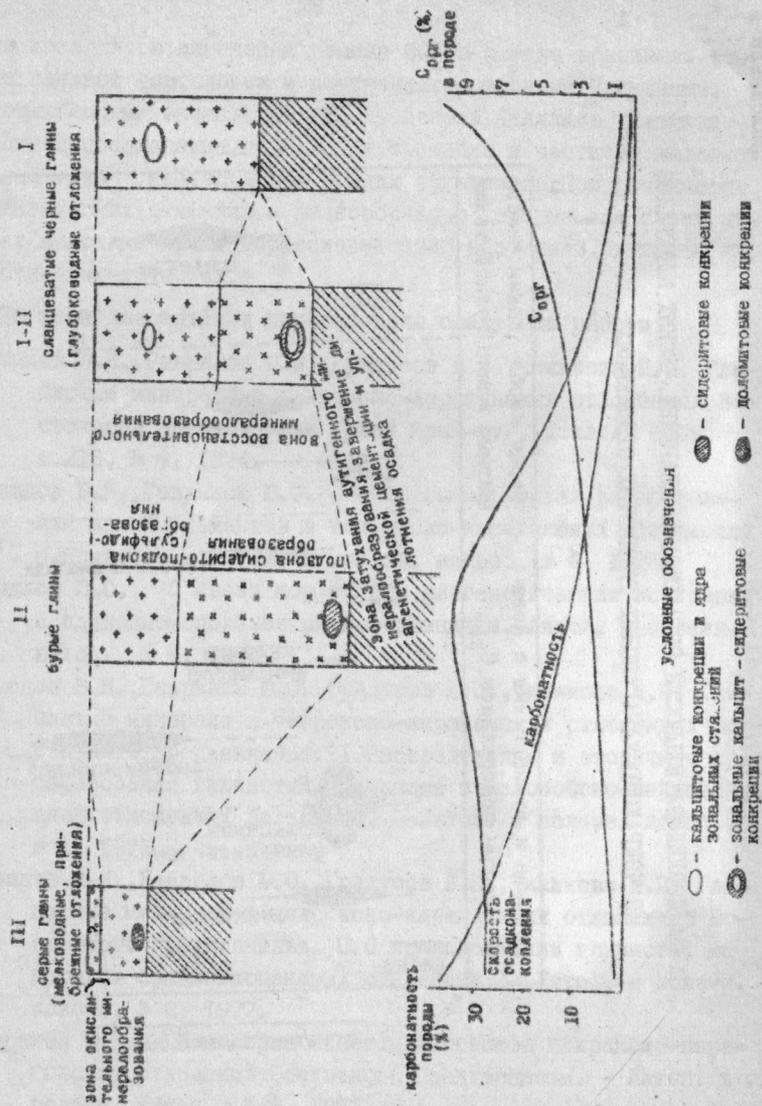


СХЕМА СХОДИМОСТИ МАГНИТНОГО МИНЕРАЛОБРАЗОВАНИЯ В ТУПИСТЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ЧОКРАТА-КАРАГАУНА



Ротапринт ГИИа

В печать 10.2.78г. Т-05233

Тираж 150. Объем 1,3 п.л. Зак. 62